

УДК 004.4'6

Шевченко В. Л., д.т.н., проф.¹;

Федорієнко В. А.²;

Кірпічников Ю. А., к.т.н.²;

Головченко О. В.²

¹ – Державний університет телекомунікацій, Київ;

² – Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Регресійний аналіз пошуку функції залежності кількості працюючих програм єдиного інформаційного середовища при визначеній класності програмістів

Резюме. Стаття розкриває проблемні питання регресійного аналізу пошуку функції залежності кількості працюючих програм єдиного інформаційного середовища для подальшого прогнозування підбору необхідної кількості класних спеціалістів програмних систем військового призначення. Проведений підбір апроксимаційних моделей.

Ключові слова: підбір апроксимаційних моделей; надійність програмного забезпечення; єдине інформаційне середовище.

Постановка проблеми. Сьогодні для всіх сфер в Україні, і особливо військової, є важливим питання набуття і підтримки потенціалу у галузі інформаційних технологій. Одним із напрямків розвитку в інформаційному відношенні Збройних Сил України (ЗС України) є створення єдиного інформаційного середовища (ЄІС). Загальна суть ЄІС полягає у функціонуванні інформаційної взаємодії різного роду програмних систем на основі єдиних принципів і за загальними правилами для задоволення інформаційних потреб клієнтів. Слід звернути увагу, на питання підтримки і обслуговування у сфері інформатизації у розрізі взаємодії цивільного і військового секторів. Для уточнення думки наведемо умовний приклад. При створенні програмного забезпечення (ПЗ) цивільні організації передають у користування військовим дослідні чи промислові зразки ПЗ але, можливо з часом ці фірми стають неспроможними супроводжувати та підтримувати продукт через певні труднощі. Тобто, між виробником ПЗ і користувачем зворотній зв'язок може бути втраченим.

Відомо, що кожен програмно-технічний комплекс характеризується такою властивістю, як надійністю. Але якщо спеціалісти, які користуються програмним продуктом є некваліфікованими, то ПЗ може не застосовуватися через свою непрацездатність. Щоб виправити помилки в програмі у визначений термін часу необхідно у ЗС України мати штат програмістів, яких сьогодні явно

бракує. Відчувається потреба у ширшому введенні до військової штатів саме посад програмістів. Таких фахівців у залежності від рівня їх кваліфікаційних спроможностей можливо поділити відповідно до класифікації на певні фахові рівні або класи. Очевидно, спроможності програмістів прямо залежать від їхніх особистих професійних якостей та ПЗ з яким доведеться мати справу. Важливо, що сьогодні в ЗС України ПЗ має різних виробників і може відрізнятися за ступенем складності та надійності. Для дослідження в роботі узятий саме останній – показник надійності. Питання фахового підбору необхідної кількості програмістів для створення ЄІС також є важливим. Тому, завдання по визначенню моделі залежності цих спроможностей програмістів певного класу шляхом проведення регресійного аналізу пошуку функції є актуальним.

Ступінь розробленості проблеми. Надійність інформаційних систем (програмно-технічного комплексу) є похідним від поняття “надійності програм”, яке було розкрито у [1, 2] та визначене в державних та міжнародних стандартах [3-5]. Питання оцінки надійності було піднято в роботах авторів [1, 6]. Підходи до оцінки надійності програмної компоненти на основі методу Монте-Карло були зазначені в [7-9]. Кваліфікаційні вимоги до програмістів та особливості їх кваліфікації були запропоновані в [10-12]. Щодо деталізації питань вибору математичної функції, то питання регресійного аналізу були піднятими у багатьох наукових

працях, серед них [13, 14]. Методи апроксимації також детально описані в працях [14, 15]. Питання регресійного аналізу пошуку функції кваліфікаційних спроможностей програмістів військової спрямованості у певній мірі потребує додаткового опрацювання.

