

МОДЕЛЬ НА БАЗІ СПІРАЛІ АРХІМЕДА ДЛЯ ПОЛІФАКТОРНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

А. І. Пукач, В. М. Теслюк

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизованих систем управління
E-mail: andriipukach@gmail.com, vasyl.teslyuk@gmail.com

© Пукач А. І., Теслюк В. М., 2025

Дослідження присвячене розв'язанню науково-прикладної задачі позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб'єктного середовища підтримки. Розроблено модель на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення, що дає змогу розв'язувати задекларовану науково-прикладну задачу. Розроблена модель підвищує ступінь детермінованості ірраціональної компоненти міжсуб'єктної взаємодії в межах від “1” (для середовищ міжсуб'єктної взаємодії з вже існуючим високим ступенем репрезентативності ірраціональної компоненти) до значень кратних “x10” (для середовищ з низьким існуючим/поточним ступенем репрезентативності цієї ірраціональної компоненти). Особливістю розробленої моделі є інтерпретація еволюційних процесів комплексної підтримки досліджуваних об'єктів (котрі репрезентують підтримуване програмне забезпечення або процеси його комплексної підтримки), що репрезентована концентричними витками спіралі Архімеда. Виконано апробацію розробленої моделі на прикладі розв'язання прикладної практичної задачі моніторингу домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта поліфакторного позиціонування з подальшою наглядною візуалізацією отриманих результатів.

Ключові слова: комплексна підтримка, модель, об'єкт підтримки, поліфакторне позиціонування, програмне забезпечення, спіраль Архімеда, фактори впливу.

Вступ

Науково-прикладна сфера інформаційних технологій (ІТ) продовжує активно розвиватися, провокуючи неабиякий ріст кількості та складності програмного забезпечення, що вносить відповідні корективи у вимоги щодо автоматизації й інтелектуалізації його комплексної підтримки. Комплексна підтримка програмного забезпечення фактично об'єднує в собі будь-які активності щодо забезпечення життєздатності та функціональності підтримуваного програмного продукту, наприклад, розроблення програмного забезпечення; його тестування; розгортання та налаштування середовищ його функціонування; підготовка та написання функціональних вимог чи будь-якої іншої технічної документації; клієнтська підтримка тощо.

Абсолютно всі ці активності (складові комплексної підтримки) безпосередньо здійснюють відповідні суб'єкти (інженери-програмісти, тестувальники, системні інженери, бізнес-аналітики, фахівці техпідтримки та інші) в межах їх функціональних обов'язків та їх взаємодії з об'єктом підтримки (може бути як безпосередньо саме підтримуване програмне забезпечення / програмний продукт, так і процеси щодо його комплексної підтримки).

На якість цієї взаємодії між суб'єктами та об'єктом підтримки значною мірою впливають різноманітні фактори впливу (як "особисті", так і "професійні", "технічні" чи будь-які інші), адже всі ці фактори призводять до суб'єктивізації індивідуального персоналізованого сприйняття об'єкта підтримки кожним окремим суб'єктом взаємодії. Суб'єкти підтримки формують поліфакторне мультисуб'єктне середовище підтримки досліджуваного об'єкта, що фактично поєднує в собі всі фундаментальні складові комплексної підтримки будь-якого програмного продукту, а саме: об'єкт підтримки; суб'єкти підтримки; фактори впливу.

Отож виникає актуальна науково-прикладна задача необхідності позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб'єктного середовища підтримки для того, щоб забезпечити чітке розуміння поточного стану всієї системи комплексної підтримки досліджуваного об'єкта, що охоплює сам об'єкт, суб'єктів та фактори впливу, об'єднані в межах єдиного спільного поліфакторного мультисуб'єктного середовища підтримки, що в подальшому забезпечило б можливість здійснення необхідних корекцій (наприклад, в автоматизованому режимі, із забезпеченням відповідного рівня інтелектуалізації) цієї системи комплексної підтримки з метою покращення останньої.

Огляд літературних джерел

Огляд літературних джерел здійснено відповідно до основних складових напрямів дослідження, що охоплюють, зокрема, такі сфери, як аналіз основних складових комплексної підтримки програмного забезпечення, зокрема автоматизація опрацювання запитів/проблем від користувачів, автоматизація розгортання середовищ функціонування на базі відповідних методологій; автоматизація тестування; організація та формування середовищ підтримки на базі суб'єктів – членів відповідних команд; а також дослідження факторів впливу на складові комплексної підтримки програмного забезпечення.

