

УДК 623.765

М.А. Павленко¹, М.В. Миргород¹, В.М. Руденко², А.В. Довбня¹, В.М. Соколов¹¹ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків² Донецький національний технічний університет, Красноармійськ

МЕТОД ГЕНЕРУВАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА АСУ

Розглянуті питання пов'язані з вибором та розробкою генератора псевдовипадкових чисел з заданим законом розподілу, існуючі методи та моделі генераторів, проаналізовані їх переваги та недоліки. Проведено обґрунтування вибору методу генерування випадкових чисел – основу побудови необхідного генератора.

Ключові слова: генератор псевдовипадкових чисел, закон розподілу, оператор.

Вступ

Незалежно від ступеня автоматизації системи «людини-машини» (СЛМ), людина залишається головною ланкою такої системи. Саме вона визначає цілі системи управління, планує, направляє і контролює весь процес її функціонування. Тому діяльність оператора є визначальним фактором, що зумовлює функціонування усєї системи в цілому.

Однією з вирішальних умов ефективної роботи операторів при вирішенні задач управління з використанням комплексів засобів автоматизації є обґрунтоване та своєчасне прийняття рішень по оцінці ситуацій, що склалися. Невизначеність, динамічність зміни обстановки, жорсткі часові рамки при виробі рішень в умовах необхідності обробки великих об'ємів інформації свідчать про необхідність підвищення якості інформаційного забезпечення діяльності операторів.

В таких умовах вдосконалення інформаційного забезпечення передбачає необхідність проведення всебічного аналізу існуючого інформаційного забезпечення та інформаційного забезпечення задач, що вирішуються операторами. Отримані результати дозволяють:

- сформулювати вимоги до автоматизованих робочих місць (АРМ) операторів,
- визначити структуру та склад інформаційних моделей (ІМ), склад інформаційних ознак (ІО),
- визначити ергономічні вимоги до відображення інформації.

Зростаюча складність і відповідальність задач, що розв'язуються оператором, зробила необхідним глибоке попереднє дослідження і обґрунтування рішень, які приймаються при побудові АСУ. На цей час при розробці АСУ знаходить широке застосування моделювання діяльності оператора АСУ.

Потреба дослідження очікуваного ходу та результатів діяльності оператора веде до необхідності мати специфічну модель – модель діяльності оператора [1]. Використання таких моделей дозволяє про-

гнозувати результати діяльності оператора, оцінювати вплив на нього різноманітних факторів, порівнювати ефективність варіантів рішень та планів, приймати обґрунтовані рішення [4].

Кінцевою метою будь-якої трудової діяльності є отримання певного результату, досягнення якого йде поетапно, через вирішення проміжних задач, які теж можуть поділятися на складові. Елемент діяльності, який забезпечує виконання простої проміжної задачі, у психології прийнято називати дією. Саму дію теж можна розглядати як систему рухів, організовану певним чином. Дія характеризується значною динамічністю і пластичністю. Одна і та сама дія може бути виконана різними способами. Спосіб виконання кожної наступної дії залежить від результатів попередніх дій і конкретних умов діяльності.

Але діяльність не може бути описана як система послідовно виконаних дій. Тільки стереотипну, доведену до автоматизму діяльність можна умовно представити як суму послідовно виконаних дій. У цьому разі варто замість людини використати автоматизований пристрій.

Діяльність - це складна, багаторівнева, динамічна структура зі значними можливостями переходу від одного рівня до іншого. Кожний момент виконання певної дії характеризується значною мірою адекватності предметів, знаряддям та умовам праці за рахунок оперативності суб'єктивного образу, який виступає регулятором самих дій [5].

Важливу роль відіграють сигнали зворотного зв'язку, які належать оперативному образу і водночас коригують його, забезпечуючи тим самим адекватність наступних дій.

Процес трудової діяльності розглядається як циклічний процес приймання, переробки і видачі інформації, а також її контролю на основі довготривалих і оперативних концептуальних моделей, які формуються на базі інформаційних моделей, умов і процесу праці.

Таким чином, трудова діяльність людини складається не тільки із зовнішніх, а й із внутрішніх,

розумових дій. У трудовій діяльності має місце не тільки інтеріоризація, а й екстеріоризація дій оператора [5].

