

УДК 004.8+65.05+681.5

Вишнівський В. В., Зінченко О. В., Катков Ю. І.*Державний університет телекомунікацій, Київ.***ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

Запропонований підхід щодо оцінки ефективності функціонування інтелектуальної системи (ІнтС), яка є складовою інформаційної системи. В основу роботи закладені методологічні основи визначення показника функціональної ефективності організаційної системи. В якості показника ефективності роботи ІнтС запропоновано застосовувати коефіцієнт забезпечення ефективності використання ІнтС з теорії управління запасами.

Ключові слова: інтелектуальна система, якість функціонування, коефіцієнт забезпечення ефективності, інформаційні показники інтелектуальних систем.

Vyshnivskiy V. V., Zinchenko O. V., Katkov Y. I.*State University of Telecommunications, Kyiv***ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE INTELLECTUAL SYSTEM FUNCTIONING**

The article is devoted to the substantiation of the approach to the evaluation of the effectiveness of the functioning of the intellectual system (IntS), which is a component of the information system. The purpose of the article is to determine the approach to the formation of requirements for IntS. The work is based on the methodological basis for determining the indicator of the functional efficiency of the organizational system. The effectiveness of the functioning of complex organizational systems in various fields of activity (technical or social) is closely linked to the implementation of information, telecommunication, cloud and intellectual technologies. On the basis of these technologies an informational intellectual system is created, which is the most important component of modern component of the information system it determines the effectiveness of complex organizational systems functioning. Therefore, an assessment of the effectiveness of the information intelligence system functioning as part of the complex organizational systems is an urgent and timely task. To ensure the effective implementation of the intellectual and information management processes of complex organizational systems, it is necessary to quantify the effectiveness of the IntS. As an indicator of the efficiency of the operation of the IntS, the coefficient of ensuring the effectiveness of the use of IntS from the theory of inventory management can be applied.

Keywords: intellectual systems, function quality, coefficient of ensuring the effectiveness, information indicators of intellectual system.

Вышневский В. В., Зинченко О. В., Катков Ю. И.*Государственный университет телекоммуникаций, Киев.***ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Предложен подход к оценке эффективности функционирования интеллектуальной системы (ИнтС), которая является составной информационной системы. В основу работы заложены методологические основы определения показателя функциональной эффективности организационной системы. В качестве показателя эффективности работы ИнтС предложено применять коэффициент обеспечения эффективности использования ИнтС по теории управления запасами.

Ключевые слова: интеллектуальная система, качество функционирования, коэффициент обеспечения эффективности, информационные показатели интеллектуальных систем.

© Вишнівський В. В., Зінченко О. В., Катков Ю. І., 2018

1. Вступ

На сьогоднішній день ефективність функціонування складних організаційних систем (СОС) у різних галузях діяльності (технічних або соціальних) тісно пов'язане з впровадження інформаційних, телекомунікаційних, хмарних та інтелектуальних технологій. На основі цих технологій створюється *інформаційна інтелектуальна система* (ІС), яка є найважливішою складовою сучасних СОС. Вона визначає ефективність її функціонування. Тому оцінка ефективності функціонування ІС в складі СОС є актуальним та своєчасним завданням.

2. Постановка задачі

ІС – це один з видів автоматизованих інформаційних систем, інколи ІС називають системою, засновану на знаннях. ІС є комплексом програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації основного завдання: здійснення підтримки діяльності людини і пошуку інформації в режимі розширеного діалогу на природній мові. Прикладами ІС є експертні, запитально-відповідальні або системи спілкування, інтелектуальні пошукові системи, а також віртуальні співбесідники. Для роботи ІС потрібне математичне, лінгвістичне, програмне, технічне, технологічне та кадрове забезпечення.

Метою функціонування ІС в СОС є задоволення потреб в послугах шляхом вирішення сукупності завдань, а саме: інтерпретація даних, діагностика, моніторинг, проектування, прогнозування, планування, навчання, керування, підтримка прийняття рішень та ін.

