

– 135 с. **16.** Масару Эмото Послания воды: Тайные коды кристаллов льда / Эмото Масару; перев. с англ. – М.: София, 2005. – 96 с. **17.** Курик М.В. Вода – естественный детектор космологических ритмов / М.В. Курик // Квантовая магия. – 2008. – Том. 5, Вып. 2. – С. 2192 – 2199. **18.** Курик М.В. О фрактальности питьевой воды («Живая вода») // Физика, сознание и жизнь. Космология и астрофизика. – 2002. – № 3. – С. 45 – 48. **19.** Зенин С.В. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем: дис. ... доктор биол. наук: 05.26.02 / Зенин Станислав Валентинович. – М., 1999. – 207 с.

Поступила в редколлегию 30.03.11

УДК 681.5:004.9

В.І ТОШИНСЬКИЙ, докт. техн. наук, зав. кафедрой, НТУ «ХП»,

І.Г. ЛИСАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»,

О.Г. ШУТИНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»,

В.О. ШУТИНСЬКИЙ, студент гр. ІТ-77, НТУ «ХП»,

І.Г. ДЕМЧУК, виклад. І кат., Харківський кооперативний
торгово-економічний коледж

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ПІДСИСТЕМИ МЕРЕЖНОГО ОБМІНУ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

В статті наведені підходи до формування методики визначення показників якості та обґрунтування технічних вимог до підсистеми мережного обміну комп'ютерно-інтегрованої системи управління технологічними процесами.

В статье приведены подходы к формированию методики определения показателей качества и обоснование технических требований к подсистеме сетевого обмена компьютерно-интегрированной системы управления технологическими процессами.

In the articles the resulted approaches to forming of method of determination of indexes of quality and ground of technical requirements to the subsystem of network exchange of computer-aided integrated control the system by technological processes.

При розробці будь-якої системи, зокрема комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) технологічними процесами, фахівці прагнуть до певної її оптимізації у смислі вибраного критерію [1, 2].

Існує велика кількість критеріїв управління, які характеризують складну систему з різних боків. Однак постійна поточна зміна внутрішніх умов та зо-

внiшнього середовища вимагає деяких змiн в структурi системи для збереження її оптимальностi. Це призводить до того, що iнодi рiзні критерiї вимагають вiд розробника системи протилежних технiчних вимог до підсистем, що входять до складної системи.

Загальнi правила вибору критерiю оптимiзацiї складних систем зазначеного класу на сьогоднішнiй день ще потребують удосконалення та не є однозначними, i тому часто критерiй вибирається iнтуїтивно. В залежностi вiд ступеня свободи розробника можливі наступнi варiанти поставлення задачi оптимiзацiї [1]:

- параметрична оптимiзацiя (структура системи є заданою; можливе змiнення усiх або частки параметрiв);
- вибiр оптимальних структури та параметрiв системи (заданий клас систем: лiнiйнi або нелiнiйнi);
- вибiр оптимальних структури та параметрiв системи (обмежень на клас немає; єдине обмеження – система має бути фiзично реалiзуемою).

Вiдомо [3], що будь-яку науково обґрунтовану систему можна розглядати як оптимальну, оскiльки, вiддаючи їй перевагу, ми вважаємо її найкращою серед множини iнших. Звичайно *оптимальнiсть* розумiють у смислi забезпечення екстремуму вибраного показника якостi управлiння:

$$I = \text{extremum} \quad (1)$$

При цьому вирiшення задачi оптимiзацiї складається iз вирiшення двох задач: *вибору критерiю оптимiзацiї та визначення оптимальних параметрiв або структури системи управлiння*, що забезпечує її оптимальнiсть в цiлому.

Задачi, що вирiшуються системою управлiння, в даному випадку замкненою системою «комп'ютерно-iнтегрована система управлiння – технологiчний об'єкт або процес», звичайно, настiльки складнi, а умови її застосування настiльки рiзноманiтнi, що оцiнити ефективнiсть даної системи з достатньою повнотою якимсь одним показником якостi виявляється практично неможливим.

Як слiд для оцiнки якостi функцiонування (ефективностi) подiбних систем у сучаснiй лiтературi застосовується велика кiлькiсть часткових показникiв якостi [2, 3].

Iнтеграцiя засобiв автоматизацiї та комп'ютерних засобiв визначила необхiднiсть використання мережних пристроїв та каналiв зв'язку. Це призведе

ло до необхідності дослідження інформаційно-технічних характеристик підсистеми мережного обміну.

Отже, метою даної статті є спроба системного підходу до визначення показників якості та обґрунтування технічних вимог до підсистеми мережного забезпечення комп'ютерно-інтегрованої системи управління технологічними процесами.