Метою статті є визначення моделі залежності кваліфікаційних спроможностей програмістів певного класу шляхом проведення регресійного аналізу пошуку функції.

Виклад основного матеріалу. Аналіз теоретичних підходів щодо класифікації програмістів показав важливість визначення єдиного підходу до підбору штату із врахуванням вимог надійності ПЗ, створення та підтримки програмної компоненти ЄІС.

Однією з центральних проблем при проектуванні, виробництві та експлуатації складних програмно-технічних комплексів є проблема забезпечення надійності. Надійність ПЗ визначається якістю налагодження програм, тобто відсутністю у програмах помилок. Підтримка та супроводження включає в себе контроль надійності ПЗ. В якості допущення, у роботі ототожнюються поняття підтримки, супроводження та надійності ПЗ.

До особливостей програмно-технічних комплексів ЄІС слід віднести те, що вони є складними технічними та програмними засобами, утворюючими функціональне і системне ПЗ. Воно є найбільш складною за структурою і функціональним зв'язкам складовою компонентою ЄІС. Дефекти ПЗ можуть проявлятися випадковим чином у випадкові моменти часу і мати наслідки такі, як втрату окремих функцій або затримку їх виконання, спотворення інформації або керуючих впливів.

Цілком очевидно, що в надійності і підтримці програмної компоненти ЄІС значна роль відведена програмісту, як спеціалісту відповідальному за працездатність програмної компоненти. За визначенням – програміст - це фахівець, що займається написанням і коригуванням програм для комп'ютерів [11] (будь-яких обчислювальних пристроїв), тобто програмуванням.

Аналіз теоретичних підходів для розрахунку штату програмістів, необхідних для підтримки ЄІС дав визначення єдиного підходу до підбору фахівців із врахуванням вимог надійності ПЗ, створення та підтримки програмної компоненти ЄІС. Результатом аналізу стали сформульовані вимоги до програміста [11]. У загальному вигляді їх можна поділити на формальні (за нормативними документами: освіта, стаж, соціальні вимоги) і неформальні

(види підготовки: загальна та практична підготовка).

Формальні вимоги викладені в офіційній класифікації, застосовується в державних організаціях (підрозділах). За результатом оцінювання загальної підготовки програміста (співбесіда, тестування) уточнюють приналежність (близькість) до спеціалізації програмування кожного спеціаліста. Практична підготовка або кваліфікаційна спроможність програміста (за кількісними та якісними показниками) є найважливішою і рекомендується для визначення рівня професійних вмінь та навичок програміста. Оцінка практичної підготовки в себе може включати дві складові оцінки [11] за такими напрямками: за метрикою програм (за кількісним показником) та за надійністю підготовлених програм (за якісним показником).

Під метрикою ПЗ розуміють: 1) чисельне значення деякої властивості програмного забезпечення або його специфікацій; 2) міру, яка дає числове значення складності ПЗ; 3) міру ступеня володіння властивістю ПЗ, яка має числове значення [16]. Критерії вибору та специфікації метрик розглянуті в роботі [11].

Зупинимось на якісному показнику надійності підготовлених програм. Припустимо, що основним напрямом оцінки підготовки програміста будемо вважати значення показника $\lambda_{\text{внес}}$ – інтенсивності внесення помилок до програми одним програмістом за добу, при її написанні чи виправленні. Цей показник відноситься до теорії надійності ПЗ. Інтенсивність відмов $\lambda(\tau)$ вважається безперервною функцією [10], пропорційною числу помилок, які залишилися. З урахуванням введених параметрів і припущень очевидно, що

$$\lambda(\tau) = C \cdot m_0(\tau), \quad (1)$$

де $\lambda(\tau)$ – інтенсивність відмов,

C – коефіцієнт пропорційності, що враховує швидкодію “клієнтських” програм (СПЗ) і число команд у програмі,

$m_0(\tau)$ – початкове ціле значення випадкової величини за час τ .