Нещодавні дослідження, здійснені в контексті проблематики автоматизації опрацювання запитів/проблем від користувачів, наведені, зокрема, у працях [1, 2, 3], що підтверджують важливість цього напрямку, а також необхідність його глибшої автоматизації й інтелектуалізації, зокрема шляхом інкапсуляції інструментарію штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання. Водночас іншою вагомою нішею комплексної підтримки програмного забезпечення є автоматизація розгортання середовищ функціонування на базі відповідних методологій. Однією з таких методологій є DevOps, нещодавні напрацювання щодо якого репрезентовані, зокрема, у працях [4, 5], де розглядаються особливості інтегрування методів та засобів ШІ і машинного навчання у межах ідеологічної концепції цієї методології, що полягає у забезпеченні механізмів безперервної інтеграції та безперервної доставки між кластером розробників та кластером фахівців інформаційно-технологічного обслуговування як суб'єктів відповідних складових комплексної підтримки програмного продукту. Іншою методологією автоматизації розгортання середовищ функціонування є Agile, нещодавні дослідження щодо якої викладені, зокрема, у працях [6, 7], де, як і у попередньому випадку, основний акцент зроблений на підвищенні рівня автоматизації й інтелектуалізації процесів ітеративної розробки та відлагодження програмного продукту в контексті еволюційної взаємодії багатофункціональних команд. Наступною фундаментальною складовою комплексної підтримки програмного забезпечення є його тестування. Варто зазначити, що тестування програмного забезпечення було одним з перших напрямів автоматизації в контексті комплексної підтримки програмних продуктів. Нещодавні дослідження, зокрема репрезентовані працями [8, 9, 10], відображають сучасний стан речей в цій сфері та констатують неабиякий поступ в досягненні переходу від автоматизації до повної автоматичності цієї складової комплексної підтримки програмного забезпечення, що зумовлено насамперед тим самим досягненням у сфері ШІ та машинного навчання.

Не менш важливою складовою комплексної підтримки програмного забезпечення є організація та формування середовищ підтримки на базі суб'єктів – членів відповідних команд. Нещодавні до-

слідження у цій галузі, зокрема проведені у межах праць [11, 12, 13], підтверджують актуальність цієї проблематики навіть сьогодні, адже йдеться про організацію складних зв'язків типу “людина-людина”, де, на відміну від зв'язків типу “людина-машина” або “машина-машина”, ключові (а іноді й вирішальну) роль відіграють складові елементи ірраціональної компоненти міжсуб'єктної взаємодії. Отже, цілком логічно та послідовно переходимо до наступної складової комплексної підтримки програмного забезпечення, а саме: факторів впливу. Зокрема, нещодавні дослідження, подані у працях [14, 15, 16], вивчають фактори впливу на найрізноманітніших рівнях: від більш локалізованих (на рівні окремих середовищ підтримки) до більш глобальних (на рівні) всього ринку розробки програмних продуктів.

Отже проблематика складових комплексної підтримки програмного забезпечення є добре відомою, актуальною та постійно потребує розроблення нових рішень та підходів для кожного з її складових. Проте, на жаль, акцент наявних досліджень зосереджений загалом на сепарації кожної зі складових, тоді як дослідження симбіозу цих складових в контексті їх єдино спільного фундаментального поняття комплексної підтримки потребує додаткового опрацювання. Зокрема, відсутній механізм забезпечення єдиної “системи координат”, в якій одночасно перебуватимуть абсолютно всі ключові елементи комплексної підтримки, такі як об'єкт, суб'єкти, фактори впливу та середовище.

Постановка задачі

Основним завданням дослідження є розв'язання задекларованої науково-прикладної задачі (позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб'єктного середовища підтримки) шляхом розроблення відповідної моделі на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення з подальшою апробацією отриманої моделі на прикладі розв'язання практичної задачі моніторингу домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта поліфакторного позиціонування.

Розроблення моделі на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення

Першочерговим кроком у вирішенні задекларованої науково-прикладної задачі позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб'єктного середовища підтримки є формування єдино спільної системи симбіозу існування об'єкта, суб'єктів та факторів впливу в єдиному, спільному для них середовищі підтримки. Тобто, інакше кажучи, виникає необхідність логічного поєднання кожного з цих елементів один з одним в межах єдиної системи.

Саме з цією метою розглянуто можливість застосування відповідного методу формування мультифакторних портретів суб'єктів підтримки (детально описаного у праці [17]), який дає змогу досягнути бажаного ефекту. Зокрема, запропонований метод (формування мультифакторних портретів суб'єктів підтримки) реалізує можливість поєднання об'єкта, суб'єктів, а також факторів впливу в межах єдино спільної цілісної моделі мультифакторного портрета. Проте відкритим залишається питання гармонійного доповнення цього конструкту середовищем підтримки. Це питання вирішується шляхом формування мультисуб'єктного полікритеріального “портрета” середовища, що фактично є об'єднаним набором персональних мультифакторних портретів усіх тих суб'єктів, що формують це середовище.

Наступний етап – розроблення безпосередньо самої моделі для поліфакторного позиціонування об'єкта комплексної підтримки в єдиній системі його спільного існування з факторами впливу, суб'єктами взаємодії та мультисуб'єктного середовища.