Тож, оскільки ми маємо справу з випадковими значеннями часу рішення задач при роботі оператора з ІМ, стає актуальною проблемою створення генератора випадкових чисел, що буде відображати час, який апостеріорно витрачає оператор на виконання операцій.

Метою даної статті є представлення результатів розробки методу генерування псевдовипадкових чисел для проведення аналізу діяльності оператора АСУ в різних умовах обстановки при оцінці дій повітряного противника.

Основна частина

Моделювання випадкових чисел с заданим законом розподілу

Більшою інформативністю, в порівнянні з такими статистичними характеристиками як математичне сподівання, дисперсія, для інженера-дослідника володіє закон розподілу ймовірності випадкової величини X .

Так як закони розподілу ймовірності часу виконання дій можуть бути різні, то необхідно перетворювати рівномірний генератор випадкових чисел (ГВЧ) в генератор випадкових чисел з заданим довільним законом розподілу. Для цього безперервний закон розподілу ймовірності події дискретизується, перетворюється на дискретний.

Позначимо: h_i - висота i -го стовпця, $f(x)$ - розподіл імовірності (показує наскільки ймовірна деяка подія x). Значення h_i операцією нормування необхідно перевести в одиниці ймовірності появи значень x з інтервалу

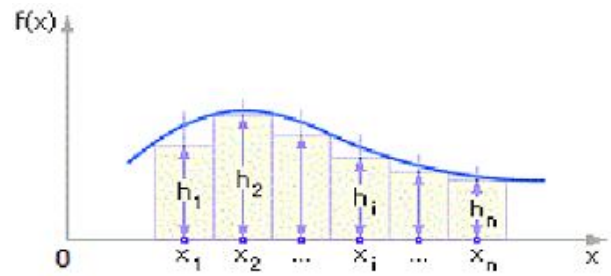
$$x_i < x \leq x_{i+1} : P_i = h_i / (h_1 + h_2 + \dots + h_i + \dots + h_n).$$

Операція нормування забезпечує суму ймовірностей всіх n подій, яка дорівнює 1:

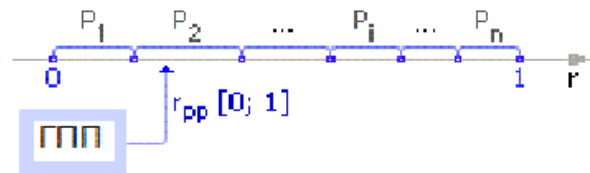
$$\sum_{i=1}^n P_i = 1.$$

Зауважимо, що всередині інтервалу $x_i < x \leq x_{i+1}$ значення x тепер не помітне, однакове. Метод огрубляє початкову постановку задачі, переходячи від безперервного закону розподілу до дискретного. Тому слід враховувати кількість розбиття n з умов точності представлення [7].

На рис. 1 показані графічно перехід від довільного неперервного закону розподілу до дискретного (рис. 1, а), відображення одержуваних ймовірностей на інтервал $r_{pp} [0; 1]$ і генерація випадкових подій з використанням еталонного рівномірно розподіленого генератора псевдовипадкових послідовностей ГПП (рис. 1, б)



а – дискретний закон розподілу



б – безперервний закон розподілу

Рис. 1. Ілюстрація методу ступінчастої апроксимації

Метод усічення

Розподіл, в якому крайні значення (з одного або обох кінців) були "відсічені". Усічення може бути зроблено внаслідок рішення виключити ці значення з розгляду або просто через неможливість зібрати дані про екстремальні проявах.

Усічений розподіл – розподіл ймовірностей, який ми отримуємо в наслідок перенесення маси значень β розподілу, розміщених поза межами фіксованої області, на необхідну область значень.

Нехай ймовірнісний розподіл на прямій задано функцією розподілу $F(x)$. Усіченим розподілом, відповідаючим F називається розподіл з функцією розподілу:

$$F_{a,b}(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq a, \\ \frac{F(x) - F(a)}{F(b) - F(a)} & \text{при } a < x \leq b, \\ 1 & \text{при } x > b, a < b. \end{cases}$$

В частому випадку $a = -\infty$ ($b = \infty$).

Метод використовується у випадку, коли функція задана аналітично (у вигляді формули).