Визначення даного показника ($\lambda_{\text{внес}}$) надійності ПЗ, що впливає на чисельність штату та кваліфікацію програмістів було проведене у роботі [11]. Поділ за трьома кваліфікаційними класами набув такого вигляду: 1 клас: $\lambda_{\text{внес}} = 0,1$; 2 клас: $\lambda_{\text{внес}} = 0,3$; 3 клас: $\lambda_{\text{внес}} = 0,7$.

Практична оцінка програміста (при підтримці надійності ПЗ та написання тексту програм) визначається за допомогою індексу (Pr) практичного оцінювання (2), який включає суму значень кількісного (метрики, Metr) і якісного

(інтенсивність внесення помилки при написанні коду чи виправленні ПЗ, $\lambda_{\text{внес.}}$) показників.

$$Pr = Metr + \lambda_{\text{внес.}} \quad (2)$$

У випадку, коли необхідно підібрати штат програмістів для підтримки існуючого ПЗ ($Metr = \text{const}$), вираз (2) набуде вигляду $Pr = \lambda_{\text{внес.}}$. Даний випадок візьмемо за основу для дослідження апроксимаційної функції у межах цієї роботи.

Основою регресійного аналізу пошуку функції залежності кількості працюючих програм єдино інформаційного середовища при визначеній класності програмістів є модель надійності ПЗ ЄІС, яка отримана методом статистичного моделювання Монте-Карло [9] (всього проведено 50 реалізацій). В її основі лежить система масового обслуговування (СМО) з чергою, де інтенсивність потоку заявок залежить від стану внутрішніх елементів СМО.

При побудові моделі надійності ПЗ використовувалися найпростіші потоки пуассонівських відмов, які мають такі властивості, як стаціонарність, ординарність та відсутність післядії [9, 23]. Нехай, кожне спеціальне програмне забезпечення (СПЗ) генерує запит α , за час Δt СПЗ звертається до рівня БД сервера ($\Delta t \cdot \lambda_{\text{звзн}}$) разів; за час Δt усі “клієнтські” програми звертаються до рівня БД сервера ($\Delta t \cdot \lambda_{\text{звзн}} \cdot K$) разів. Обсяг даних в розглянутій області буде дорівнювати ($\Delta t \cdot \lambda_{\text{звзн}} \cdot K \cdot \alpha$). Оскільки помилки розподілені рівномірно, то за час Δt буде визначено ($\Delta t \cdot \lambda_{\text{ном}}$). Тому,

$$\frac{\Delta t \cdot \lambda_{\text{звзн}} \cdot K \cdot \alpha}{\Delta t \cdot \lambda_{\text{ном}}} = \frac{1}{Er}, \quad (3)$$

де $\lambda_{\text{ном}}$ – першочергова інтенсивність помилок в системі.

Звідки знаходимо Er і вважаємо, що кожна з програм (СПЗ) K , звернулася до сервера з однотипними запитами, тому $K = 1$. Тоді оцінка першочергової кількості помилок матиме вигляд:

$$Er = \frac{\lambda_{\text{ном}}}{\lambda_{\text{звзн}} \cdot \alpha} \quad (4)$$

При визначенні характеристик надійності ПЗ (за умови відновлення) помилки, які виникають при роботі програм, усуваються і їх кількість зменшується. Нехай, рівень практичної підготовки програмістів за якісною характеристикою надійності підготовлених програм ЄІС відповідає I класу. Моделюється потік помилок із заданою кількістю та інтенсивністю. Виправлення помилок при підтримці системи виконується чотирма

фахівцями. У такому випадку при обслуговуванні системи до кінця обраного періоду кількість робочих програм вирівнюється з їх кількістю, що була на початку періоду, тобто відбувається певне насичення. Усі вихідні дані представлені в [10, 17]. Зосередимо увагу на апроксимації отриманої кривої (рис. 1).