Зокрема, отриману систему інтерпретовано виразом (1), що відображає симбіоз усіх її складових елементів (об'єкта, суб'єктів, факторів впливу та середовище):

$$Se_{[i]}^{So[k]} = \left[\begin{array}{ccc} Sip_{[1]}^{Fa[1]} & Sip_{[2]}^{Fa[1]} & Sip_{[m]}^{Fa[1]} \\ Sip_{[1]}^{Fa[2]} & Sip_{[2]}^{Fa[2]} & Sip_{[m]}^{Fa[2]} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ Sip_{[1]}^{Fa[n-1]} & Sip_{[2]}^{Fa[n-1]} & Sip_{[m]}^{Fa[n-1]} \\ Sip_{[1]}^{Fa[n]} & Sip_{[2]}^{Fa[n]} & Sip_{[m]}^{Fa[n]} \end{array} \right], \quad (1)$$

де $So[k]$ – ідентифікатор поточного досліджуваного k -го об'єкта підтримки; $Se_{[i]}^{So[k]}$ – i -те середовище підтримки для k -го об'єкта підтримки; $Fa[n]$ – n -й фактор впливу; $Sip_{[m]}^{Fa[n]}$ – величина впливу n -го фактора впливу на суб'єктивізацію сприйняття досліджуваного об'єкта підтримки m -м суб'єктом підтримки; n – кількість задекларованих факторів впливу; m – кількість суб'єктів підтримки в межах досліджуваної єдиної спільної системи підтримки поточного досліджуваного k -го об'єкта підтримки.

Фінальним етапом розроблення необхідної моделі (на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення) є перенесення отриманої системи – в систему спіралі Архімеда, реалізоване виразом (2):

$$AaM[Se_{[i]}^{So[k]}] = RoFunc\left(\frac{m}{\sum_{b=1}^m Sip_{[b]}^{Fa[1]}}, \frac{m}{\sum_{b=1}^m Sip_{[b]}^{Fa[2]}}, \dots, \frac{m}{\sum_{b=1}^m Sip_{[b]}^{Fa[n]}}\right), \quad (2)$$

де $RoFunc$ – функція перенесення, аргументами якої є обернено-пропорційні значення середньоарифметичної величини впливу кожного з факторів впливу (множини задекларованих факторів впливу) між усіма наявними суб'єктами середовища комплексної підтримки позиціонованого об'єкта підтримки.

Важливо зауважити, що аргументами функції є саме обернено-пропорційні значення середньоарифметичної величини впливу кожного із задекларованих факторів впливу, оскільки таке представлення максимально достовірно інтерпретує суть запропонованої концепції впливу будь-якого фактора суб'єктивізації на об'єкт підтримки, “притягуючи” (а не “відштовхуючи”) об'єкт підтримки до себе, намагаючись збільшити свій вплив на нього. Тобто, інакше кажучи, дещо абстрагуючи, суть концепції зводить до широко відомого принципу перетягування деякої абстрактної “ковдри” між суб'єктами (де як ця абстрактна “ковдра” є об'єкт позиціонування / підтримки).

Ще одним важливим доповненням розробленої моделі позиціонування об'єкта є забезпечення можливості її синхронізації з іншими системами координат, наприклад, Декартової системи координат (як “найпопулярнішою” та широко використовуваною “за замовчуванням” у більшості систем, тож за потреби подальша конвертація з Декартової системи координат у будь-яку іншу не буде складною).

Реалізація цього механізму синхронізації позиціонування об'єкта розробленої моделі з Декартовою системою координат можлива за допомогою виразів (3) та (4) поданих нижче. Зокрема, вираз (3) репрезентує механізм конвертації зміщення об'єкта позиціонування з Декартової системи координат у систему координат розробленої моделі. Тоді як вираз (4) – навпаки: зворотний механізм конвертації зміщення об'єкта позиціонування із системи координат розробленої моделі – в Декартову систему координат.

$$D.A.PosCh_{(Fa[c])}^{(So[k])} = \left(\sqrt{Xdst_{(So[k], Fa[c])}^2 + Ydst_{(So[k], Fa[c])}^2} \right) - \left(\sqrt{Xdpr_{(So[k], Fa[c])}^2 + Ydpr_{(So[k], Fa[c])}^2} \right), \quad (3)$$

де $D.A.PosCh_{(Fa[c])}^{(So[k])}$ – функція зміни позиції поточного досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$ при конвертації з Декартової системи координат у систему координат розробленої моделі; $Xdst_{(So[k], Fa[c])}$ – Декартова Х-координата точки призначення зміни позиції досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$; $Ydst_{(So[k], Fa[c])}$ – Декартова Y-координата точки призначення зміни позиції досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$; $Xdpr_{(So[k], Fa[c])}$ – Декартова Х-координата точки відправлення зміни позиції досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$; $Ydpr_{(So[k], Fa[c])}$ –

Декартова Y-координата точки відправлення зміни позиції досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$.

$$A.D.PosCh_{(Fa[c])}^{(So[k])} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (Vdst \times \cos(Vdst) - Vdpr \times \cos(Vdpr)) \\ (Vdst \times \sin(Vdst) - Vdpr \times \sin(Vdpr)) \end{pmatrix}, \quad (4)$$

де $A.D.PosCh_{(Fa[c])}^{(So[k])}(x, y)$ – зміна позиції поточного досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного фактора впливу $Fa[c]$ при конвертації з системи координат розробленої моделі в Декартову систему координат; $Vdst$ – координата точки призначення (у системі координат розробленої моделі) зміни позиції поточного досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного досліджуваного фактора впливу $Fa[c]$; $Vdpr$ – отже, координата точки відправлення (в системі координат розробленої моделі) зміни позиції поточного досліджуваного об'єкта $So[k]$ відносно конкретного досліджуваного фактора впливу $Fa[c]$.