Функціонування ІС в СОС можна описати як постійне прийняття рішень на основі аналізу поточних ситуацій для досягнення певної мети на основі штучного інтелекту. Типова схему функціонування інтелектуальної системи передбачає: безпосереднє сприйняття зовнішньої ситуації (результатом є формування первинного опису ситуації); зіставлення множини (первинного, вторинного,...) опису ситуації зі знаннями системи і поповнення цього опису (результатом є формування вторинного опису ситуації в термінах знань системи); аналіз можливих дій та їхніх наслідків, вибір тієї дії, яка найкраще узгоджується з метою системи (результатом є планування цілеспрямованих дій та прийняття рішень); зворотна інтерпретація прийнятого рішення (результатом є формування робочого алгоритму для здійснення реакції системи); реалізація реакції системи (результатом є зміна зовнішньої ситуації і внутрішнього стану системи).

Звідси природним є те що формування вимог до ІС є одним з головних питань управління СОС. У загальному випадку проблема управління СОС торкається широкого кола організаційних рішень з приводу організації взаємодії елементів СОС щодо виконання завдань, пов'язаних з її функціональним призначенням, тобто структурою системи. Предметом управління структурою СОС, в тому числі ІС, є питання, які пов'язані з: концептуальними і програмними цілями розвитку системи; яким-небудь елементом системи, якщо цей елемент необхідний для досягнення цілей, але в даний момент відсутній або є в недостатньому обсязі; із зовнішніми чинниками, що не контролюються, але мають вплив на розвиток системи.

Управління ІС представляє собою послідовність дій органів ієрархії управління СОС щодо визначення середніх статистичних потреб, постановки завдань структурним підрозділам ІС щодо їх задоволення, у тому числі вироблення і корегування стратегії управління послугами і ресурсами (запасами), визначення тенденцій змін необхідної номенклатури цих послуг і ресурсів і характеру взаємовідносин між підрозділами системи та із зовнішнім середовищем, у тому числі розгортання (згортання) виробничих потужностей цих підрозділів. Природне, що ці дії органів управління необхідно оцінювати відносно певних вимог.

В загальному випадку управління ІС будь-якої СОС будується на *системному і ситуаційному підходах*. Принципи системності передбачають розгляд ІС, як організаційно-технічної системи подвійного підпорядкування. Мова йде про те, що ІС функціонально підпорядкована ІС, а організаційно СОС. Системний підхід визначає загальні властивості: *ієрархічність, цілісність, складність та ін.* Крім того є властивості, які відображають конкретні особливості і специфіку різноманітних ІС. Через ситуаційний підхід реалізується

принцип адаптивності, що є основним принципом стратегічного управління. Його суть полягає в тому, що всі внутрішні організаційні заходи в системі (організаційно-штатна структура, система планування та ін.) є реакцією органів управління на відповідні зміни у зовнішньому оточенні і зміни у внутрішньому середовищі. Методи системного і ситуаційного аналізу дозволяють аналізувати альтернативи і вибирати стратегії організації під час вирішення завдань управлінської діяльності щодо виконання завдань. Виконання вище вказаних завдань ІС можна розглядати як своєчасне і повне забезпечення множини заявок на послуги відповідними ресурсами (запасами) комп'ютерного та телекомунікаційного обладнання, яке застосовується у інтелектуальних та інформаційних процесах управління СОС. Корисним ефектом ІС є множина виконаних заявок із забезпечення множини раніше перерахованих завдань. Але виконання цих завдань неможливе без потрібного математичного, лінгвістичного, програмного, технічного, технологічного та кадрового забезпечення, тобто без відповідної кількості зразків засобів телекомунікації, автоматизації, пакетів програм, допоміжного майна та ін., що має назву – ресурси (запаси).

