

**Мельник Ю. В., Пархоменко В. Л., Пархоменко В. В.**

*Державний університет телекомунікацій, Київ*

### **ВПЛИВ МЕТОДІВ ВВЕДЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НАДМІРНОСТІ НА ОБМЕЖЕННЯ ЗА ДОСТОВІРНІСТЮ І ОПЕРАТИВНІСТЮ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ**

*Розглянуті коди із виявленням і виправленням помилок та здійснена оцінка впливу вибраного методу виправлення спотворень інформації на параметри забезпечення достовірності, швидкості її обробки. Отримані залежності достовірності обробки інформації від величини введеної інформаційної надлишковості і кратності помилок. Отримані залежності достовірності і швидкості обробки інформації від величини контрольованого блоку інформації.*

**Ключові слова:** телекомунікаційна система, коди, спотворення інформації, параметри, достовірність, швидкість обробки інформації, інформаційна надлишковість

**Melnyk Yu. V., Parkhomenko V. L., Parkhomenko V. V.**

*State University of Telecommunications, Kyiv*

### **INFLUENCE OF METHODS OF INTRODUCTION OF INFORMATIVE SURPLUS ON LIMITATIONS ON AUTHENTICITY AND OPERATIONABILITY OF TREATMENT OF INFORMATION IN THE TELECOMMUNICATION SYSTEM**

*Conducted research on the impact of methods of introducing information redundancy on the type of restrictions on the reliability and efficiency of information processing in a telecommunications system. Codes with detection, correction of errors are considered and the influence of the chosen method of correcting information distortions on the parameters of ensuring the reliability and speed of its processing is evaluated; dependences of the reliability of information processing on the value of the entered information redundancy and error rate were obtained; dependences of the reliability and speed of information processing on the size of the monitored block of information were obtained. It is shown that when solving optimization tasks, at the choice of a complex of technical means for a telecommunication system, the size of the controlled block must be selected at the change site where the average information processing speed grows and the confidence remains within the limits of permissible. The method for correcting the errors of the user (operator) of the telecommunication system by using information redundancy in the primary data at the stages of the formation and preparation of the document is investigated, the scope and conditions for its use are established. Detection of user errors, the operator is carried out by comparing pre-prepared and newly obtained checksums. Correction of user errors, the operator is implemented by re-recording the distorted block of information. The evaluation of the proposed method for correcting errors according to the parameters of ensuring the reliability and speed of information processing was performed.*

**Keywords:** telecommunication system, codes, information distortion, parameters, accuracy, speed of information processing, information redundancy.

**Мельник Ю. В., Пархоменко В. Л., Пархоменко В. В.**

*Государственный университет телекоммуникаций, Киев*

### **ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ВВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ НА ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ДОСТОВЕРНОСТИ И ОПЕРАТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

*Рассмотрены коды с обнаружением, исправлением ошибок и осуществлена оценка влияния выбранного метода исправления искажений информации на параметры обеспечения достоверности, скорости ее обработки.*

© Мельник Ю. В., Пархоменко В. Л., Пархоменко В. В., 2018

*Получены зависимости достоверности обработки информации от величины введенной информационной избыточности и кратности ошибок. Получены зависимости достоверности и скорости обработки информации от величины контролируемого блока информации.*

**Ключевые слова:** телекоммуникационная система, коды, искажение информации, параметры, достоверность, скорость обработки информации, информационная избыточность.

### Вступ

Підвищення достовірності обробки інформації в телекомунікаційній системі (ТС) нероздільно пов'язано із введенням інформаційної і структурної надмірності, яка зменшує швидкість обробки інформації та погіршує надійність системи. Таким чином, швидкість обробки інформації і інтенсивність відмов засобів в обмеженнях є параметрами, що відображають вплив інформаційної та структурної надмірності на достовірність і оперативність обробки інформації.