Для визначення зазначених показників якості, як правило, необхідно визначати цілий ряд більш часткових показників.

До них з точки зору КІСУ, і зокрема *підсистеми мережного обміну*, відносяться у першу чергу наступні: вірогідність, пропускна здатність (швидкість), далекість дії, надійність при відсутності завад, завадозахищеність, складність виробництва та експлуатації [3].

На цей час в різних галузях промисловості склалась тенденція коли автоматизоване управління процесом або об'єктом зміщується безпосередньо до об'єкту або процесу.

Тому актуальним завданням є *забезпечення виконання технічних вимог* підсистемою мережного обміну, яка є невід'ємною частиною КІСУ та елементом зв'язку між об'єктом управління та оператором SCADA-системи.

В якості часткових показників оберемо наступні критерії:

1. Вірогідність обміну даними.
2. Пропускна спроможність та швидкість обміну.
3. Дальність дії в мережі.

Використання методики для обґрунтування технічних вимог до підсистеми мережного обміну комп'ютерно-інтегрованої системи управління технологічним процесом розглянемо на прикладі аналізу локальної мережі з використанням математичного процесору Mathcad.

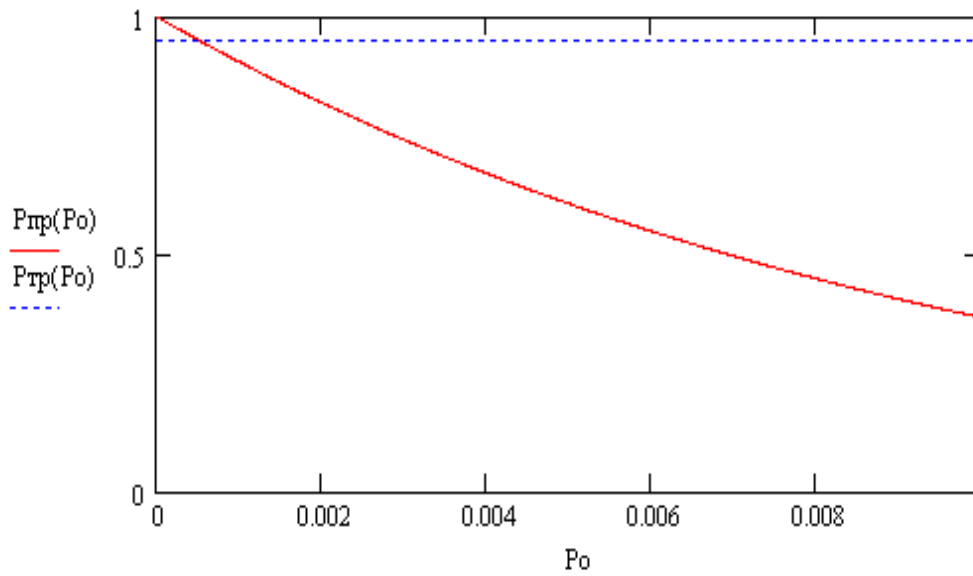
Розрахунки характеристик підсистеми мережного обміну проведено для випадку використання промислової мережі ModBus яка є промисловою мережею та забезпечує роботу КІСУ ТП.

Початковими даними для розрахунків були обрані стандартні параметри мережі: імовірність похибки в переданому пакеті, кількість переданих біт та швидкість передавання [2].

Результати розрахунку імовірнісних характеристик обміну даними представлені на рис. 1а та 1б, де показані графіки залежності імовірності правиль-

$n := 100$ $P_{\text{TP}}(x) := 0.95$

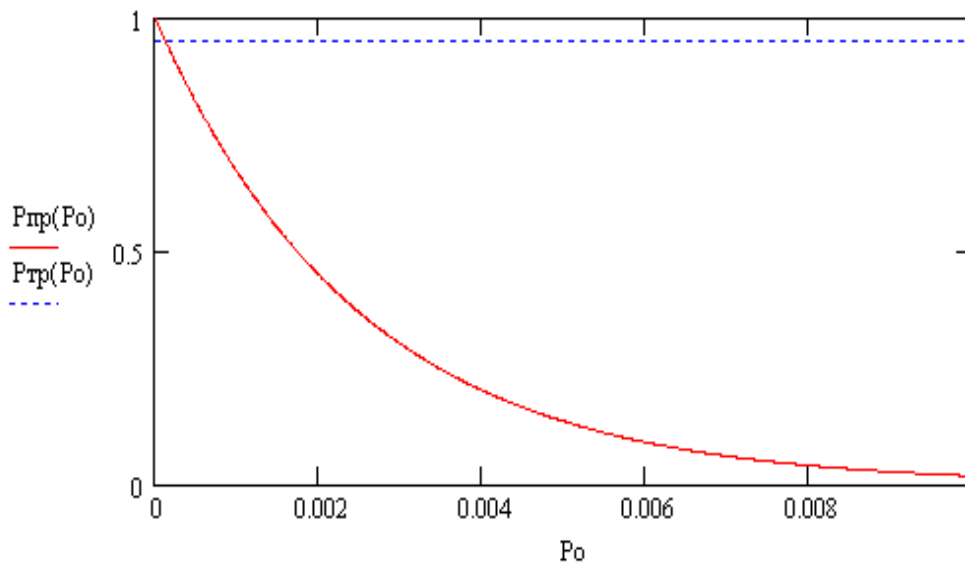
$P_{\text{TP}}(P_o) := (1 - P_o)^n$ $P_{o_max} := 1 - \sqrt[n]{P_{\text{TP}}(1)}$