Отже, забезпечений механізм конвертації позиціонування досліджуваного об'єкта підтримки: як із системи координат розробленої моделі – в Декартову; так і навпаки, з Декартової системи координат – в систему координат розробленої моделі. Додатково рис. 1 відображає інтерпретацію розробленої моделі у формі відповідної наочної графічної візуалізації. Представлена графічна інтерпретація доволі добре відображає основну особливість розробленої моделі, що полягає в інтерпретації еволюційних процесів комплексної підтримки досліджуваних об'єктів (котрі репрезентують підтримуване програмне забезпечення або процеси його комплексної підтримки) відповідними концентричними витками спіралі Архімеда. Отож кожен концентричний виток спіралі Архімеда репрезентує релевантний виток еволюції (у випадку зворотного руху по спіралі в напрямку її центру) або деградації (у випадку поступального руху по спіралі в напрямку від її центру) процесів комплексної підтримки досліджуваного об'єкта підтримки. Водночас сам об'єкт позиціонування у жодному разі не може “перестрибувати” між витками спіралі, а натомість він має пройти повний виток еволюції для того, щоб потрапити на попередній. Запропонована концепція забезпечує максимальний акцент на факторах впливу (суб'єктивізації сприйняття), підкреслюючи надзвичайно важливий та вагомий вплив кожного із факторів впливу (які розміщені рівновіддалено від центру спіралі та один від одного) на еволюцію процесів комплексної підтримки програмних продуктів. У доповнення до вищезазначеного такий варіант концепції додатково акцентує увагу на факті, що зміна впливу одного із факторів на досліджуваний об'єкт підтримки / позиціонування неодмінно призводить до зміни впливу й іншого (інших) факторів, оскільки вся система є фактично замкнутою єдиною збалансованою системою та завжди прагне до самобалансування.

Розглянемо апробацію розробленої моделі (на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення) на прикладі розв'язання однієї з числа досліджуваних експериментальних прикладних практичних задач, а саме: задекларованої задачі моніторингу домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта поліфакторного позиціонування.

Розв'язання задекларованої прикладної практичної задачі потребує її декомпозиції на кілька складових етапів вирішення, а саме:

- формування поліфакторного портрета кожного із суб'єктів середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта;
- формування (на основі результатів виконання попереднього етапу) мультисуб'єктного поліфакторного портрета всього середовища загалом;
- визначення домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта;
- моніторинг домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта в ході динаміки підтримки.

На рис. 2 подано відповідну графічну інтерпретацію / візуалізацію (сформовану на основі отриманих вхідних даних задекларованої прикладної практичної задачі) мультисуб'єктного поліфакторного портрета всього досліджуваного середовища підтримки загалом, проте з додатковою по-суб'єктною деталізацією, тобто з поданням (в межах єдиного середовища) сформованих перед тим песональних поліфакторних портретів кожного із суб'єктів (котрі і формують досліджуване середовище підтримки).

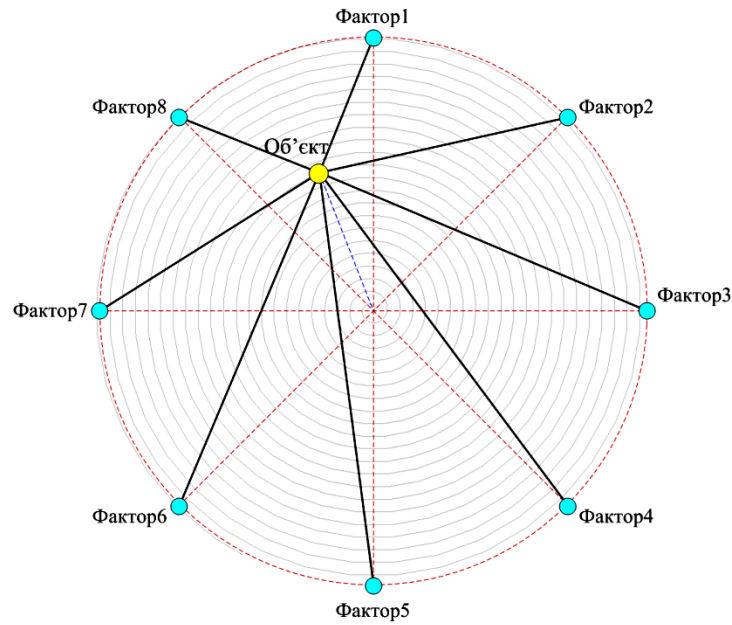


Рис. 1. Графічна інтерпретація розробленої моделі на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення

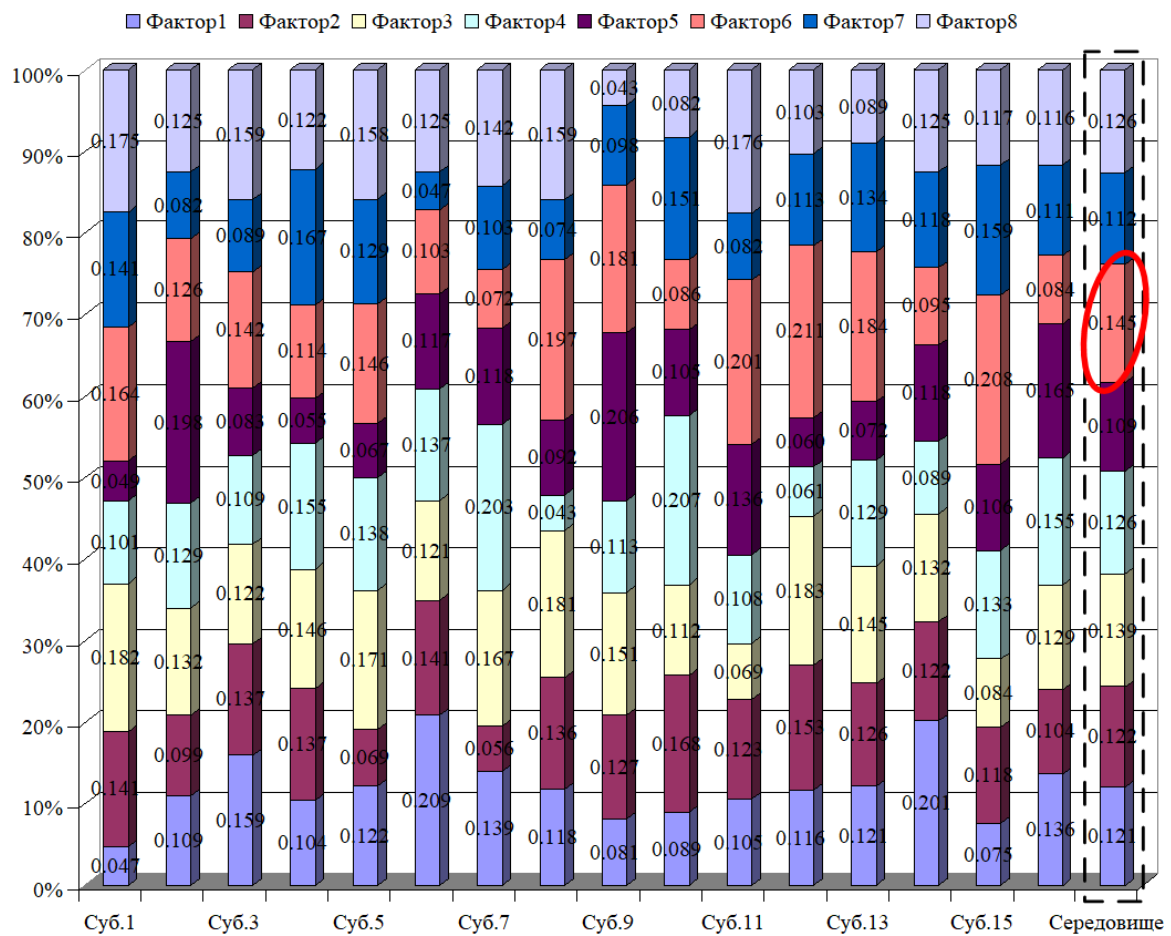


Рис. 2. Графічна візуалізація мультисуб'єктного поліфакторного портрета всього середовища загалом, з додатковою по-суб'єктною деталізацією