Розрахунку надійності структур складних систем присвячені роботи В. К. Стеклова, Л. Н. Беркман, Б. В. Гнеденко, Г. В. Дружинина, Я. Б. Шора, Б. Р. Левина, І. П. Бусленко, Н. Н. Коваленко [1-3]. Однак, у роботах не містяться методичні рекомендації щодо визначення швидкості обробки інформації, не визначені параметри, що впливають на її величину. В зв'язку з цим виникла необхідність дослідити вплив методів введення інформаційної надмірності на обмеження з достовірності і оперативності обробки інформації в телекомунікаційній системі [4].

### Основна частина

Одним із способів боротьби з виникаючими помилками являється використання кодів із знаходженням і виправленням помилок.

Для аналізу вказаних кодів складемо методика, яка передбачає оцінку вибраного метода корекції помилок за параметрами:

- забезпечуваної достовірності інформації;
- швидкості обробки інформації;
- величині введеної інформаційної надмірності.

Загальний принцип побудови кодів, що виявляють і виправляють помилки, які виникли при обробці інформації полягає в наступному. Із  $N=2^n$  можливих кодових комбінацій довжини  $n$  над двійковим алфавітом вибирається  $N_0 < N$  доступних, а решта  $N-N_0$  комбінацій оголошуються забороненими. Поява забороненої комбінації на пункті прийому інформації свідчить про наявність помилки. Розглянемо на множині усіх можливих кодових комбінацій довжини  $n$  відстань Хеммінга

$$\rho(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i \oplus y_i), \quad (1)$$

рівну кількості невідповідностей у комбінаціях  $x = (x_1, \dots, x_n)$  і  $y = (y_1, \dots, y_n)$  (знак  $\oplus$  в (1) означає додавання за модулем 2. Тоді відстань Хеммінга між відісланою комбінацією  $x$  і прийнятою комбінацією  $x'$  дорівнює кількості помилок, що виникли в процесі передачі. Якщо тепер вибрати множину  $N_0$  таким чином, щоб між будь-якими двома її точками відстань Хеммінга була не менше  $t$ , то по виду прийнятої комбінації ми зможемо виявити помилки кратності, що не перевищують  $t$ , і виправити помилки кратності перевищуючій  $t_0$ , де  $t_0$  задовольняє нерівність:

$$2t_0 + 1 \leq t.$$

Зрозуміло, що для забезпечення нерівності  $N > N_0$  необхідно збільшити довжину кодового слова у порівнянні з довжиною слова без надмірності (довжину безнадлишкового слова  $n_0$  так, щоб  $2^{n_0} \geq N$ ).

Виникає завдання визначення мінімальної додаткової довжини  $k$  кожної комбінації, що дозволяє "рознести" всі точки  $N$  на відстань  $d$ . Є лише достатні умови для визначення  $k$ . Ці умови знайдені Д. Л. Варламовим і полягають в тому, що  $k$  повинно задовольняти нерівність:

$$2^k > \sum_{i=0}^{d-2} C_{n_0+k-1}^i \quad (2)$$

Якщо кожний символ кодової комбінації довжини  $n_0 + k$  з вірогідністю  $p$  піддаються помилці, то з ймовірністю

$$D(r) = \sum_{i=0}^r C_{n_0+k}^i P^i (1-p)^{n_0+k-1}$$

число помилок при передачі не перевищить  $r$ . Припустимо, що ми хочемо побудувати код з виправленням помилок таким чином, щоб з вірогідністю  $1 - \varepsilon$  можна було забезпечити правильний прийом інформації, що міститься в переданому кодовому слові. З приведених вище аргументів і враховуючи (2) виходить, що задача зводиться до рішення системи двох нерівностей:

$$2^k > \sum_{i=0}^{2m-1} C_{n_0+k-1}^i; \quad D(m) \geq 1 - \varepsilon, \quad (3)$$

де невідомі  $m$ ,  $k$  можуть приймати лише цілочисельні значення. Наголосимо, що якщо ставиться задача лише виявлення помилок з вірогідністю  $1 - \varepsilon$ , то другу нерівність системи (3) слід замінити нерівністю:

$$D(2m) \geq 1 - \varepsilon.$$

Оскільки аналітичне рішення системи (3) не представляється можливим, пропонується знаходження рішення за допомогою комп'ютерної техніки.

