

Метрологія і вимірювальна техніка

УДК 389.01.621

DOI: 10.30748/zhups.2018.58.14

В.В. Хижняк¹, А.О. Литовченко¹, А.Г. Дмитрієв²

¹ Інститут державного управління у сфері цивільного захисту, Київ

² Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОЦІНКА ЯКОСТІ ТЕХНІЧНИХ І МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛІТИЧНИХ ЙМОВІРНІСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЮВАННЯ

Розглядаються можливості отримання оцінок якості і прогнозування основних технічних і метрологічних характеристик аналітичних ймовірнісних інформаційно-вимірювальних систем за результатами моделювання. В роботі запропоновано розгляд одномірної інформаційно-вимірювальної системи, коли вимірювана величина та фактори, що впливають на результат вимірювання, є безперервними випадковими величинами. Визначений спектр критеріїв та показників ефективності інформаційно-вимірювальної системи з необхідним рівнем деталізації ймовірнісних моделей.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальні системи, випадкові процеси, метрологічні характеристики, ймовірнісні моделі.

Вступ

Постановка проблеми. Створення інтелектуальних інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), що дають змогу проводити вимірювання, обробку і подання результатів, моделювання та оптимізацію роботи системи і об'єкту, обумовлюють вимоги до математичних моделей ІВС. Ці моделі є основою процесу дослідження, проектування і оптимізації системи та забезпечують можливість оперативної оцінки проектних рішень і цільових функцій при реалізації оптимізаційних процедур.

Математична модель сигналу установлює відповідність між будь-яким моментом часу та величиною сигналу. Загалом, інформація в ІВС переноситься вимірювальними сигналами різної фізичної природи: в більшості випадків – електромагнітними, рідше – оптичними, акустичними тощо. Найбільш зручною моделлю для ймовірнісного опису перетворення інформативних параметрів вимірювальних сигналів в ІВС є квазидетермінована модель сигналу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Будь-яке моделювання припускає “виділення суттєвого із множини несуттєвого” [1], тому квазидетермінована модель, що розглядає сукупність детермінованих сигналів заданого виду із випадковими параметрами, найбільш відповідає випадку, коли один інформативний параметр функціонально пов'язаний з вимірювальною величиною (загалом, випадковий) переносить необхідну для нас інформацію про вимі-

рювальну величину, решта ж, хоч також переносить корисну інформацію, але нами не розглядаються при даній побудові системи.

Перетворення інформативних параметрів визначає структурну схему системи, тому інформативний параметр має бути виділений і послужити основою для побудови математичної моделі системи [2–4]. Самі ж інформативні параметри, як і вимірювальні величини, є випадковими процесами.

Метою даного дослідження є визначення широкого спектру критеріїв та показників ефективності ІВС з вибором того необхідного рівня деталізації ймовірнісних моделей, який, з одного боку, дозволить би в багатьох випадках оцінити різні критерії та показники ІВС, а з іншого – був би зручним з точки зору практичної реалізації програмних моделей.

Основна частина

Нехай H – гільбертовий простір сигналів і A – сигма-алгебра. Ймовірнісна міра P на $[H, A]$ є числовою функцією, що задовольняє аксіомам теорії ймовірності, сформульованим А.Н. Колмогоровим [5].

Тоді трійка $[H, A, P]$ визначає метричний ймовірнісний простір сигналів, на якому задано сімейство випадкових величин X , що є випадковими процесами.

Одним із головних питань при побудові ймовірнісних моделей систем є рівень деталізації. Найбільш повно випадкові процеси описуються багато-

мірними законами розподілення щільності ймовірностей $f[x_1(t_1), x_2(t_2), \dots, x_n(t_n)]$, де $x_1(t_1), x_2(t_2), \dots, x_n(t_n)$ – реалізації випадкового процесу в різних моментах часу.

Якщо оперувати стандартними процесами, то для будь-якого інтервалу часу τ справедливе рівняння:

$$f_{x_1 \dots x_n}[x_1(t_1), x_2(t_2), \dots, x_n(t_n)] = f_{x_1 \dots x_n}[x_1(t_1 + \tau), x_2(t_2 + \tau), \dots, x_n(t_n + \tau)]. \quad (1)$$

В подальшому, без спеціальних застережень, мова буде йти про стаціонарні випадкові процеси, що дозволяють з достатньо високою для більшості практичних випадків описувати сталі процеси перетворення інформативних параметрів вимірювальних сигналів в системі.