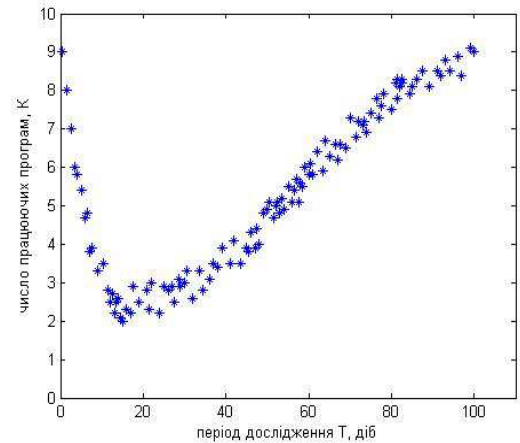


Рис. 1. Точковий графік моделі оцінки надійності ПЗ ЄІС

На точковому графіку (рис. 1) можна бачити спад працюючих програм. Він обумовлений тим, що на початку досліджуваного періоду усі програми містять в машинному коді помилки, які виявляються з початком супроводження СПЗ. Умовно, кількість помилок за вихідними даними становить $Er = 250$. Спеціалісти при заданій інтенсивності помилок не спроможні їх миттєво вирішити. У цьому випадку модель має мінімальне значення працюючих програм на рівні цілого значення $K=2$ приблизно на 15 добу. Тому, лише після значення $T=15$ діб починається ріст працюючих програм після усунення більшості помилок у СПЗ. Крутість зростання залежить від кваліфікаційного рівня (класності) програмістів.

При зміні числа програмістів спостерігається подібність характеру графіків залежності кількості виправлених програм. Тому регресійний аналіз дасть рівняння апроксимуючої функції, що буде також “працювати” при зміні умов.

У подальшому аналізі статистичні криві важко використовувати, тому для простоти скористуємося детермінованою кривою, яку необхідно апроксимувати і вже далі працювати із її апроксимованою залежністю.

Проведемо регресійний аналіз функції залежності числа виправлених програм на заданому часовому проміжку від кваліфікації програмістів. Задача регресії лежить у підборі таких $\varphi_j(x)$ і знаходженні таких k_j , при яких

функція $F(x)$ найбільш точно апроксимувала б заданий набір пар $(x_i; y_i)$. Ця класична задача регресійного аналізу вирішується методом найменших квадратів (МНК), суть якого полягає в мінімізації суми квадратів відхилень виду:

$$\sum_{i=1}^{\infty} (F(x_i) - y_i)^2.$$

На техніці обчислення зупинятися не будемо. Вичерпну інформацію можна отримати в різних джерелах, наприклад в [15].

Побудувавши графік за отриманими точками проведемо пошук апроксимуючої функції. З характеру кривизни лінії графіка (рис. 2) можливо побачити деяку U-подібну криву. Допускається апроксимація однією функцією з використанням лише полінома вищого степеня. На рис. 2 показаний підбір апроксимованої функції (y) із зазначенням рівняння та величини достовірності апроксимації (R^2). Тому для загального інтересу виконаємо апроксимацію поліноміальними функціями різних степенів для порівняння величини достовірності за допомогою найбільш застосованого МНК усієї множини вимірів.

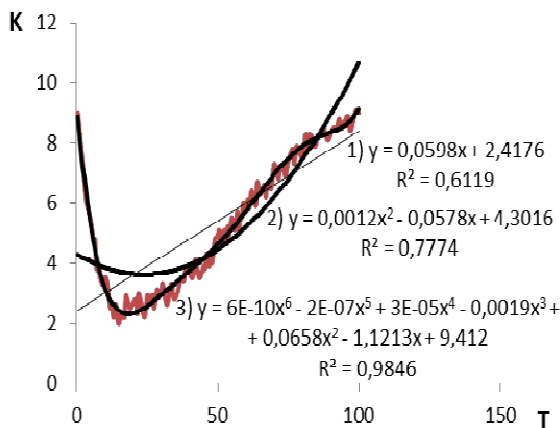


Рис. 2. Підбір варіантів однієї апроксимованої функції для залежності кількості працюючих програм системи від кількості програмістів