Результати обчислення показали, що досягнення високих рівнів достовірності обробки даних неможливе без великої кількості додаткової, надмірної інформації. Практична реалізація процесу введення надмірності для виправлення помилок важка у зв'язку із громіздкістю технічних рішень. Тому, на практиці, часто застосовують методи, що дозволяють знайти помилки і шляхом повторень їх виправити.

Розглянемо докладніше характерний спосіб реалізації кодів з виявленням помилок. Припустимо, що від  $A$  до  $B$  по каналу  $K$  передається інформація, сформована у вигляді кодового слова  $X$  довжиною  $n_0 + k$  над двійковим алфавітом (рис. 1).

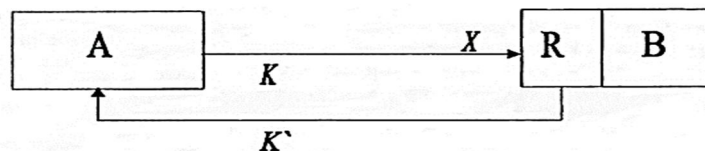


Рис. 1. Схема реалізації кодів з виявленням помилок

На вході пристрою  $B$  розташовано пристрій реалізації кодової надмірності  $R$ , який працює за наступною логічною схемою: якщо помилка в слові  $X$  не знайдена, то слово  $X$  приймається пристроєм  $B$ ; якщо в слові  $X$  знайдена наявність помилки, то по каналу зворотного зв'язку  $K'$  посиляється сигнал в пристрій  $A$ , по якому передача слова  $X$  повторюється. Процес продовжується до тих пір, поки слово  $X$  не буде прийняте пристроєм  $B$ .

Зрозуміло, що при такому способі передачі інформації від  $A$  до  $B$  швидкість передачі знижується. Оскільки весь об'єм інформації, що передається від  $A$  до  $B$ , як правило, складається із великої кількості слів, то швидкісною характеристикою блока, приведеного на рис.1 може слугувати середня швидкість проходження інформації через цей блок.

Нехай  $\tilde{p}$  ймовірність того, що слово, що подається на пристрій  $R$ , проходить до пристрою  $B$  без повторень, ( $\tilde{p}$  залежить від ймовірності  $p_0$  пошкодження одного символу в каналі і від способу виявлення помилки по надмірності). Якщо  $v$  число повторень слова  $X$  до його проходження в пункт  $B$ , то:

$$(v = r) = (1 - \tilde{p})^{r-1} \tilde{p}, \quad r = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Середня кількість повторень знаходиться за формулою:

$$Ev = \frac{1}{\tilde{p}}. \quad (5)$$

Тепер з урахуванням (4) і (5) неважко визначити, що середня швидкість передачі інформації на ділянці дорівнює:

$$C_{cp}^n = \frac{n_0}{\frac{n_0 + k}{C\tilde{p}} + (\frac{1}{\tilde{p}} - 1) \frac{1}{C'}}, \quad (6)$$

де  $C$  – швидкість передачі інформації по каналу  $K$ ;

$C'$  – швидкість передачі інформації по каналу  $K'$ .

Розглянемо конкретний код для виявлення помилок і покажемо, як в цьому випадку розраховується ймовірність  $\tilde{p}$ . Нехай слово складається із  $n$  інформаційних символів і одного надмірного, в якому стоїть сума перших  $n$  по модулю 2 ( $n = n_0, k = 1$ ). Тоді ймовірність  $\tilde{p}$  дорівнює ймовірності того, що при проходженні слова довжини  $n + 1$  по каналу в ньому буде парна кількість помилок, тобто:

$$\tilde{p} = \tilde{p}_n = \sum_{k=0}^{\lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor} C_{n+1}^{2k} p_0^{2k} (1 - p_0)^{n-2k+1}. \quad (7)$$

При цьому ймовірність того, що в слові  $X$ , прийнятому в пункті  $B$ , помилок немає дорівнює  $(1 - p_0)^{n+1} / \tilde{p}_n$ , що відповідає зростанню достовірності в каналі передачі  $AB$  від  $D_0 = 1 - p_0$  до

$$D_1^{(n)} = \sqrt{\frac{(1 - p_0)^{n+1}}{\tilde{p}_n}} \geq D_0. \quad (8)$$

Варто відмітити, що при  $n \rightarrow \infty$

$$D_1^{(n)} \rightarrow D_0, \quad C_{cp}^{(n)} \rightarrow \frac{C}{2},$$

тобто швидкість знижується вдвічі без практичного підвищення достовірності (час роботи пристрою  $R$  і проходження сигналу по каналу вважаємо дуже малим і не враховуємо).