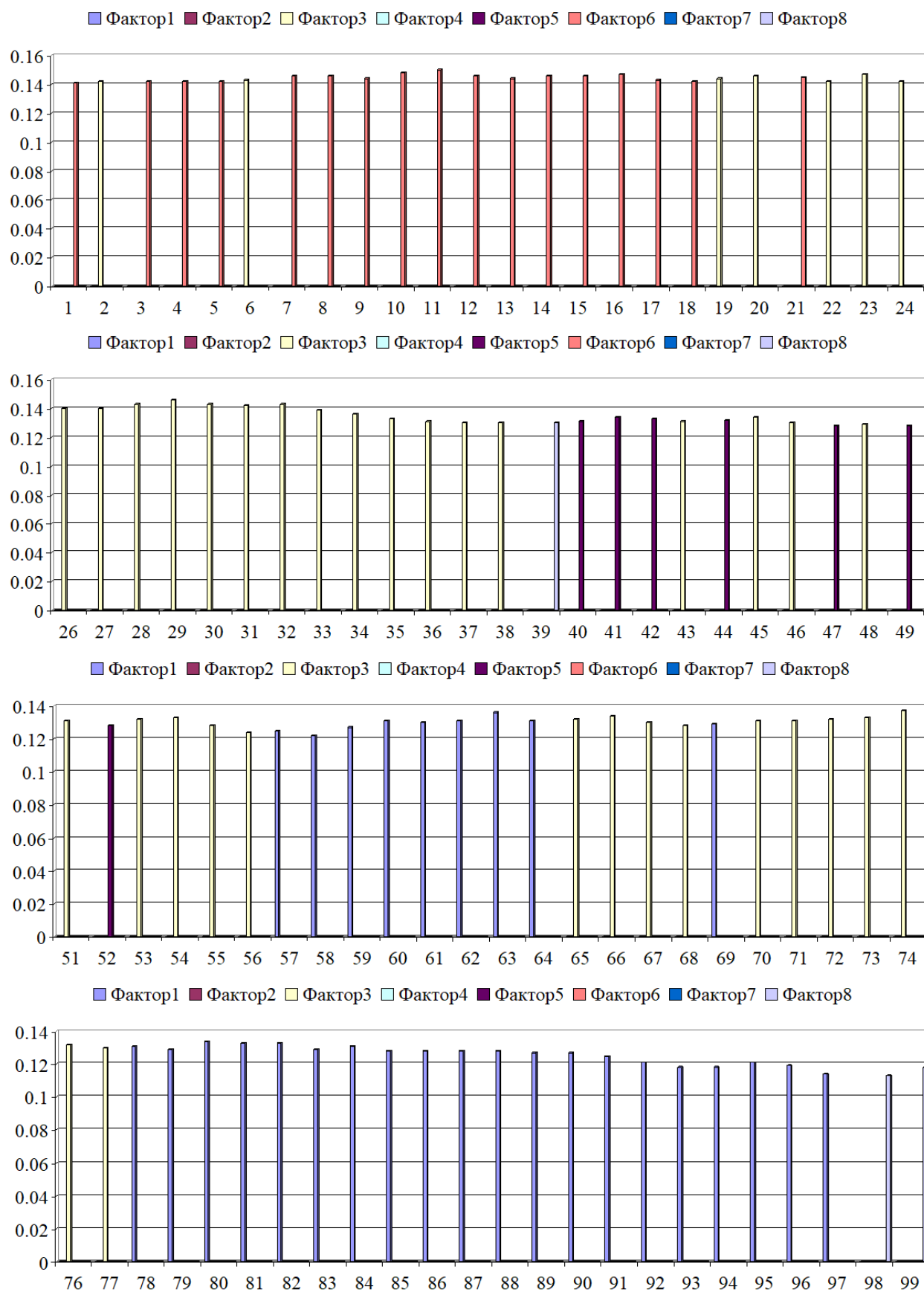


Рис. 3. Візуалізація отриманих результатів аналізу динаміки домінуючого фактора впливу

Додатково (рис. 2) виокремлено домінуючий фактор (яким є “Фактор 6”) впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об’єкта, значення величини впливу якого для отриманого мультисуб’єктного поліфакторного портрета досліджуваного середовища є більшим від значень решти факторів (в межах цього самого мультисуб’єктного поліфакторного портрета досліджуваного середовища).

Завершальним етапом розв’язання задекларованої прикладної практичної задачі є моніторинг домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об’єкта в ході динаміки підтримки. Тобто шляхом формування миттєвих зрізів ситуативних кейсів процесу підтримки досліджуваного об’єкта отримуємо відповідну динаміку мультисуб’єктного поліфакторного портрета досліджуваного середовища підтримки, визначаємо та зберігаємо поточний домінуючий фактор, а вже після завершення моделювання – формуємо комплексну картину динаміки “домінуючого фактора”.

Важливо звернути увагу на те, що “домінуючим” в кожному окремому ситуативному кейсі може бути абсолютно будь-який із задекларованої множини факторів. На рис. 3 подано отримані результати аналізу динаміки домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об’єкта поліфакторного позиціонування.

Результати дослідження

Під час дослідження вивчено основні аспекти як безпосередньо проблематики позиціонування об’єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб’єктного середовища підтримки, так і більш глобальної проблематики симбіозу всіх ключових складових елементів комплексної підтримки програмного забезпечення, зокрема таких як об’єкт підтримки (може бути як безпосередньо сам підтримуваний програмний продукт, так і процеси щодо його комплексної підтримки); суб’єкти взаємодії з об’єктом, котрі безпосередньо забезпечують та реалізують комплексну підтримку програмного забезпечення, а також формують відповідне поліфакторне мультисуб’єктне середовище підтримки; фактори впливу, що безпосередньо впливають на суб’єктів, їх здатність до підтримки та ефективність їхньої діяльності шляхом суб’єктивізації їх персоналізованого сприйняття об’єкта (та процесів) підтримки; а також саме поліфакторне мультисуб’єктне середовище підтримки, яке сформували суб’єкти взаємодії, з об’єктом і процесами підтримки.