Отже, для забезпечення ефективної реалізації інтелектуальних та інформаційних процесів управління СОС необхідне кількісне визначення рівня забезпечення заявок на послуги ІС зразками ресурсів (запасів). В діючих СОС тип, кількість і можливості зразків визначається організаційно-штатними структурами підрозділів. Треба підкреслити, що на практиці можливості зразків ресурсів обмежені, мають обмежену надійність і термін використання. Тому рівень забезпечення заявок на послуги ІС залежить від працездатності зразків ресурсів в кожен момент часу.

3. Визначення загального показника ефективності функціонування ІС

В якості показника ефективності функціонування ІС може бути застосований $K_{зе3}(t)$ – коефіцієнт забезпечення ефективності застосування ІС, побудований на основі теорії управління запасами [1].

$$K_{зе3}(t) = \frac{N''(t)}{N_0}, \quad (1)$$

де $N''(t)$ – загальна кількість зразків ресурсів, що фактично забезпечують виконання множини завдань ІС у визначеній ланці СОС на момент часу t функціонування; N_0 – штатна кількість зразків ресурсів, що планувалися для забезпечення виконання завдань ІС у визначеній ланці СОС.

Він характеризує ступінь досягнення мети забезпечення заявок на послуги і пристосованості ІС до виконання поставлених завдань через оцінку запасів, визначається через загальний корисний ефект забезпечення заявок на послуги ІС відповідними ресурсами (запасами елементів ІС, тобто наявність запасів в потрібному місці, в потрібний час і в достатній кількості). На основі цього показника можна сформулювати критерій своєчасного і повного забезпечення ІС ресурсами:

$$K_{зе3}(t) \geq K_{зе3}^{\min} \quad (2)$$

де $K_{зе3}^{\min}$ – мінімально припустима величина коефіцієнту збереження ефективності застосування ІС за рівнем забезпеченості їх ресурсами.

Його застосування передбачає, що при незмінному переліку завдань і виконанні умови (2) будуть виконуватися вимоги до процесів управління СОС, тобто виконуватися вимоги до якості управління, що характеризується відомими показниками, наприклад, якість вирішення завдань, готовність, безперервність, стійкість, оперативність, своєчасність, достовірність та інші відомі показники. Але відомо, що недолік (дефіцит) ресурсів (запасів) в якомусь процесі забезпечення призводить до зриву виконання завдань, а їх залишки збільшують витрати на їх

виробництво і зберігання, що зменшує у цілому ефективність системи. При цьому залишки запасів або короточасний дефіцит пов'язані, як правило, з помилками оперативного управління, для визначення яких був створений критерій (2).

Інша справа, якщо розглядати середнє статистичний дефіцит або залишки, що виникають на циклі експлуатації (народження, розвиток, насичення і відмирання) в процесі зміни поколінь засобів автоматизації. Наприклад, покоління засобів автоматизації 70-х років мало життєвий цикл 20-25 років, 80-х років – 12-15, 90-х – 5-7 років, а після 2010 року 1-3 року.

Експлуатаційні потреби змінюються аналогічно. Існує дефіцит запасів в перший рік застосування виду виробу. Крім того, сучасна техніка більш старіє морально, ніж з технічної надійності, тобто виникають залишки техніки, яка не відповідає вимогам управління в першу чергу як ІС, так і СОС.

Тому забезпечення потреб під час експлуатації складає серйозну проблему для органів управління. Виникає питання стратегічного управління її структурою – відносно яких показників формувати вимоги до ІС. Природньо, що такі вимоги повинні бути постійними на значному періоді часу і відображати реальні потреби користувачів ІС. Такими показниками можуть бути показники процесів управління, наприклад, якість вирішення завдань, безперервність, оперативність та інші.

Фактично *ефективність СОС залежить від ефективності виконання загальносистемних властивостей, що належать цій системі*. Це дозволяє при багаторівневому системному підході до вирішення питань управління СОС сконцентрувати увагу на функціонально організаційних аспектах.