Для досягнення потрібного рівня достовірності  $D_1^{(n)}$ , необхідно вибрати раціональну величину контрольованого блока ( $n$ ) і визначити міру зниження швидкості обробки інформації ( $C_{cp}^{(n)} / C$ ), при заданій ймовірності помилки ( $p_0$ ) і прийнятому методі контролю. В розглянутому варіанті контролю інформації мета досягнута шляхом спільного вирішення залежностей (6)-(8). Результати розрахунку за вказаними залежностями наведені на рис. 2-4.

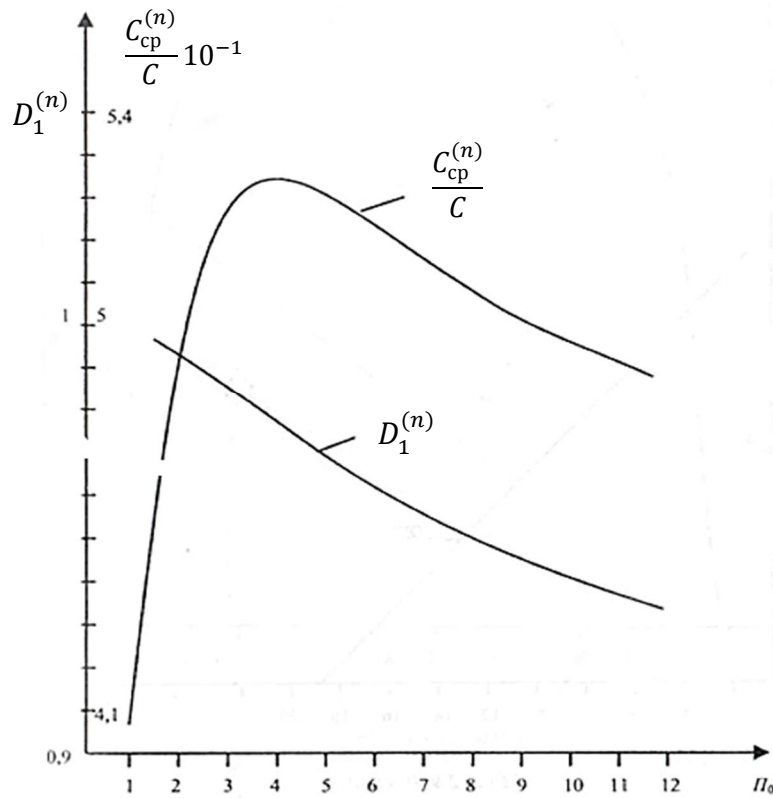


Рис. 2. Зниження швидкості обробки інформації при  $p_0=(0,1)$

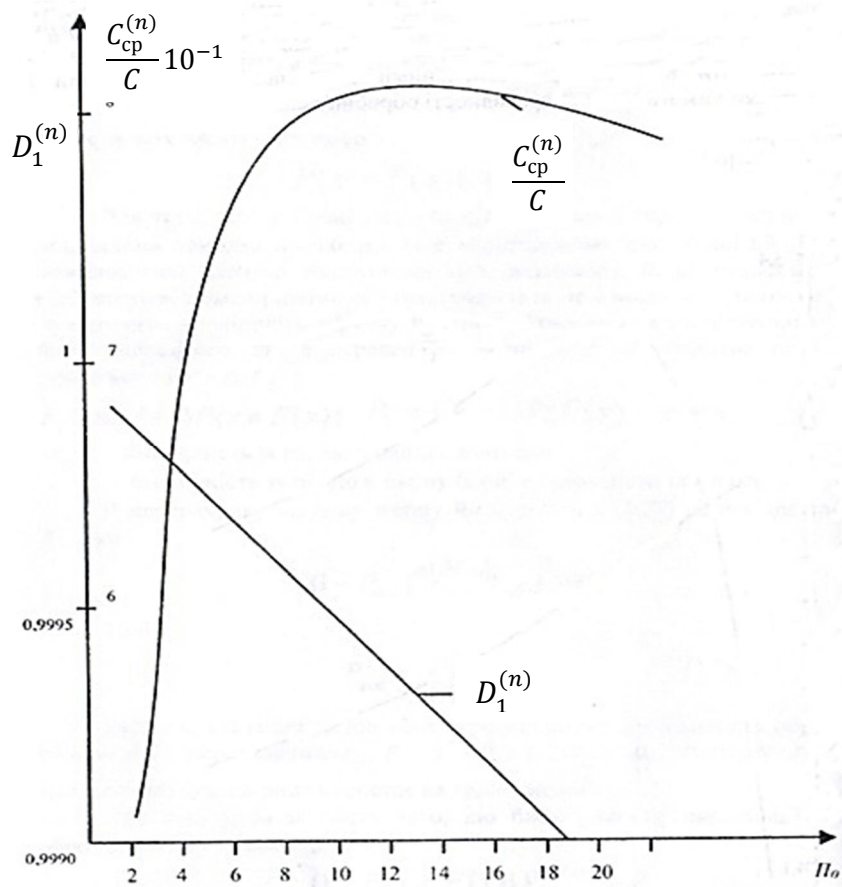
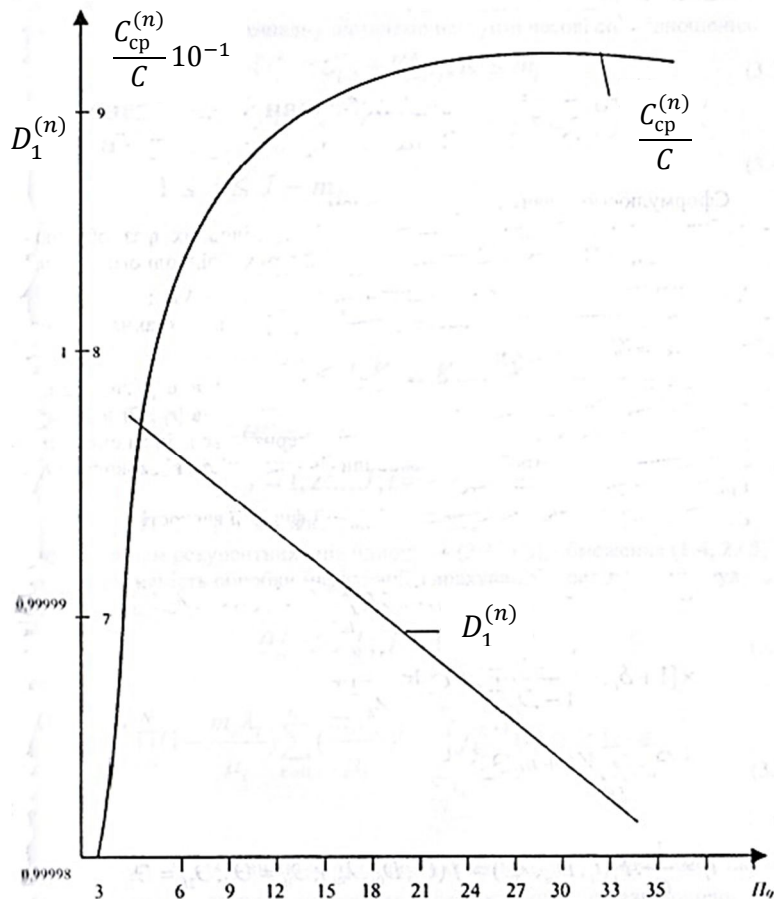


Рис. 3. Зниження швидкості обробки інформації при  $p_0=(0,01)$

Рис. 4. Зниження швидкості обробки інформації при  $p_0 = (0,001)$ 

Наведені дослідження по кодам виправлення помилки і кодам виявлення помилки дозволяють зробити наступні висновки:

– застосування кодів з виправленням помилок зменшує швидкість обробки інформації пропорційно введеній надмірності при постійному контрольованому блоці  $n_0$

$$C_{cp} = \frac{n_0}{n_0 + k} C.$$

Достовірність обробки інформації не завжди підвищується із введенням інформаційної надмірності ( $k$ ) і являється складною функцією від  $k$  з екстремумами і спадами. Виявляється протиріччя між введеною надмірністю і кратністю помилок, тобто збільшуючи довжину слова з метою корекції помилок, збільшуємо кратність помилок, які вражають це слово;

– застосування одного і того ж метода виявлення помилок для контролю блоків інформації різної довжини, веде до зниження достовірності обробки інформації,  $C_{cp}^{(n)}$  (6) при постійному значенні ( $k$ ), спочатку зростає на певному відрізку значень ( $n$ ), а потім спадає в силу зменшення ймовірності ( $\tilde{p}$ ) того, що інформація буде оброблена без повторень.

З викладеного вище випливає, що величину контрольованого блоку, при вирішенні оптимізаційних задач, по вибору КТЗ для ТС необхідно вибирати на тій ділянці зміни  $n$ , де середня швидкість обробки інформації зростає, а достовірність залишається в межах допустимої (наприклад: рис. 2-4) при:

$$p_0 = 0.1, n \in [1 \div 4]; \quad p_0 = 0.01, n \in [1 \div 10]; \quad p_0 = 0.001, n \in [1 \div 32].$$

Особливо цікавою є ситуація, коли інформаційна надмірність закладена в первинний документ при складанні і знаходиться в його графах «Всього», «Сума». Використання її дозволить уникнути втрат часу на введення надмірності в процес підготовки документа.

Вказана інформаційна надмірність може бути використаний як для корекції даних при складанні первинного документа, так і при корекції помилок користувача, оператора [5], що проводить підготовку машиночитаемого документа на основі первинного. При цьому, виявлення помилок користувача, оператора здійснюється шляхом порівняння заздалегідь заготовленої і знову отриманої контрольних сум. виправлення помилок проводиться повторним записом спотвореного блоку інформації. За наявності технічних засобів (електронно-променевої трубки, табло т.д.) дозволяючих візуально знайти помилки в спотвореному блоці, корекція проводиться виправленням помилкових даних. Визначимо достовірність ( $D$ ) і середнє число запису ( $Ev$ ) спотвореного блоку інформації при такому методі корекції помилок.

Для контролю перетворювача  $F$  (наприклад, користувача, оператора) інформації, представленої у вигляді  $n$ -знакових десяткових чисел, разом з самими числами передається надмірна інформація у вигляді контрольної суми  $N$  чисел, що йдуть підряд. На практиці  $N \leq 22$ . Тому в оціночних розрахунках додатковими розрядами  $d$  в контрольній сумі (розрядність  $n+d$ ) можна нехтувати. Оцінимо ймовірність не виявлення помилки у вказаному блоці  $[n(N+1)]$  десяткових цифр.

Із статистичного матеріалу зрозуміло, що для всіх десяткових цифр  $x$

$$P(x \neq F(x)) \approx 10^{-3},$$

і що для всіх десяткових цифр  $x, y$

$$(x \neq F(x)) \approx 10^{-4}.$$

Для того, щоб в блоці  $[n(N+1)]$  після передачі через  $F$  залишилася не знайдена помилка, необхідно, щоб перетворювач зробив дві або більш помилок (що взаємно знищуються при додаванні). Якщо помилка, яка відбувається з ймовірністю  $10^{-3}$ , компенсується не однією, а  $L$  помилками, то виходить ймовірність порядку  $10^{-3} \cdot 10^{-4L}$ . Тому, можна стверджувати, що ймовірність того, що в переданому блоці буде не знайдена помилка, оціниться як  $P \approx P_1 \cdot P_2$ :

$$P_1 = n(N+1)P(x \neq F(x)); \quad P_2 = (N+1)P(F(x) = y \neq x), \quad (9)$$

де  $P_1$  – ймовірність того, що в блоці є помилка;

$P_2$  – ймовірність того, що в цьому блоці є погашаюча помилка.