Розроблена модель (на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об’єктів комплексної підтримки програмного забезпечення) забезпечує необхідні механізми симбіозу всіх ключових складових елементів комплексної підтримки програмного забезпечення. Додатково розроблено механізм синхронізації системи координат позиціонування об’єкта підтримки з “стандартною” Декартовою системою координат, що забезпечує можливість подальшої інтеграції розробленої моделі з іншими моделями, системами та/або середовищами, які використовують за основу саме Декартову систему координат (як і будь-яку іншу шляхом посередництва тієї самої Декартової системи).

Здійснено апробацію розробленої моделі на прикладі розв’язання експериментальної прикладної практичної задачі моніторингу домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об’єкта поліфакторного позиціонування. Отримані результати апробацію підтверджують дієвість розробленої моделі.

Як подальші напрями потенційного розвитку розробленої моделі та дослідження релевантних задач глобальної науково-прикладної проблематики автоматизації й інтелектуалізації комплексної підтримки програмного забезпечення бачимо доцільність розроблення, зокрема, додаткового алгоритмічного та програмного забезпечення, що дало б змогу здійснювати більш глибоке дослідження потенціалу розробленої моделі шляхом її комп’ютерного моделювання.

Висновки

Досліджено та розв’язано науково-прикладну задачу позиціонування об’єктів комплексної підтримки програмного забезпечення в межах існуючого поліфакторного мультисуб’єктного середовища підтримки, що входить до кластера задач більш глобальної науково-прикладної проблеми автоматизації й інтелектуалізації комплексної підтримки програмного забезпечення.

З метою розв'язання задекларованої науково-прикладної задачі розроблено відповідну модель на базі спіралі Архімеда для поліфакторного позиціонування об'єктів комплексної підтримки програмного забезпечення, що забезпечує механізм позиціонування досліджуваних об'єктів підтримки (як безпосередньо самих програмних продуктів, так і процесів щодо їх підтримки) в єдиної спільній системі координат для всіх складових комплексної підтримки, що включає безпосередньо сам об'єкт підтримки, усі суб'єкти підтримки, всі наявні задекларовані фактори впливу та відповідне сформоване мультисуб'єктне поліфакторне середовище підтримки.

Особливістю розробленої моделі є інтерпретація еволюційних процесів комплексної підтримки досліджуваних об'єктів (котрі можуть позначати / репрезентувати як безпосередньо саме підтримуване програмне забезпечення, так і процеси щодо його комплексної підтримки), що репрезентована концентричними витками спіралі Архімеда.

Розроблена модель підвищує ступінь детермінованості ірраціональної компоненти міжсуб'єктної взаємодії шляхом введення додаткового параметра кількісної оцінки суб'єктивізації сприйняття об'єкта цієї взаємодії безвідносно обмежень щодо контексту прикладної області такої взаємодії, а сам коефіцієнт зростання ступеня детермінованості вже значною мірою залежить як від контексту прикладної області досліджуваної міжсуб'єктної взаємодії, так і від її інших структурно-параметричних показників, тож може коливатися в межах від "1" (для середовищ міжсуб'єктної взаємодії з вже існуючим високим ступенем репрезентативності ірраціональної компоненти) до значень кратних "x10" (для середовищ міжсуб'єктної взаємодії з низьким існуючим/поточним ступенем репрезентативності цієї ірраціональної компоненти).

Крім того, як експериментальна апробація розробленої моделі, реалізовано її застосування в межах розв'язання конкретної поставленої прикладної практичної задачі моніторингу домінуючого фактора впливу середовища комплексної підтримки досліджуваного об'єкта поліфакторного позиціонування з подальшою наглядною візуалізацією отриманих результатів.

Отримані результати апробації, як і результати дослідження загалом, підтверджують дієвість та ефективність розробленої моделі. Додатково розглянуто потенційні шляхи подальшого розвитку та застосування розробленої моделі.