На рис. 2 для порівняння були окремо узяті три апроксимуючі функції: 1) рівняння прямої $y = kx + b$, 2) рівняння полінома 2-го степеня $y = ax^2 + bx + c$, 3) рівняння полінома 6-го степеня

$$y = ax^6 + bx^5 + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + k.$$

Слід зауважити, що подальше застосування складної функції полінома вищого степеня може викликати певні незручності. При побудові лінії тренда апроксимованої функції, її прогнозна кривизна буде мати частковий характер. Різниця може відчуватися при

узагальнених умовах застосування. Більшість наборів пар $(x; y)$ "груба" апроксимація не задовольняє, тому існують інші шляхи пошуку апроксимуючих функцій. Завдання побудови регресії загального виду полягає в знаходженні коефіцієнтів k_1, k_2, k_3, \dots , функції $F(x)$, що має вигляд: $F(x) = k_1\varphi_1(x) + k_2\varphi_2(x) + \dots + k_m\varphi_m(x)$, де $\varphi_j(x)$ – обрані функції, k_j – константи.

Спробуємо знайти $F(x)$ у вигляді: $k_1\varphi_1(x) + k_2\varphi_2(x) + k_3$. Даний спосіб апроксимації функцій дає можливість змінювати функції апроксимування φ_1 та φ_2 , а також використовувати необмежене число констант у функціях з метою підбору таких пар функцій, які зможуть найкраще апроксимувати задану функцію.

Перед початком апроксимації розділимо точковий графік моделі надійності ПЗ ЄІС на дві умовні частини (рис.3).

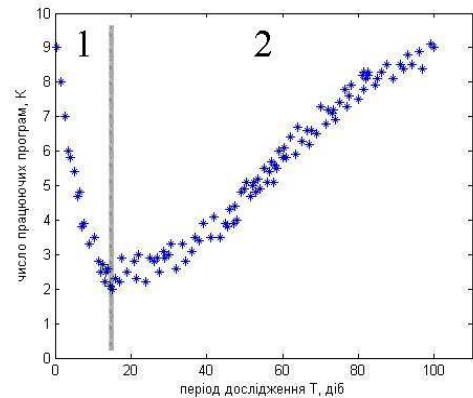


Рис.3 Умовний поділ точкового графіка моделі надійності ПЗ ЄІС

Очевидно, що друга частина графіка є більш цікавою. Швидкість спадання (кривизна спаду) першої частини кривої в точку мінімуму носить менше змістовне навантаження, ніж зростання кривої до повного насичення на усьому часовому проміжку другої частини графіка. Саме це формує S-подібну форму кривої SL-функції. Тобто кінцева мета полягає у знаходженні рівняння логістичної функції. Регресійний пошук апроксимуючої функції графіка обумовлений спрощеним алгоритмом переведенням знайденої функції в логістичну криву. Для умовного накладення SL-функції на графік (рис. 1) часто при апроксимації використовують експоненціальну (показникову) функцію, тож ми віддамо їй перевагу, порівнюючи з поліноміальною.

Спробуємо апроксимувати задані координатні пари за допомогою МНК із метою пошуку експоненціальної функції. Спочатку розглянемо 1-у частину точкового графіка (рис. 3). При виборі апроксимуючої функції

керувалися напрямом дисперсії точок та значенням величини R^2 , враховуючи, що $R^2 \rightarrow 1$. У результаті обчислень МНК була знайдена експоненціальна функція (5), графік якої наведений на рис. 4:

$$y = 9,112e^{-0,1043x}, \quad (5)$$

де $R^2 = 0,9816$. Точність є високою і цілком задовольняє.