У більшості випадків при моделюванні динамічних систем необхідно оцінювати ймовірнісні характеристики в будь-який момент часу перехідного процесу, тобто розглядати нестационарний випадковий процес.

Оперувати при побудові моделей з n -мірними щільностями ймовірностей практично неможливо із-за надзвичайно складного їх подання та опису перетворень багатомірних законів розподілення в системі. Тому однією з головних задач є визначення необхідного рівня деталізації моделювання та вибір ймовірнісних характеристик, відносно яких проводиться побудова моделей ІВС.

Доцільно проаналізувати найбільш часто вживані критерії та показники ефективності ІВС. Серед них можна виділити метрологічні та технічні характеристики, оцінка яких регламентована державними стандартами [6–7]:

- закони розподілу щільностей ймовірності результату вимірювання, похибок від впливаючих факторів і відповідні кореляційні функції (для вимірюючих систем);

- ймовірність виконання задачі ІВС, достовірність (для систем контролю та діагностики) тощо.

Іншу важливу групу оцінок складають узагальнені функціонально-статистичні, інформаційні та інформаційно-енергетичні критерії, прикладами яких можуть служити кількість вимірювальної інформації,

інформаційний коефіцієнт корисної дії [8–9], функціонально-статистичний критерій І.В. Кузьміна [10], інформаційно-енергетичні критерії П.В. Новицького [11] тощо.

Для визначення цих характеристик достатнім є опис процесу парою функцій:

$$\{f_x(x), K_x(t_1, t_2)\}, \quad (2)$$

де $f_x(x)$ – одномірний закон розподілу значень випадкового процесу x ; $K_x(t_1, t_2)$ – його кореляційна функція, що характеризує зв'язок значень x в різні моменти часу t_1 і t_2 .

При цьому:

$$K_x(t_1, t_2) = \overline{[x(t_1) - \bar{x}(t_1)][x(t_2) - \bar{x}(t_2)]}, \quad (3)$$

де риска вгорі позначає усереднення по множині реалізацій випадкового процесу.

Для стаціонарних випадкових процесів

$$K_x(t_1, t_2) = K_x(t_2 - t_1) = K_x(\tau).$$

Розглянута функція $f_x(x)$ загалом являє собою закони розподілу щільності ймовірності, що характеризує аналоговий випадковий сигнал, коли множина моментів часу континуальна, або випадковий сигнал з дискретним часом, але континуальним простором станів. У випадку цифрового сигналу, коли множина можливих значень (простір станів) дискретного сигналу кінцева або рахункова, розглядається розподіл ймовірностей x :

$$P_x(x_i) \text{ або } P_x(i), \quad x_i \in X, \quad \{i = 1, \dots, n\}. \quad (4)$$

Тоді замість (2) необхідно використовувати пару функцій

$$\{P_x(i), K_x(\tau)\}, \quad (5)$$

де τ – дискретний час $\tau = \tau(j) = \tau_j \quad \{j = 1, \dots, l\}$.

В подальшому, кажучи “закон розподілення”, ми будемо мати на увазі $f_x(x)$ або $P_x(i)$ в залежності від виду випадкового сигналу. Слід відмітити, що вимірювані величини та впливаючі фактори в більшості випадків аналогові, рідше – дискретні.

В табл. 1 наведені приклади визначення показників якості та ефективності ІВС через пару функцій (2) або (5), а на рис. 1 – їх схеми обчислень.

Таблиця 1

Приклади визначення показників якості та ефективності ІВС через пару функцій

№ з/п	Критерій, показники	Формули для оцінки
1	2	3
1.	Кількість вимірювальної інформації	$I = H(Y) - H\left(\frac{Y}{X}\right) = \int_{-\infty}^{\infty} f_x(x) \int_{-\infty}^{\infty} f_y\left(\frac{y}{x}\right) \cdot \log f_y\left(\frac{y}{x}\right) dy dx - \int_{-\infty}^{\infty} f_y(y) \log f_y(y) dy$