Обґрунтуємо правомірність такого підходу. Дійсно, основною метою системи управління ІС є забезпечення постійного виконання нерівності (2). Особливістю показника (1), а також критерію (2) у вказаному розумінні є те, що вони сформульовані при *визначеному і незмінному* (constant) в часі переліку (множини) завдань забезпечення відповідними ресурсами (запасами)

$D_{заб}^c = \{d_{заб1}^c, \dots, d_{забn}^c, \dots, d_{забN}^c\}$. Ці завдання поступають в органи управління системи ІС у випадковий момент часу і в умовах, що склалися до цього моменту. Під завданням

забезпечення ресурсами (запасами) $d_{забn}^c \in D_{заб}^c$ розуміється завдання забезпечення ІС

конкретним n -им видом ресурсів. Таким чином показник (1) і критерій (2) повністю (за винятком вартісної складової) визначають сутність проблеми забезпечення ІС. Його кількісне значення досить просто визначається на практиці і забезпечує безпосередній зв'язок показників якості функціонування ІС з вимогами вищої системи.

Отже, із збільшенням числа дослідів показник (1) може розглядатися відносно всього переліку завдань, як ймовірність $P_{зез} \left[D_{заб}^c, t \right]$ збереження ефективності застосування

ІС за рівнем забезпеченості їх ресурсами на момент часу. Такої підхід дозволяє записати критерій (2) оцінки якості функціонування ІС в еквівалентному вигляді:

$$P_{зез} \left[D_{заб}^c, t \right] \geq P_{зез}^{\min}, \quad 0 \leq t < \infty \quad (3)$$

де $P_{зез}^{\min}$ – мінімально припустимий рівень ймовірності забезпечення ІС, що задається з фактичних потреб вищої системи, в якості якої є СОС.

Вагомим недоліком цього підходу є те, що він не враховує процесів розвитку системи в існуючих умовах швидкої зміни поколінь техніки. Під час врахування цієї особливості виникає змінний (vary) перелік завдань

$$D_{заб}^v(t) = \left\{ d_{заб1}^c, \dots, d_{забN}^c, d_{заб(N+1)}^v, \dots, d_{заб(N+m)}^v, \dots, d_{забM}^v \right\},$$

де кількість завдань $M(t)$ множини $D_{\text{заб}}^V(t)$ та їх зміст залежить від часу. В таких умовах вираз (3) приймає вигляд:

$$P_{\text{зез}} \left[D_{\text{заб}}^V(t), t \right] \geq P_{\text{зез}}^{\text{min}}, \quad 0 \leq t < \infty \quad (4)$$

Приймаємо вираз (4) за критерій ефективності ІС щодо виконання змінного переліку завдань множини $D_{\text{заб}}^V(t)$ по черговості їх надходження. Вважаємо, що кожне завдання $d_{\text{заб}m}^V \in D_{\text{заб}}^V(t)$ пов'язане із забезпеченням конкретних потреб $a(t)$ ІС наявністю запасів $Q(a(t), t)$ в потрібному місці, в потрібний час і достатньої кількості. Дійсно, деяка система забезпечення ІС починає відчувати зміни завдань через зміну середнє статистичних значень потреб $a(t)$, які отримують органи управління як заявки на забезпечення типами ресурсів (запасами) $Q(a(t), t)$. Практично це визначається нерівністю $Q(a(t), t) \geq Q_{\text{доп}}$, де $Q_{\text{доп}}$ – мінімально допустиме значення запасів. Поява нових або зміна існуючих потреб є причиною необхідності стратегічного управління структурою ІС, у тому числі структурою запасів (номенклатурою).

При такому погляді на завдання ІС правомірне застосування конструкції “потреба-можливість”, де причиною появи, змін і відмирання завдань, які виконує ІС, є реальні потреби (бажання) органів управління СОС щодо забезпечення заявок на послуги ІС за рахунок створення запасів. Наслідком змін завдань вважаємо необхідність виконання заходів адаптації ІС щодо своєчасного, і на необхідному рівні, забезпечення запасами потреб, які у вигляді заявок на технічне забезпечення були отримані органами управління технічного забезпечення СОС.