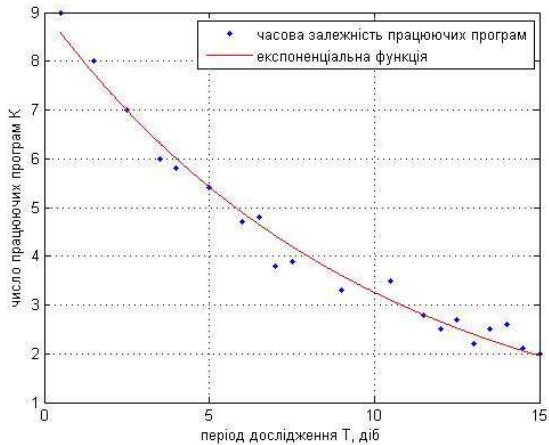


Рис. 4. Вибір апроксимованої функції першої частини точкового графіка

Розглянемо 2-у частину точкового графіка (рис. 3), яка містить більше значень і є більш

виразною (рис. 5). Регресійним пошуком було віднайдено рівняння експоненціальної функції:

$$y = 2,109e^{0,01578x}. \quad (6)$$

З рис. 5 можна бачити, що точність наближення експоненціальної функції задовольняє.

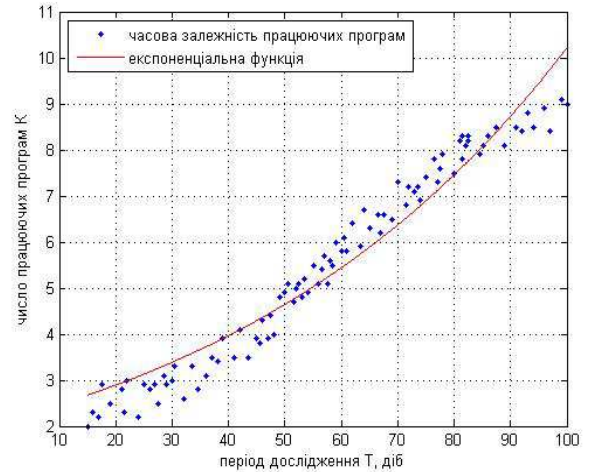


Рис. 5. Апроксимація експоненціальною функцією другої частини моделі

Більш повно охарактеризуємо отриману функцію (табл. 1):

Таблиця 1

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|
| Апроксимована функція: | $f(x) = 2,109 e^{0,01578x}$ | одно термінована експоненціальна функція |
| $f(x) = a \cdot \exp(b \cdot x)$ | exp1 | |
| Коефіцієнти (95% - довірна точність) | | |
| A | 2,109 | |
| B | 0,01578 | |
| Показники якості апроксимації | | |
| SSE | 23,51 | сума квадратів помилок для наближення кривої функції |
| R^2 | 0,9445 | квадрат кореляції між значеннями відгуку виміру і передбаченими значеннями виміру |
| Adj R-sq | 0,9439 | ступінь свободи відхилення R^2 |
| RMSE | 0,5055 | ε середня квадратична помилка або стандартна помилка |

Значимо, що логістична функція (або крива) – загальна сигмоїдальна (S-подібна) крива, яка спочатку зростає повільно, потім швидко, а потім знову уповільнює своє зростання, прагнучи до визначеної межі. Вона моделює криву зростання ймовірності якоїсь події, у міру зміни керуючих параметрів (факторів ризику). Початкова стадія зростання логістичної кривої приблизно відповідає експонентній функції. Потім, по мірі насичення, зростання функції сповільнюється, проходить лінійну фазу і, нарешті, і в зрілому періоді практично зупиняється. Найпростіша логістична функція може бути описана формулою:

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-y}}, \quad (7)$$

де змінну P можна розглядати, як число працюючих програм, а змінну y – як стандартне рівняння регресії (має вид часової залежності).

Хоча $y \in (-\infty; \infty)$, практично, через природу експоненціальної функції достатньо обчислити значення в порівняно вузькому інтервалі.