1	2	3
2.	Інформаційний коефіцієнт корисної дії	$K_i = \frac{I}{H_x} = \frac{I}{\int_{-\infty}^{\infty} f_x(x) \log f_x(x) dx}$
3.	Інформаційно-енергетичний коефіцієнт корисної дії	$\eta_{ie} = \frac{4E_{ш} \exp(2I)}{P_x T}$
4.	Енергетичний поріг чутливості	$C_{еп} = \frac{E_{ш}}{\eta_{ie}} = \frac{P_x T}{4 \exp(2I)}$
5.	Інформаційно-енергетична добротність	$q_{ie} = \frac{2I + \ln 4E_{ш}}{\ln P_x T}$
6.	Швидкість передачі інформації	$C = \frac{I}{T_{вим} + T_{кор}}$
7.	Інформаційна здатність	$N = \exp I$
8.	Ентропійна похибка	$\Delta_{ey} = \frac{1}{2} \exp \left\{ - \int_{-\infty}^{\infty} f_y \left[\frac{y-x}{x} \right] \log f_y \left[\frac{y-x}{x} \right] dy \right\}$
9.	Ймовірність помилки першого роду (при виконанні ІВС функції контролю)	$P_I = \int_{-\infty}^{\infty} f_x(x) \int_{x_1}^{x_2} f_y \left(\frac{y}{x} \right) dy dx + \int_{x_2}^{\infty} f_x(x) \int_{x_1}^{x_2} f_y \left(\frac{y}{x} \right) dy dx$
10.	Ймовірність помилки другого роду	$P_{II} = \int_{x_1}^{x_2} f_x(x) \left[\int_{-\infty}^{x_1} f_y \left(\frac{y}{x} \right) dy + \int_{x_2}^{\infty} f_y \left(\frac{y}{x} \right) dy \right] dx$
11.	Ймовірність виконання задачі ІВС	$P = 1 - P_{II} \int_{x_1}^{x_2} f_x(x) dx + P_I \left[1 - \int_{x_1}^{x_2} f_x(x) dx \right]$
12.	Функціонально-статистичний критерій І.В. Кузьміна	$E = \frac{I/C_p}{\left(\log \frac{\Delta x}{2\Delta_{\xi}} \right) / C_n}$

При цьому використані позначки, які відповідають прийнятим на узагальненій структурній схемі ІВС (рис. 2), де $x_i \in X$, $\{i=1, \dots, n\}$ – множина величин, що вимірюються; $y_j \in Y$, $\{j=1, \dots, m\}$ – множина результатів вимірювання; $z_k \in Z$, $\{k=1, \dots, l\}$ – множина впливаючих факторів; $q_r \in Q$, $\{r=1, \dots, P\}$ – множина суджень, показників, критеріїв, що визначаються в залежності від функціонального призначення ІВС: вимірювання, контролю, діагностики, розрахунку, керування (в цьому випадку використовуються пристрої вироблення керованих впливів).

Крім того, в табл. 1 позначено:

E_m – енергія термодинамічної похибки;

P_x – потужність сигналу впливу;

Δ_x – діапазон виміру X ;

Δ_{ξ} – похибка, що рівномірно розподілена в діапазоні $(-\Delta_{\xi}, +\Delta_{\xi})$;

C_p – вартість реальної ІВС;

C_n – вартість потенційної ІВС;

T – швидкодія ІВС;

a, b – межі допуску X .

Якщо у дослідника (оператора, проектувальника) ІВС або в складі автоматизованої системи прийняття рішень є система моделювання, з використанням якої можна оцінити $f_Y(y)$, $f_{Y/X}(y/x)$, $K_Y(\tau)$, $K_{Y/X}(\tau)$, $f_{Y/Z}((y-x)/z)$, $K_{Y/Z}(\tau)$ тощо, змінюючи при цьому тільки постановку задачі моделювання, то легко, використовуючи відомі співвідношення та обчислювальні схеми із таблиці, визначити широкий спектр критеріїв та показників ефективності ІВС.

При цьому авторами статті не ставиться задача вибрати будь-який критерій або довести переваги одних критеріїв над іншими (цим питанням присвячена значна кількість досліджень [8–11]), а вибирається той необхідний рівень деталізації ймовірнісних моделей, який, з одного боку, дозволив би в

багатьох випадках оцінити різні критерії та показники ІВС, а з другого – був би зручним з точки зору практичної реалізації програмних моделей [12–14].