Така конструкція дозволяє урахувати можливі протиріччя між потребами для виконання поточних послуг ІС, з одного боку, і можливістю організації процесів забезпечення запасами майбутніх послуг ІС. Результатом вирішення цього протиріччя є можливість своєчасно і на потрібному рівні забезпечувати всі заявки на послуги за допомогою певної організації ІС у відповідну штатно-організаційну структуру. Усунення цього протиріччя складає сутність проблеми стратегічного управління структурою ІС. При цьому вищий орган СОС цікавить виконання вимог, що задані виразом (4) в нових умовах. Звідси критерій (4) приймає вигляд:

$$P_{\text{зез}} \left[Q(a(t), t) \geq Q_{\text{доп}} \right] \geq P_{\text{зез}}^{\text{min}}, \quad 0 \leq t < \infty \quad (5)$$

де $P_{\text{зез}} \left[Q(a(t), t) \geq Q_{\text{доп}} \right]$ – ймовірність своєчасного задоволення запасами на рівні не нижче заданих потреб $a(t)$ ІС по мірі надходження відповідних заявок на послуги.

Вираз (5) є відправним моментом для створення статистичної моделі оцінки ефективності функціонування ІС.

4. Обґрунтування підходу до формування вимог до ІС

Приймаємо обмеження, що вищу систему не цікавить структура підлеглої системи, важливим є кінцевий корисний ефект, який створює підлегла ІС. Її кінцевим корисним ефектом є своєчасне і на потрібному рівні забезпечення послуг, що застосовано у конкретному процесі управління. Визначення стратегії управління ресурсами, тобто забезпечення наявності запасів в потрібний час, у необхідному місці і кількості, є функцією органу управління ІС. Показники вищої системи є характеристиками потреб (бажань), що надаються підлеглий системі автоматизованою системою управління (АСУ) у вигляді вимог.

Для урахування змін потреб вищої системи необхідно виходити з переліку її завдань і оцінювати вплив функціонування ІС на ефективність їх виконання в межах СОС. В якості

вищої системи будемо розглядати замкнену систему управління СОС. Це потрібно, щоб виключити зовнішні впливи середовища. Показником її ефективності є бажана ефективність, як ймовірність $P_B(D_B^V)$ успішного вирішення бажаних задач із змінного переліку $D_B^V = \{d_{B1}^C, \dots, d_{BN}^C, d_{B1}^V, \dots, d_{Bm}^V, \dots, d_{BF}^V\}$, по міри їх надходження. Тоді для оцінки ефективності сукупності органів управління ІС, згідно до виразу (4), отримуємо:

$$P_{ACU} [D_y^V, t] = \frac{P_B(D_B^V)}{P_{B0}(D_B^V)}, \quad (6)$$

де $P_B(D_B^V)$ – ймовірність успішного вирішення бажаних завдань $d_{Bm}^V \in D_B^V$ після їх надходження. Припускається, що завдання надходять у систему у випадковий момент часу і вирішуються в умовах, що склалися до цього моменту, тобто це реальне значення введеного нами показника бажаної ефективності замкнутої системи управління;

$P_{B0}(D_B^V)$ – значення того ж показника, але визначене при умові, що система управління ІС функціонує найкращим чином, тобто забезпечує виконання усіх вимог до неї.

Як обґрунтовано в [2], перевагами показника ефективності в формі (6) є те, що всі чинники, діючі на якість системи, крім останнього входять до чисельника і знаменника дробу, що його визначає, в однаковому ступені. В той же час він пов'язаний з показником ефективності замкнутої системи управління $P_B(D_B^V)$. Але такий підхід має істотний недолік – у зв'язку зі складністю визначення значень показників бажаної ефективності вигляду $P_B(D_B^V)$ і $P_{B0}(D_B^V)$ безпосереднє застосування співвідношення (6) для отримання оцінки ефективності автоматизованої системи управління практично неможливе.