В перерахунку на одну цифру ймовірність з (9) відповідає такій  $P_{\text{екв}}$ , що

$$(1 - P_{\text{екв}})^{n(N+1)} = 1 - P.$$

Тоді

$$P_{\text{екв}} \approx \frac{1}{n(N+1)} P. \quad (10)$$

Значить, вказаний метод контролю підвищує достовірність обробки інформації перетворювача  $F$  з  $D_0 = 1 - 10^{-3}$  до  $D = 1 - (N+1)10^{-7}$ .

При  $N = 10$ , достовірність зростає на три порядки.

При цьому, ймовірність того, що блок  $[n(N+1)]$  інформації буде оброблений без повторень

$$\tilde{p} = (1 - P(x \neq F(x)))^{n(N+1)} + P.$$

Тоді середня кількість повторень при  $P(x \neq F(x)) \approx 10^{-3}$   $n=6, N=19$ :

$$Ev = \frac{1}{\tilde{p}} = \frac{1}{(1 - 10^{-3})^{n(N+1)} + n(N+1)10^{-7}} \approx \frac{1}{1 - n(N+1)10^{-3}} \approx 1,1. \quad (11)$$

Приведені оціночні розрахунки для  $D$  і  $E\nu$  (10), (11) показують ефективність використання інформаційної надмірності закладеної в первинний документ при його складанні.

Відомі методи корекції помилок вимагають великих витрат на введення інформаційної надмірності і на звернення до первинного документа при виправленні помилок в порівнянні з пропонуваним методом корекції. Тому розглянутий метод корекції помилок користувача, оператора раціонально застосовувати в ТС з інтенсивними інформаційними потоками і жорсткими вимогами до оперативності обробки даних [6, 7].

### Висновки

Для досягнення потрібного рівня достовірності  $D_1^{(n)}$ , необхідно вибрати раціональну величину контрольованого блока ( $n$ ) і визначити міру зниження швидкості обробки інформації ( $C_{cp}^{(n)} / C$ ), при заданій ймовірності помилки ( $p_0$ ) і прийнятому методі контролю. Дослідження, щодо кодів з виправленням помилки і кодів з виявленням помилки, дозволяють зробити наступні висновки:

- застосування кодів з виправленням помилок зменшує швидкість обробки інформації пропорційно введеній надмірності при постійному контрольованому блоці  $n_0$ . Достовірність обробки інформації не завжди підвищується із введенням інформаційної надмірності ( $k$ ) і являється складною функцією від  $k$  з екстремумами і спадами. Виявляється протиріччя між введеною надмірністю і кратністю помилок, тобто збільшуючи довжину слова з метою корекції помилок, збільшуємо кратність помилок, які вражають це слово;

- застосування одного і того ж метода виявлення помилок для контролю блоків інформації різної довжини, веде до зниження достовірності обробки інформації,  $C_{cp}^{(n)}$  при постійному значенні ( $k$ ), спочатку зростає на певному відрізку значень ( $n$ ), а потім спадає в силу зменшення ймовірності ( $\tilde{p}$ ) того, що інформація буде оброблена без повторень;

- при вирішенні оптимізаційних задач, щодо вибору комплексу технічних засобів для ТС величину контрольованого блок необхідно вибирати на тій ділянці зміни  $n$ , де середня швидкість обробки інформації зростає, а достовірність залишається в межах допустимої.

Досліджено метод виправлення помилок користувача (оператора) ТС шляхом використання інформаційної надлишковості в первинних даних на етапах формування та підготовки документа, встановлено область і умови його застосування. Виявлення помилок користувача, оператора здійснюється шляхом порівняння попередньо підготовленої і знову отриманої контрольних сум. Виправлення помилок користувача, оператора реалізується повторним записом спотвореного блока інформації. Виконана оцінка запропонованого методу коректування помилок за параметрами забезпечення достовірності, швидкості обробки інформації. Визначено, що при заданій технології обробки, формування даних ймовірність не виявленої помилки  $p_{н.п.} < 10^{-6}$  при вихідній  $p_{вх.} = 10^{-3}$ , а швидкість обробки інформації зменшується в 1,1 рази.