$P_{o_max} = 0.0005128014$

$n := 400$ $P_{\text{TP}}(x) := 0.95$

$P_{\text{TP}}(P_o) := (1 - P_o)^n$ $P_{o_max} := 1 - \sqrt[n]{P_{\text{TP}}(1)}$



$P_{o_max} = 0.000128225$

Рис. 1. Залежність імовірності правильного прийому від імовірності похибки для різних значень кількості біт в посилці

ного прийому пакета даних ($P_{пр}$) для відомій імовірності похибки на один біт (P_0) при фіксованому значенні кількості біт в посилці ($n=100, 400$).

Нехай потрібне значення імовірності правильного прийому пакета даних буде дорівнювати 0.95, що є цілком відповідним загальним вимогам до систем передавання даних. Аналіз наведених графіків наочно доказує, що для забезпечення потрібного рівня імовірності правильного прийому для малих пакетів (сотні біт) є цілком досяжним для максимального значення імовірності похибки на один біт (10^{-4}). Зворотне рішення задачі визначення максимального розміру посилки для наведених вище умов підтверджує проведені розрахунки.

Результати цього зображені на рис. 2, де показано, що для посилки до 500 біт в пакеті та імовірності похибки на один біт (10^{-4}) імовірність правильного прийому буде відповідати потрібному значенню (0.95).