За допомогою логістичної регресії можна оцінювати ймовірність того, що подія настане для конкретного випробування. Ми передбачаємо безперервну змінну зі значеннями на відрізку (0; 1) при будь-яких значеннях незалежних змінних. Це досягається застосуванням регресійного рівняння (6). Логістична модель приймає вигляд диференційного рівняння:

$$\frac{dy}{dx} = m \cdot (y - Y_{\min}) \cdot (Y_{\max} - y), \quad (8)$$

де y – вихідний ефект; x – вхідний ресурс;

Y_{\min} , Y_{\max} – нижнє та верхнє обмеження вихідного ефекту;

m – постійний коефіцієнт;

Δx – абсциса точки симетрії (зсув кривої).

У роботах Шевченка В.Л. наводяться перетворення (8) для отримання рівняння SL-функції:

$$y = Y_{\min} + \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{1 + e^{-m(Y_{\max} - Y_{\min}) \cdot (x - \Delta x)}} = d + a \cdot SL(x), \quad (9)$$

де $d = Y_{\min}$, $a = Y_{\max} - Y_{\min}$, тоді логістична функція $SL(x)$:

$$SL(x) = \frac{a}{1 + e^{-\frac{4k}{a} \cdot (x - \Delta x)}} = \frac{a}{1 + e^{-\frac{2}{T} \cdot (x - \Delta x)}} \quad (10)$$

Основні властивості логістичної функції:

1. Наявність асимптот: $y = d$; $y = d + a$.

2. Симетрія відносно точки (Δx ; $(d + 0.5 a)$).

3. Швидкість зростання ефекту на лінійній ділянці SL- функції [$\Delta x - T$; $\Delta x + T$] приблизно

$$k = \frac{dSL(\Delta x)}{dx}$$

дорівнює

4. Стала ресурсу SL – функції T (константа часу експоненти).

Припустимо, що експоненціальна модель

задана у вигляді $y = b_0 + b_2 \cdot e^{\frac{x}{T_e}}$, тобто у

нашому випадку: $y \approx 2,109 \cdot e^{\frac{x}{63,371}}$. Тому

основними параметрами регресії логістичної функції [22] є: 1) співпадіння точки симетрії з

віссю ординат Δx ; 2) константа часу логістичної функції приблизно дорівнює сталій часу

експоненти $T = T_e$, 3) $d = b_0$, $a = 2b_2$, де $a+d$ – вихідні ефекти, d – нормативно визначений ефект.

Рівняння логістичної функції (10) апроксимованої експоненціальної функції для другої частини точкового графіка можна представити у вигляді:

$$SL(x) = \frac{4,218}{1 + e^{-\frac{2}{63,371} \cdot (x - \Delta x)}}, \quad (11)$$

де $\Delta x \approx 50,5$ за визначених вище умов.

Таким чином, користуючись даним рівнянням можна оптимально підібрати необхідний штат спеціалістів для визначеної кількості програм.

Висновок. Прогнозувати кількість працюючих програм можливо завдяки використанню знайденої апроксимованої функції отриманої в результаті регресійного аналізу надійності ПЗ, результатом якого були знайдені параметри логістична функція залежності кваліфікаційних спроможностей програмістів певного класу.