Необхідно відмітити, що в таблиці розглянуто випадок одномірних ІВС, коли вимірювана величина, впливаючі фактори та результат вимірювання – безперервні випадкові величини.

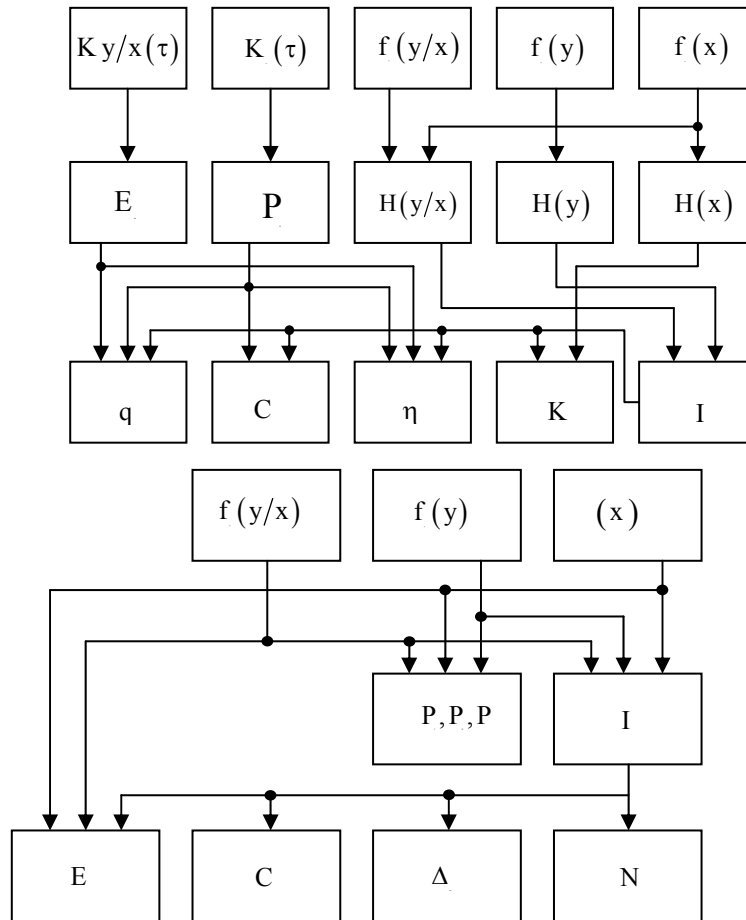


Рис. 1. Схеми обчислень показників якості та ефективності

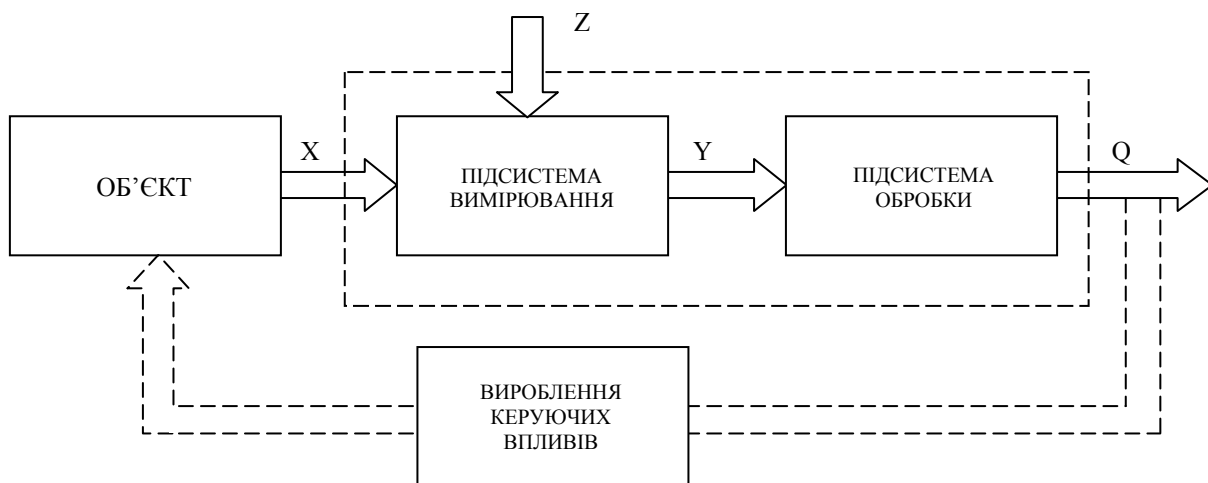


Рис. 2. Узагальнена структурна схема інформаційно-вимірювальної системи

Для багатомірних ІВС можна отримати аналогічні співвідношення або вести мову про вектор показників і критеріїв [15]. Якщо мова йде про дискретні процеси, то співвідношення будуть аналогічними.