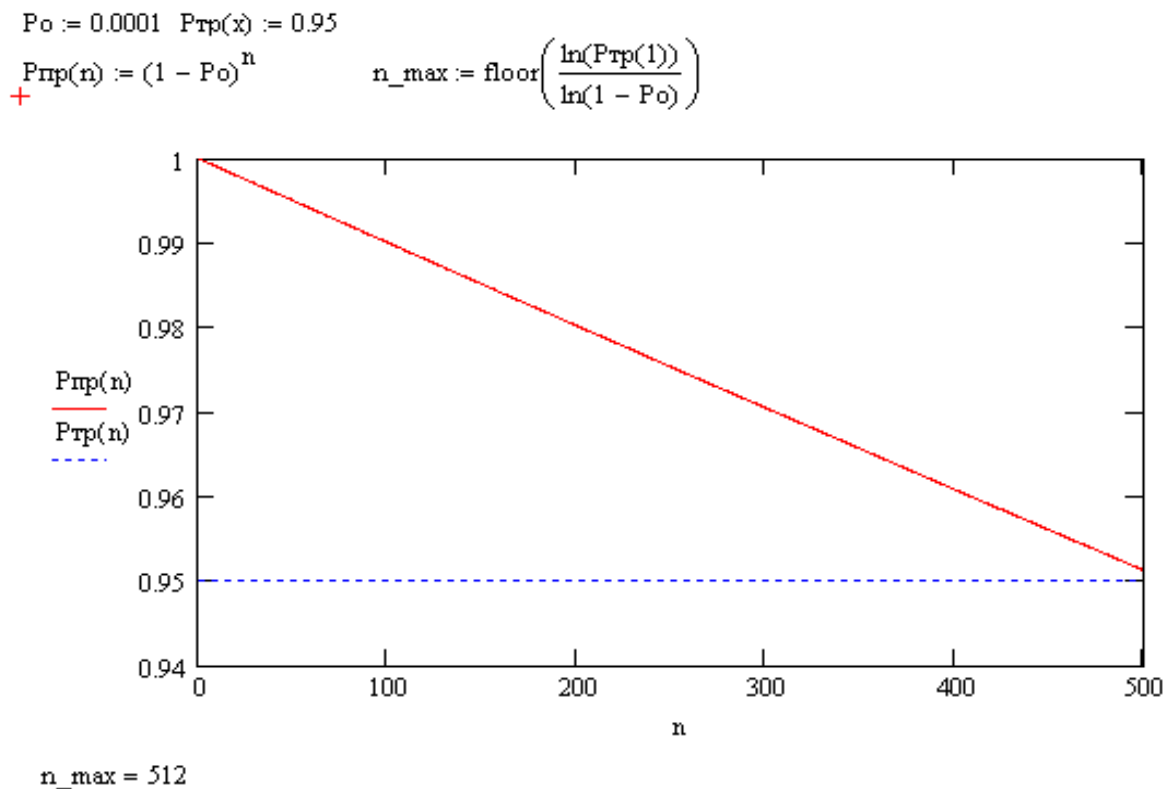


Рис. 2. Залежність імовірності правильного прийому від кількості біт в посилці для заданої імовірності похибки

Результати розрахунку часових характеристик обміну інформацією показує, що в мережах ModBus кадри об'ємом до 500 біт для ліній зв'язку до 1 км час доставки пакета вимагає від лінії зв'язку значення смуги перепускання, а відповідно швидкості, які не є реальними.

Тому в цьому випадку потрібно знизити значення потрібний час доставляння кадру. Це відображено на рис. 3.

$$L := 1000 \quad n := 400 \quad V_p := 3 \cdot 10^8 \quad t_{d_rp} := 0.001$$

$$t_d(x) := \frac{n}{C} + \frac{L}{V_p} \quad C_{min} := \frac{n}{\left(t_{d_rp} - \frac{L}{V_p}\right)} \quad C_{min} = 401338$$

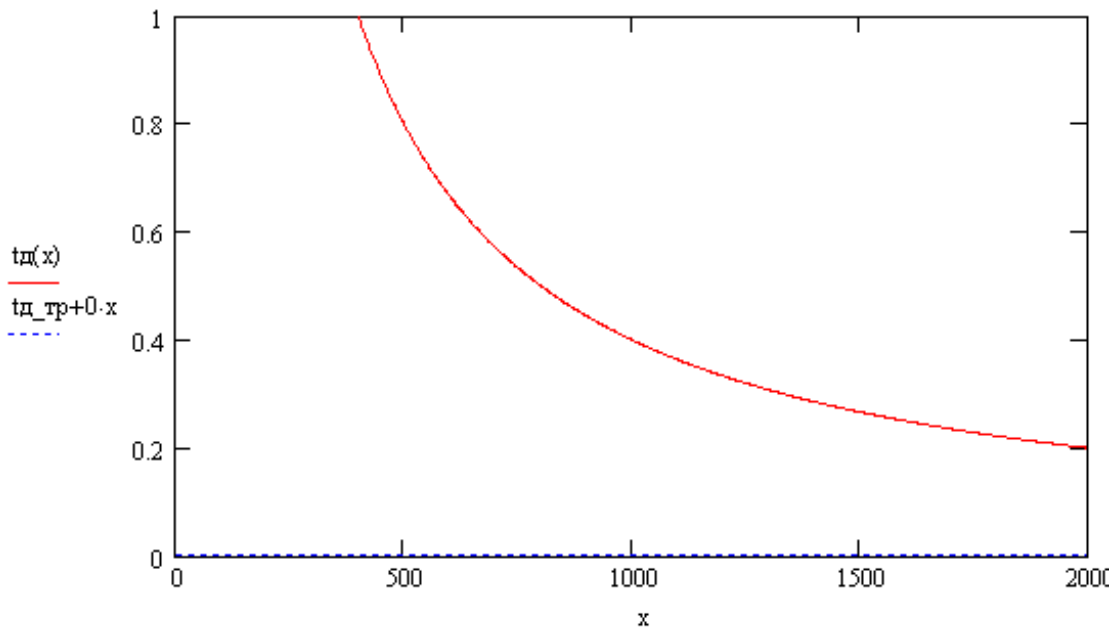


Рис. 3. Залежність часу доставляння кадру від довжини лінії зв'язку

Отже, вимоги до підсистеми мережного обміну даними не є однозначними. Тому вони потребують аналізу перед розробленням підсистеми обміну. При цьому для синтезу об'єктивної оцінки, за допомогою якої можна порівняти певні підсистеми необхідно мати один єдиний показник. Таким чином, враховуючи вищенаведене основний критерій оцінки ефективності функціонування оптимальної КІСУ суттєво залежить від скалярного критерію для оцінки ефективності підсистеми мережного обміну. Причому досягнення потрібних показників можливе за рахунок оптимізації структури підсистеми мережного обміну даними.

Список літератури: 1. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / [А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев]; под ред. А.С. Клюева. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с. **2.** Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с. **3.** Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – [3-е изд.]. – С.-Пб.: Питер, 2006. – 958 с.