Для того, щоб обійти цю складність, відмітимо той об'єктивний факт, що множина бажаних завдань $D_B^V = \{d_{B1}^C, \dots, d_{BN}^C, d_{B1}^V, \dots, d_{Bm}^V, \dots, d_{BF}^V\}$, $F \neq Z$ завжди породжує однозначно пов'язану з нею змінну множину завдань управління $D_{yB}^V = \{d_{yB1}^V, \dots, d_{yBz}^V, \dots, d_{yBZ}^V\}$, що підлягають вирішенню в автоматизованій системі управління ІС в процесі функціонування. При цьому кожна задача управління $d_{yBz}^V \in D_{yB}^V$ може характеризуватися низкою властивостей процесів управління (стійкістю, безперервністю та ін.) та процесів зв'язку (своєчасністю та ін.).

Позначимо множину кількісних показників цих властивостей як W_j , $j=\overline{1, J}$. Для кожного такого показника можна визначити вимоги. Звідси слідує, що завдання d_{yBz}^V , $z=\overline{1, Z}$ породжують множину типових завдань $d_{yBm}^V \rightarrow \{d_{W_1}, \dots, d_{W_j}, \dots, d_{W_J}\}$, $m=\overline{1, M}$ забезпечення вимог за показниками W_j , $j=\overline{1, J}$. Тут d_{W_j} – завдання управління процесом за j -ю властивістю.

Бачимо, що змінному переліку завдань $D_{yБ}^V$ можна поставити в однозначну відповідність

постійну і незмінну множину типових завдань $D_j^V = \left\{ d_{W_1}, \dots, d_{W_j}, \dots, d_{W_J} \right\}$, що

багаторазово повторюється під час вирішення кожного завдання з множини D_j^V . Треба підкреслити, що до управління процесом з j -ої властивості існують вимоги, тобто виконання кожного завдання d_{W_j} може відображатися прийнятими критеріями $d_{W_j} : W_j \geq W_{j\text{доп}}$, $j = \overline{1, J}$.

Наприклад, одним з показників властивості процесу зв'язку є своєчасність доставки повідомлення по каналах зв'язку. Він оцінюється ймовірністю своєчасної передачі певної категорії повідомлення $P_{\text{св}}(\tau \leq \tau_{\text{доп}})$. На основі цього показника формується вимога

$P_{\text{св}}(\tau \leq \tau_{\text{доп}}) \geq P_{\text{св.доп}}$, яка відображає бажання вищої системи до якості процесу передачі повідомлень. Аналогічно можуть бути сформульовані вимоги відносно інших показників якості процесів управління і зв'язку. Перевагою такого підходу є те, що для багаторазово повторюваних завдань $d_{W_j} \in D^V$ є визначені в керівних документах вимоги $W_{j\text{доп}}$, $j = \overline{1, J}$.

Це виключає необхідність прямого вирахування значень бажаної ефективності під час оцінки ефективності автоматизованої системи управління ПС за формулою (6) і дозволяє сконцентрувати увагу безпосередньо на множині завдань D^V .

Таким чином, організується сукупність поступово породжених множин $D_B^V \rightarrow D_{yБ}^V \rightarrow D^V$

однозначно пов'язаних між собою, де D^V – це множина завдань по всім властивостям W_j ,

$j = \overline{1, J}$. Але виконання вимог $W_j \geq W_{j\text{доп}}$, $j = \overline{1, J}$ до процесів управління ПС досягається при інших рівних умовах під час застосування засобів автоматизації. Її працездатність підтримується наявністю в потрібній час і місці певної кількості запасів, які відносно j -ї властивості повинні задовольняти вимозі $Q_j(a(t), t) \geq Q_{j\text{доп}}$.