### Список використаної літератури (ДСТУ)

1. Стеклов В. К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Є. В. Кільчицький. – Київ: Техніка, 2004. – 576 с.
2. Стеклов В. К. Проектування телекомунікаційних мереж / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. – Київ: Техніка, 2002. – 792 с.
3. Пархоменко В. Л. Задача побудови раціональної системи передачі даних / В. Л. Пархоменко, В. Г. Сайко, В. І. Кравченко // Сучасний захист інформації. – 2017. – № 1. – С. 15-20.



4. Мельник Ю.В. Формалізована задача побудови раціональної телекомунікаційної системи / Ю. В. Мельник, В. Л. Пархоменко, В. В. Пархоменко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2018. – № 4(52). – С. 15-24.

5. Мельник Ю.В. Людина-оператор в структурі управління TMN мережі / Ю. В. Мельник, С. В. Гаврилко // Зв'язок. – 2017. – № 6 (130). – С. 6-11.

6. Отрох С. І. Методика оцінювання сталості телекомунікаційної мережі в умовах дії зовнішніх непрогнозованих дестабілізуючих факторів / С. І. Отрох, В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, В. О. Ярош // Зв'язок. – 2016. – № 5 (105). – С. 3-7.

7. Отрох С. І. Методи забезпечення стійкості мережі майбутнього до дії зовнішніх дестабілізуючих факторів / С. І. Отрох, В. О. Ярош, В. О. Власенко, Ю. М. Зіненко // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2017. – № 2. – С. 24-30.

### References (MLA)

1. Steklov V. K., Berkman L. N. and Kilchytskyi Ye. V. *Optimization and Modeling of Devices and Communication Systems* Kyiv: Tekhnika, 2004. Print.

2. Steklov V. K., and Berkman L. N. *Designing Telecommunication Networks*. Kyiv: Tekhnika, 2004., 2002. Print.

3. Parkhomenko V. L., Saiko V. H., and Kravchenko V. I. "The Task of Constructing a Rational Data Transfer System." *Suchasnyi Zakhyst Informatsii*. 1 (2017): 15-20. Print.

4. Melnyk Yu. V., Parkhomenko V. L., and Parkhomenko V. V. "Formalized Task of Constructing a Rational Telecommunication System." // *Naukovi Zapysky Ukrainskoho Naukovo-Doslidnogo Instytutu Zv'язku*. 4(52) (2018): 15-24. Print.

5. Melnyk Yu. V., and Gavrylko Ye. V. "Man-Operator in the Structure of TMN Network Management." *Zv'язok* 6(130) (2017): 6-11. Print.

6. Otrokh S. I., Tolubko V. B., Berkman L. N., and Yarosh V. O. "Methodology for Estimating the Constancy of the Telecommunication Network under Conditions of External Unpredictable Destabilizing Factors." *Zv'язok* 5(105). (2016): С. 3-7. Print.

7. Otrokh S. I., Yarosh V. O., Vlasenko V. O., and Zinenko Yu. M. "Methods of Ensuring the Stability of the Future Network to the Action of External Destabilizing Factors." *Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii*. 2(55) (2017): 24-30. Print.

### Автору статті (Authors of the article)

**Мельник Юрій Віталійович** – к.т.н., старший дослідник, завідувач кафедри телекомунікаційних технологій (Melnyk Yurii Vitaliiiovych – PhD in Technics, Head of the Department of Telecommunication Technologies). Phone: +380 99 376 4694. E-mail: melnik\_yur@ukr.net.

**Пархоменко Володимир Луквич** – к.т.н., доцент кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій (Parkhomenko Volodymyr Lukych – PhD in Technics, Assistant Professor of the Department of Mobile and Video Information Technologies). Phone: +380 50 385 2208. E-mail: volodymyr.p46@gmail.com.

**Пархоменко Вячеслав Володимирович** – аспірант кафедри Телекомунікаційних технологій (Parkhomenko Viacheslav Volodymyrovych – postgraduate student of the Department of Telecommunication Technologies). Phone: +380 50 411 4189. E-mail: v.parkhomenko@online.ua.