Графік функції вписують в прямокутник (рис. 2). На вісь Y подають випадкове рівномірно розподілене число з ГПП. На вісь X подають випадкове рівномірно розподілене число з ГПП. Якщо точка в перетині цих двох координат лежить нижче кривої щільності ймовірності, то подія X відбулася, інакше ні [2].

Недоліком методу є те, що ті точки, які виявилися вище кривої розподілу щільності ймовірності, відкидаються як непотрібні, що збільшує час обчислення.

Метод застосовний тільки для аналітичних функцій щільності імовірності.

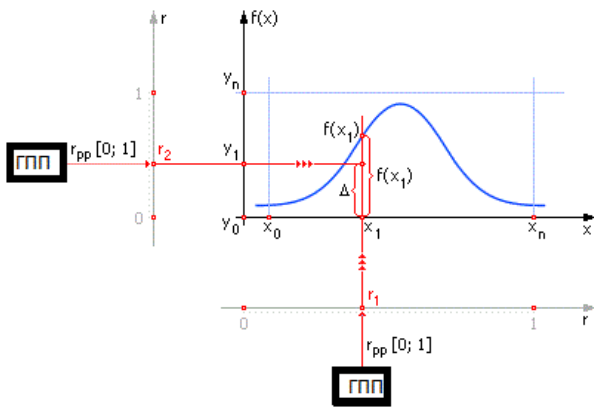


Рис. 2. Ілюстрація методу усічення

Метод взяття зворотної функції

Припустимо, що заданий інтегральний закон розподілу ймовірності $F(x)$, де $f(x)$ - функція щільності ймовірності:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx . \quad (1)$$

Тоді досить розіграти випадкове число, рівномірно розподілене в інтервалі від 0 до 1. Оскільки функція F теж змінюється в даному інтервалі, то випадкова подія x можна визначити взяттям зворотної функції за графіком або аналітично: $x = F^{-1}(r)$. Тут r - число, що генерується еталонним генератором псевдовипадкових послідовностей (ГПП) в інтервалі від 0 до 1, x_1 - згенерована в підсумку випадкова величина.

Графічно суть методу зображена на рис. 3, де показані графіки щільності ймовірності та інтегральної щільності ймовірності від x . Даним методом особливо зручно користуватися в разі, коли інтегральний закон розподілу ймовірності заданий аналітично і можливо аналітичне взяття зворотної функції від нього.

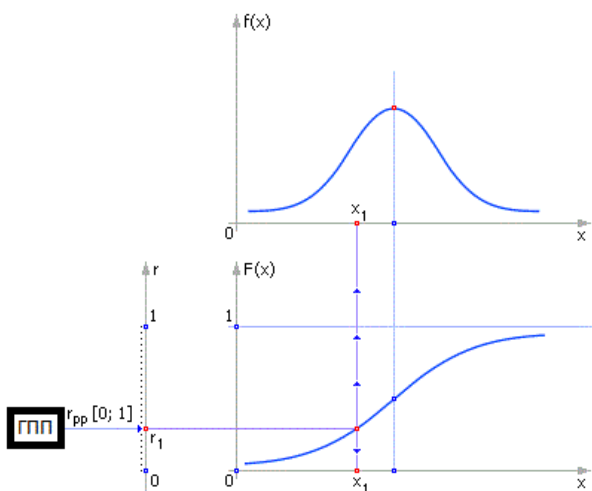


Рис. 3. Ілюстрація методу зворотної функції для генерації випадкових подій x , значення яких розподілені безперервно

Створення генератора псевдовипадкових чисел з заданим законом розподілу

В даному випадку, з вищерозглянутих методів, було створено генератор псевдовипадкових чисел, у якому було застосоване поєднання цих методів, що призвело до підвищення точності дослідження [5].

В генераторі були застосовані методи усічення та взяття зворотної функції. На рис. 4 представлений алгоритм створення генератора псевдовипадкових чисел з усіченим бета розподілом.



Рис. 4. Структура методу генерування псевдовипадкових чисел за заданим законом

Створений генератор може використовуватися для опису випадкових величин, значення яких обмежені кінцевим інтервалом, що характерно для опису дій оператора.