Список літератури

1. Tatineni, S. (2023). *AI-Infused Threat Detection and Incident Response in Cloud Security*. *International Journal of Science and Research*, 12(11), pp. 998–1004. DOI: <https://doi.org/10.21275/sr231113063646>.
2. Paramesh, S., & Shreedhara, K. (2022). *A Deep Learning Based It Service Desk Ticket Classifier Using Cnn*. *Online) Ictact Journal on Soft Computing*, 13(1), pp. 2805–2812. DOI: <https://doi.org/10.21917/ijsc.2022.0399>.
3. Ribeiro, D.P., Anjo, A., & Henriques, P.R. (2022). *Design and implementation of a chatbot as a tool to assist a helpdesk team*. *Proceedings of the International Conferences on Applied Computing and WWW/Internet*, pp. 139–147. DOI: https://doi.org/10.33965/ac_icwi2022_2022081017.
4. Manchana, R. (2021). *The DevOps Automation Imperative: Enhancing Software Lifecycle Efficiency and Collaboration*. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 8(7), pp. 100–112. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13789734>.
5. None Suprit Pattanayak, Murthy, N. P., & Mehra, N. A. (2024). *Integrating AI into DevOps pipelines: Continuous integration, continuous delivery, and automation in infrastructural management: Projections for future*. *International Journal of Science and Research Archive*, 13(1), pp. 2244–2256. DOI: <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.13.1.1838>.
6. Hamza, O., Collins, A., Eweje, A., & Babatunde, G. O. (2023). *Agile-DevOps Synergy for Salesforce CRM deployment: Bridging Customer Relationship Management with Network Automation*. *International Journal of Multi-disciplinary Research and Growth Evaluation*, 4(1), pp. 668–681. DOI: <https://doi.org/10.54660/ijmrge.2023.4.1.668-681>.
7. Jin, Z. (2024). *Integrating AI into Agile Workflows: Opportunities and Challenges*. *Applied and Computational Engineering*, 100(1), pp. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.54254/2755-2721/100/20251754>.
8. De Silva, D., Gunathilake, M., Sooriyabandara, H., Chandrarathna, M., Bandara, S., & Thilakarathna, S. (2023). *A Case Study of Test Automation in Agile Software Development*. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 12(05), pp. 41–49. DOI: <https://doi.org/10.7753/ijsea1205.1013>.

9. Swathi, B., & Tiwari, H. (2021). Test Automation Framework Using Soft Computing Techniques. *2021 International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT)*, 100(16), pp. 4909–4917. DOI: <https://doi.org/10.1109/icaect49130.2021.9392602>.
10. Mishra, L., & Nayak, S. (2024). Advanced test automation techniques for DevOps: Bridging the gap between test-driven development and continuous deployment in agile environments. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(3), pp. 855–867. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2649>.
11. Morimoto, C., & Minami, K. (2023). A Proposal of a New Team Building Method in IT PBL: A Trial of the SENTAI-Hero-Exercise. In *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2023)*, 2, pp. 364–370. DOI: <https://doi.org/10.5220/0011828600003470>.
12. Dwi Ningsih, A., Ariani, D., Sagala, S., & Harahap, D. (2022). Project Team Bulding, Conflict and Negotiation. *Devotion Journal of Community Service*, 3(14), pp. 2519–2533. DOI: <https://doi.org/10.36418/dev.v3i14.302>.
13. Burkard, M., & Fontoura, L. (2023). People Management Problems and Practices in Software Development Projects: A Systematic Literature Review. In *Proceedings of the 25th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2023)*. 2, pp. 179–186. DOI: <https://doi.org/10.5220/0011985300003467>.
14. Veeramachaneni, V. (2020). Factors That Contribute To The Success Of A Software Organisation's Devops Environment: A Systematic Review. *International Journal for Recent Developments in Science & Technology*, 04(11), pp. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.04101>.
15. Gilal, R., Omar, M., & Rejab, M.M. (2023). The key factors contribute to time pressure in software development projects: A review. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 10(10), pp. 155–165. DOI: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2023.10.018>.
16. Zhou, P. (2023). Systematic Literature Review Protocol on Influential Factors for Software Process Improvement in Global Software Development. *Global Software Development*, pp. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21750.98888>.
17. Pukach, A. I., & Teslyuk, V. M. (2025). Method of forming multifactor portraits of the subjects supporting software complexes, using a multilayer perceptron. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, (1), pp. 130–141. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2025-1-12>.

ARCHIMEDES SPIRAL-BASED MODEL FOR MULTIFACTOR POSITIONING OF COMPLEX SOFTWARE SUPPORT OBJECT

A. I. Pukach, V. M. Teslyuk

Lviv Polytechnic National University,
Department of Automated Control Systems

© Pukach A. I., Teslyuk V. M., 2025

The work is devoted to solving the scientific and applied problem of positioning objects of software's complex support within the existing polyfactorial multi-subject support environment. An Archimedes spiral-based model has been developed for the multifactor positioning of objects of (software's complex support), which provides the possibility of solving the declared scientific and applied problem. The developed model increases the determinism level of an irrational component of intersubjective interaction within the range from "1" (for intersubjective interaction environments with already existing high level of an irrational component representativeness) up to the values multiple of "x10" (for environments with a low existing/current level of this irrational component representativeness). A key feature of the developed model is the interpretation of the evolutionary processes of complex support of the investigated objects (which represent directly the supported software itself, as well as the processes of its complex support), which is represented by the concentric turns of Archimedes spiral. Approbation of the developed model has been carried out on the example of solving a particular practical applied task of monitoring the dominant impact factor of the complex support environment of the investigated multifactorial positioning's object, with further visualization of the obtained results.

Keywords: Archimedes spiral, complex support, impact factors, model, multifactor positioning, software, support object.