Наприклад, X – безперервна, а Y – цифрова, що часто має місце в аналого-цифрових системах, тоді кількість інформації визначається таким чином

$$I = H(Y) - H\left(\frac{Y}{X}\right) = \int_{-\infty}^{\infty} f_x(x) \left\{ \sum_{i=1}^n P_{Y/X}(y_i, x) \log P_{Y/X}(y_i, x) \right\} dx - \sum_{i=1}^n P_Y(y_i) \log P_Y(y_i), \quad (6)$$

де $P_Y(y_i)$ і $P_{Y/X}(y_i, x)$; $x \in X, \{i = 1, \dots, n\}$.

Помилки першого та другого роду

$$P_I = \int_{-\infty}^{x_1} f_x(x) \left\{ \sum_{i=1}^{i_2} P_{Y/X}(y_i, x) \right\} dx + \int_{x_2}^{\infty} f_x(x) \left\{ \sum_{i=1}^{i_2} P_{Y/X}(y_i, x) \right\} dx, \quad (7)$$

$$P_{II} = \int_{x_1}^{x_2} f_x(x) \left\{ \sum_{i=1}^{i-1} P_{Y/X}(y_i, x) + \sum_{i=i_2+1}^n P_{Y/X}(y_i, x) \right\} dx,$$

де $\exists y_{i_1} = y_i \in Y \left(\min_{1 \leq i \leq n} (y_i > x_1) \right)$,

$\exists y_{i_2} = y_i \in Y \left(\max_{1 \leq i \leq n} (y_i > x_2) \right)$.

Важливою характеристикою випадкових процесів є двомірний закон розподілення щільності ймовірності

$$f_{x_1 x_2}(x_1, x_2, \tau) = f_{x_1}[x_1(t)] f_{x_2}[x_2(t + \tau)/x_1(t)], \quad (8)$$

де $f_{x_2}[x_2(t + \tau)/x_1(t)]$ – умовна щільність імовірності перебільшення значення x_2 функцією X у момент часу $t + \tau$, якщо в момент часу t зафіксовано значення x_1 .

Двомірне розподілення є вичерпною характеристикою багатьох розповсюджених на практиці випадкових процесів, наприклад, гаусівського (нормального), марківського випадкових процесів, випадкового процесу з незалежними приростами тощо.

Питання оцінки двомірного розподілення становить надзвичайно важливу та складну задачу. Складність її визначається тим, що без знаходження $f_{x_1 x_2}(x_1, x_2, \tau)$ неможливо промоделювати перетворення пари функцій (2) в різних перетворювачах ІВС (виключаючи найпростіший випадок лінійного статистичного перетворення), а складність полягає в тому, що аналітично точно описати двомірний розподіл по парі функцій (2) можна тільки для декількох випадків (наприклад, розподілення Гаусса) [12].

Висновки

В статті розглянуто випадок одномірних ІВС по опису (2), коли вимірювана величина, фактори, що впливають та результат вимірювання – безперервні випадкові величини. При цьому за результатами обґрунтувань наведені приклади визначення показників якості та ефективності ІВС через пару функцій та їх схеми обчислень залежно від функціонального призначення ІВС: вимірювання, контролю, діагностики, розрахунку, керування (в цьому випадку використовуються пристрої вироблення керованих впливів).

Очевидно, що задача апроксимації двомірних розподілень по опису (2) є перспективним напрямом досліджень проектування та побудови аналітичних ймовірнісних ІВС.