Подальші дослідження слід присвятити аналізу визначенню поведінки моделі надійності ПЗ єдиного інформаційного середовища за умови введення нових обмежень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Надёжность информационных систем: учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, Н. Г. Мосягина, К. А. Набатов. – Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 160 с.
2. Ермаков А. А. Основы надежности информационных систем / Ермаков А. А. – Иркутск : ИрГУПС, 2006. – 151 с. – (Учебный пособие).
3. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності: ДСТУ 2862-94. – [Чинний від 01.01.1996]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 39 с. – (Національні стандарти України).
4. Надійність техніки. Терміни та визначення (ІЕС 50 (191)) : ДСТУ 2860-94. – [Чинний від 01.01.1996]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 34 с. – (Національні стандарти України).
5. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения : ГОСТ 27.002–89. – [Чинний від 01.07.1990]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 24 с.
6. Соловйов В. І. Основи теорії надійності і експлуатації авіаційних систем : [курс лекцій] / Соловйов В. І. – К. : КІ ВПС, 2000. – 248 с.
7. Ханджян А. О. Повышение надежности программного обеспечения информационно-измерительных и управляющих систем безопасности ядерных радиационно-опасных объектов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.11.16 “Информационно-измерительные и управляющие системы” / А. О. Ханджян. – М., 2006. – 27 с.
8. Перегуда А. И. Оценка показателей надежности автоматизированного технологического комплекса «Объект защиты – система безопасности» с нечеткими параметрами методом Монте-Карло [Электронный ресурс] / А. И. Перегуда, Д. А. Тимашов. // Информационные технологии – 2008. – №10. – С.7–15. – Режим доступа до журн. http://library.mephi.ru/data/scientific-sessions/2010/fulltext_t5/4-7-1.doc.
9. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Вентцель Е. С. - М.: Наука, 1988. – 208 с.
10. Модель оцінки надійності програмної компоненти єдиного інформаційного середовища / В. Л. Шевченко, Ю. А. Кірпічников, В. А. Федорієнко [та ін.] // Збірник наукових праць

- ЦВСД НУОУ ім. І. Черняхівського. – 2014. – № 1 (50). – С. 144 – 151.
11. Теоретичні підходи для розрахунку штату програмістів, необхідних для підтримки єдиного інформаційного середовища / Ю. А. Кірпи́чников, В. А. Федорієнко, О. В. Головченко [та ін.] // Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ ім. І. Черняхівського. – 2014. – № 3 (52). – С. 133 – 139.
12. Професії ІТ-сфери: Технік-програміст [Електронний ресурс]. – Хмельницький: ХРЦЗ, 2013. – Режим доступу: http://www.dcz.gov.ua/khm/control/uk/publish/printable_article;jsessionid=3DA9DC8E8CF5F368554D447A878E8845?art_id=275188.
13. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа / Моисеев Н. Н. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
14. Кашьяп Р.Л. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным / Р. Л. Кашьяп, А. Р. Рао; [пер. с англ. Т. И. Дубенко и др. ; ред. В. С. Пугачева]. – М.: Наука, 1983. – 384 с.
15. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Линник Ю. В. – М.: Физматлит, 1958. – 336 с..

Стаття надійшла до редакції 19.08.2015

Шевченко В. Л., д.т.н., проф.¹;
Федориєнко В. А.²;
Кірпи́чников Ю. А., к.т.н.²;
Головченко А. В.²

¹ – Государственный университет телекоммуникаций, Киев;

² – Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Регрессионный анализ поиска функции зависимости числа работающих программ в единой информационной среде при определенной классности программистов

Резюме. Стаття розкриває проблемні питання регрессионного аналізу для пошуку функції часової залежності кількості працюючих програм в єдиній інформаційній середі для підбору необхідного кількості спеціалістів програмних систем воєнного призначення. Проведений підбір апроксимаційних моделей.

Ключевые слова: підбір апроксимаційних моделей; надійність програмного забезпечення; єдина інформаційна середа.

V. Shevchenko, Ds.T, professor¹;
V. Fedorienko ²;
Y. Kirpichnikov, Ph.D ²;
A. Golovchenko²

¹ – State university of telecommunications, Kyiv;

² – Center for Military and Strategic Studies National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernykhovskij, Kyiv

The regression analysis for searching dependence function of the number running programs programmers from the number of programs into a single information environment under certain programmers classiness

Resume. The article reveals the issues regression analysis for searching time function for the number of running programs in a single information environment to recruiting the required number of programmers for maintenance software systems in the military sphere. Also was conducted of selection approximation models.

Keywords: selection approximation models; software reliability; a single information environment.