Може статися, що такі вимоги для різних властивостей будуть входити в протиріччя, тому що будуть вимагати різну організацію сил і засобів ПС. Але усунення цього протиріччя і є одним із завдань стратегічного управління структурою, для чого є спеціальні процедури, наприклад, методи координації, що надані в [3]. При такому підході критерій ефективності функціонування ПС, який наданий у виразі (4), при умовах розгляду питань підтримання працездатності засобів автоматизації, яка застосована у процесах управління СОС, може бути розглянутий відносно кожної властивості з множини вимог $W_j \geq W_{j\text{доп}}$, $j = \overline{1, J}$ до процесів

управління і зв'язку, і відносно до завдань з множини D^V , тобто приймає вигляд:

$$P_{j\text{зез}} \left[D_{\text{заб}}^V(t), t \right] \geq P_{j\text{зез}}^{\min}, \quad 0 \leq t < \infty. \quad (7)$$

Відносно виразу (5) він може бути представлений у вигляді:

$$P_{j\text{зез}} \left[Q(a(t), t) \geq Q_{\text{доп}} \right] \geq P_{j\text{зез}}^{\min}, \quad 0 \leq t < \infty, \quad j = \overline{1, J}. \quad (8)$$

5. Висновки

Як підсумок можна сказати, що запропонований підхід надає можливість створити модель для стратегічного управління структурою ІС в межах СОС, у вигляді стохастичної моделі обслуговування, яка відображає процес зародження та ліквідації потреб певного виду, відносно яких виконуються зміни в організації структури системи забезпечення.

Надані вищі вирази надають можливість вважати, що:

1) ефективність ІС при інших рівних умовах визначається ступенем забезпечення множини завдань множини D^V відносно всіх властивостей процесів управління СОС;

2) будь-яке вирішення завдання $d_{W_j} \in D^V$ залежить від ступеня забезпечення ресурсами (запасами) засобів автоматизації, тобто забезпечення умов $Q_j(a(t), t) \geq Q_{j\text{доп}}$;

3) вирази (7) і (8) за своїм фізичним змістом можуть бути прийняті для визначення вимог до ІС.

Список використаної літератури

1. Хедли Дж. Анализ систем управления запасами / Дж. Хедли, Т. Уайтин. – Москва: Наука, 1969. – 511 с.
2. Васильев Б. В. Надежность и эффективность радиоэлектронных устройств / Б. В. Васильев, Б. А. Козлов, Л. Г. Ткаченко. – Москва: Советское радио, 1964. – 368 с.
3. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахаара. – Москва: Мир, 1970. – 340 с.

References

1. Headley J., Whitin T. "Analysis of the systems of inventory management." *Moskva: Nauka* (1969): 511.
2. Vasiliev B. V., Kozlov B. A., Tkachenko L. G. "Reliability and efficiency of radioelectronic devices." *Moskva: Sovetskoe radio* (1964): 368.
3. Mesarovic M., Mako D., Takahara I. "The theory of hierarchical multi-level systems." *Moskva: Mir* (1970): 340.

Автори статті

Вишнівський Віктор Вікторович – доктор технічних наук, завідувач кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (67) 300 16 74. E-mail: vish_vv@ukr.net.

Катков Юрій Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (67) 789 34 78. E-mail: ky112@bigmir.net.

Зінченко Ольга Валеріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Державний університет телекомунікацій, м. Київ. Тел.: +380 (63) 350 32 63. E-mail: ZinchenkoOV@gmail.com.

Authors of the article

Vyshnivskiyi Victor Victorovich – doctor of sciences (technical), head of information and cyber security department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel: +380 (67) 300 16 74. E-mail: vish_vv@ukr.net.

Katkov Yuriy Ihorovich – candidate of sciences (technical), associate professor of computer science department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel: +380 (67) 789 34 78. E-mail: ky112@bigmir.net.

Zinchenko Olha Valeriivna – candidate of sciences (technical), associate professor of computer science department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel: +380 (63) 350 32 63. E-mail: ZinchenkoOV@gmail.com.

Дата надходження
в редакцію: 12.01.2018 р.

Рецензент:
доктор технічних наук, професор М. К. Жердев
Київський національний університет ім. Тараса
Шевченка