Список літератури

1. Пешель М.И. Моделирование сигналов и систем / М.И. Пешель. – М.: Мир, 1981. – 300 с.
2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники / П.П. Орнатский. – К.: Вища школа, 1983. – 455 с.
3. Орнатский П.П. Особенности методологии измерений / П.П. Орнатский // Измерительная техника. – 1988. – № 6. – С. 3-4.
4. Орнатский П.П. Эмпирическая информация, информатика и средства создания информации / П.П. Орнатский // Приборы и системы управления. – 1989. – № 12. – С. 14-16.
5. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1974. – 119 с.
6. ГОСТ 8009-89. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
7. ГОСТ 8011-89. Publishing Standards, 1989.
8. Кавалеров Г.И. Введение в информационную теорию измерений / Г.И. Кавалеров, С.М. Мандельштам. – М.: Энергия, 1974. – 375 с.
9. Рабинович В.И. Информационные характеристики средств контроля и измерений / В.И. Рабинович, М.П. Цепенко. – М.: Энергия, 1968. – 44 с.

10. Новицкий П.В. Основы информационной теории измерительных устройств / П.В. Новицкий. – М.: Энергия, 1967. – 248 с.
11. Кузьмин И.В. Оценка эффективности и оптимизации АСКУ / И.В. Кузьмин. – М.: Сов. радио, 1971. – 296 с.
12. Хижняк В.В. Аналіз методів розрахунку імовірнісних характеристик вимірювальних сигналів при їх перетвореннях в типових елементах інформаційно-вимірювальних систем / В.В. Хижняк // 36. наук. пр. Наукового центру ВПС. – 2003. – Вип. № 6. – С. 162-168.
13. Хижняк В.В. Метод апроксимації двомірних розподілень ймовірності дискретних випадкових процесів за допомогою еквівалентних безперервних розподілень Джонсона / В.В. Хижняк // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський військовий університет, 2004. – Вип. 4. – С. 227-233.
14. Хижняк В.В. Обґрунтування можливих варіантів створення полігонної системи траєкторних вимірювань на базі приймачів сигналів супутникових навігаційних систем / В.В. Хижняк // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2003. – № 4(4). – С. 176-182.
15. Кэнделл М.Дж. Теория распределений / М.Дж. Кэнделл, А. Стюарт. – М.: Наука, 1968. – 900 с.

References

1. Peschel, M.I. (1981), "Modelyrovanye syhnalov y system" [Modeling of signals and systems], Mir, Moscow, 300 p.
2. Ornatsky, P.P. (1983), "Teoretycheskye osnovy ynformatsyonno-ymerytelnoi tekhnky" [Theoretical basis of information and measurement technology], High school, Kyiv, 455 p.
3. Ornatsky, P.P. (1988), "Osobennosty metodolohyy yzmerenyi" [Features of measurement methodology], *Measuring technique*, No. 6, pp. 3-4.
4. Ornatsky, P.P. (1989), "Empyrycheskaia ynformatsyia, ynformatyka y sredstva sozdaniya ynformatsyy" [Empirical information, informatics and means of creating information], *Devices and control systems*, No. 12, pp. 14-16.
5. Kolmogorov, A.N. (1974), "Osnovnye ponyatiya teoryy veroiatnoster" [Basic concepts of probability theory], Science, Moscow, 119 p.
6. GOST 8009-89 (1989), "Normyruemye metrolohycheskye kharakterystyky sredstv yzmerenyi" [Standardized metrological characteristics of measuring instruments], Izd-vo standards, Moscow.
7. GOST 8011-89 (1989), Publishing Standards.
8. Kavalero, G.I. and Mandelstam, S.M. (1974), "Vvedeniye v ynformatsyonnuu teoryiu yzmerenyi" [Introduction to the information theory of measurements], Energy, Moscow, 375 p.
9. Rabinovich, V.I. and Tsapenko, M.P. (1968), "Informatsyonnye kharakterystyky sredstv kontrolya y yzmerenyi" [Information characteristics of controls and measurements], Energy, Moscow, 44 p.
10. Novitsky, P.V. (1967), "Osnovy ynformatsyonnoi teoryy yzmeritelnykh ustroystv" [Fundamentals of information theory of measuring devices], Energy, Moscow, 248 p.
11. Kuzmin, I.V. (1971), "Otsenka efektyvnosti y opytymyzatsyy ASKU" [Estimation of the effectiveness and optimization of automated metering systems], Sov. radio, Moscow, 296 p.
12. Khizhnyak, V.V. (2003), "Analiz metodiv rozrakhunku imovirnisnykh kharakterystyk vymiriuvalnykh syhnaliv pry yikh peretvorenniakh v typovykh elementakh informatsiino-vymiriuvalnykh system" [Analysis of the methods for calculating the probabilistic characteristics of measuring signals during their transformations in typical elements of information-measuring systems], *Scientific Works of Kharkiv Air Force University*, No. 6, pp. 162-168.
13. Khizhnyak, V.V. (2004), "Metod aproksymatsii dvomirnykh rozpodilen ymovirnosti dyskretnykh vypadkovykh protseviv za dopomohoiu ekvivalentnykh bezpererivnykh rozpodilen Dzhonsona" [Method of approximation of two-dimensional probability distributions of discrete random processes using equivalent continuous Johnson distributions], *Information Processing Systems*, No. 4, pp. 227-233.
14. Khizhnyak, V.V. (2003), "Obgruntuvannya mozhyvykh variantiv stvorennia polihonnoi systemy traiektornykh vymiriuvan na bazi pryimachiv syhnaliv sputnykovykh navihatsiinykh system" [Substantiation of possible variants of the terrain system of trajectory measurements on the basis of receivers of signals of satellite navigation systems], *Radioelektronni i komputerniye sistemy*, No. 4 (4), pp. 176-182.
15. Candel, M.J. and Stewart, A. (1968), "Teoryia raspredeleniy" [Theory of distributions], Science, Moscow, 900 p.