Випадкова величина X має такі характеристики при заданих параметрах α та β :
математичне сподівання:

$$M[X] = \frac{\alpha}{\alpha + \beta};$$

дисперсію:

$$D[X] = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2 (\alpha + \beta + 1)};$$

функцію щільності ймовірності:

$$F(x) = \frac{x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}}{\beta(\alpha, \beta)}.$$

На графіку рис. 5 представлений приклад роботи програми з параметрами в інтервалі від 0 до 50.

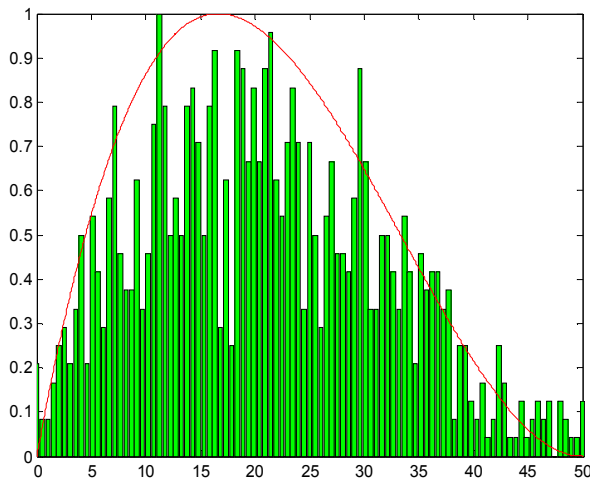


Рис. 5. Результати розрахунків створеним генератором псевдовипадкових чисел

ВИСНОВКИ

В статті розглянуті методи генерування псевдовипадкових чисел, які можуть задовольняти умовам реалізації обраного типу моделювання.

Для підвищення точності результатів дослідження діяльності операторів АСУ було створено генератор псевдовипадкових чисел, який забезпечує максимальне приближення до реальної діяльності оператора.

З допомогою створеного генератора можна урахувати ймовірнісні показники часу, щільність ймовірності, математичне сподівання та дисперсію, виконання окремих дій оператора.

Список літератури

1. Метод разработки систем информационной поддержки принятия решений при управлении сложными объектами систем / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, А.В. Крыжановский, Н.Н. Бесчасный // Друга наука конференція Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба – Х.: ХУПС, 2006. – С. 77.
2. Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами: Учебное пособие / Ю.П. Пятков. – Х.: ХВУ, 1997. – 205 с.
3. Руководство по эргономическому обеспечению разработки и эксплуатации вооружения и военной техники войск ПВО, 1979. – 378 с.
4. Обоснование структуры информационной модели АРМ оператора АСУ специального назначения / М.А. Павленко, А.В. Александров, П.Г. Бердник, А.В. Першин // Проблемы информатики и моделирования. Материали п'ятої міжн. науково-технічної конференції. – Х.: НТУ ХПІ, 2005. – С. 32.
5. Хрестоматия по инженерной психологии / Сост.: Б.А. Душков, Б.Ф. Ломов, Б.А. Смирнов. Под ред. Б.А. Душкова. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.

Надійшла до редколегії 29.08.2014

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.І. Тимочко, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

МЕТОД ГЕНЕРИРОВАНИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА АСУ

М.А. Павленко, М.В. Миргород, В.Н. Руденко, А.В. Довбня, В.М. Соколов

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с выбором и разработкой генератора псевдослучайных чисел с заданным законом распределения. Рассмотрены существующие методы и модели генераторов, проанализированы их преимущества и недостатки. Проведено обоснования выбора метода генерирования случайных чисел, который был взят за основу при разработке необходимого генератора.

Ключевые слова: генератор псевдослучайных чисел, закон распределения, оператор.

A METHOD OF GENERATING RANDOM NUMBERS IN THE SIMULATION OF THE OPERATOR ACS

M.A. Pavlenko, M.V. Myrgorod, V.M. Rudenko, O.V. Dovbnya, V.M. Sokolov

In this paper, the issues related to the selection and development of a generator of pseudorandom numbers with a given distribution law. The existing methods and models of generators, analyzes their advantages and disadvantages. A rationale for the choice of the method of generating the random number, which is taken as a basis for developing their own generator. The basis of the method is based synthesis techniques to generate that combine the advantages of the analyzed and solved it meet the requirements of tasks.

Keywords: random number generator, distribution law, the operator.