Надійшла до редколегії 3.10.2018

Схвалена до друку 20.11.2018

Відомості про авторів:

Хижняк Володимир Віталійович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
завідувач кафедри Інституту державного управління
у сфері цивільного захисту,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0437-749X>

Information about the authors:

Volodymyr Khizhnyak

Candidate of Technical Science Senior Research
Head of Department of the Institute
of Public Administration in the field of civil protection,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0437-749X>

Литовченко Анастасія Олександрівна
викладач кафедри
Інституту державного управління у сфері
цивільного захисту,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6696-8255>

Anastasiia Lytovchenko
Lecturer of Department
of the Institute of Public Administration
in the field of Civil Protection,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6696-8255>

Дмитрієв Андрій Геннадійович
кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
старший науковий співробітник
Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8710-5598>

Andrij Dmytriyev
Candidate of Technical Science Senior Research
Senior Research Associate
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8710-5598>

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В.В. Хижняк, А.А. Литовченко, А.Г. Дмитриев

Рассматриваются возможности получения оценок качества и прогнозирования основных технических и метрологических характеристик аналитических вероятностных информационно-измерительных систем по результатам моделирования. В работе предложено рассмотрение одномерной информационно-измерительной системы при измерении величин и факторов, влияющих на результат измерения. Определен спектр критериев и показателей эффективности информационно-измерительной системы с необходимым уровнем детализации соответствующих вероятностных моделей.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы, случайные процессы, метрологические характеристики, вероятностные модели.

**ESTIMATION OF QUALITY OF TECHNICAL AND METROLOGICAL CHARACTERISTICS
ANALYTICAL PROBABILISTIC INFORMATION-MEASURING SYSTEMS
BY RESULTS SIMULATION**

V. Khizhnyak, A. Lytovchenko, A. Dmytriyev

Creation of intelligent information-measuring systems, which allow to measure, process and present the results, modeling and optimizing the work of the system and object, determine the requirements for the mathematical models of the information-measuring systems, which form the basis of the research process, design and optimization of the system and provide the opportunity operational evaluation of project decisions and target functions in the implementation of optimization procedures. The mathematical model of the signal establishes the correspondence between any moment of time and the signal value. In general, information in the information-measuring systems is carried by measurement signals of various physical nature: in most cases, electromagnetic, less often - optical, acoustic, and the like. The most convenient model for the probabilistic description of the transformation of the informational parameters of the measuring signals in the information-measuring systems is a quasideuteron signal model. The article defines a wide range of criteria and indicators of efficiency of the information-measuring systems with the choice of the required level of detail of probabilistic models, which, on the one hand, would in many cases allow the evaluation of different criteria and indicators of the information-measuring systems, and on the other hand, would be convenient in terms of practical implementation of the software models. The possibilities of obtaining quality estimates and forecasting of the main technical and metrological characteristics of analytical probabilistic information-measuring systems based on the simulation results are considered.

Keywords: information-measuring systems, random processes, metrological characteristics, probabilistic models.