



## КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.413.5

DOI <https://doi.org/10.17721/ISTS.2021.1.3-8>

Ю. Є. Добришин, [orcid.org/0000-0003-2473-9507](https://orcid.org/0000-0003-2473-9507),  
dobr@krok.edu.ua

ВНЗ "Університет "КРОК"", Київ, Україна,  
О. Є. Іларіонов, [orcid.org/0000-0002-7435-3533](https://orcid.org/0000-0002-7435-3533),  
oleg.ilarionov@knu.ua

П. М. Сорока, [orcid.org/0000-0002-4864-904X](https://orcid.org/0000-0002-4864-904X),  
p\_soroka@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

# МОДЕЛЬ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ОПЕРАЦІЙ З АДМІНІСТРУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Під час експлуатації програмного забезпечення суттєвою проблемою є визначення переліку операцій, які необхідні для створення належних умов роботи загальносистемного, прикладного програмного забезпечення, а саме призначення операцій/проведення заходів з адміністрування програмного забезпечення і швидкого його відновлення після аварій та уражень/пошкоджень комп'ютерним вірусом.*

*Розглянуто питання застосування логіко-математичного апарату щодо формалізації процесів обслуговування, адміністрування та відновлення роботи програмного забезпечення під час експлуатації автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем і комплексів. Показано, що дослідники під час розгляду проблем експлуатації програмного забезпечення в основному зупиняються на питаннях удосконалення обслуговування, супроводження та реінженерії програмного забезпечення, зокрема й на описі послідовності виконання взаємопов'язаних процесів, методів і засобів обслуговування програмного забезпечення, питаннях експлуатації програмного забезпечення у розрізі його надійності, потреби у методах і засобах ідентифікації дефектів проєктування, а також прогнозування кількості помилок на етапі експлуатації інформаційних систем тощо. Наведено логічну схему процесу обслуговування програмного забезпечення, яка відображає логіку розв'язання задач і, у своїй основі, представляє сукупність логічних упорядкованих проєктних процедур у вигляді систем множин і відношень.*

*Для формального представлення технологічного процесу обслуговування програмного забезпечення автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем і комплексів використовується його декомпозиція. Проєктування технологічного процесу супроводження програмного забезпечення виражається через морфологічну, інформаційну та математичну моделі. Сформульовано відношення слідування, еквівалентності, сумісності та взаємодії, які дозволяють установити та формалізувати взаємозв'язки між технологічними об'єктами, які беруть участь у процесі призначення (проєктування) технологічних операцій з адміністрування програмного забезпечення автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем і створюють передумови щодо розроблення формалізованих умов синтезу проєктних рішень. За допомогою математичного апарату на базі логіки предикатів наведено приклади різних проєктних рішень, які дозволяють здійснювати проєктування операцій з обслуговування програмного забезпечення засобами комп'ютерної техніки.*

**Ключові слова:** реінженерія ПЗ; автоматизація обслуговування ПЗ; декомпозиція технологічного процесу.

## 1. ВСТУП

Експлуатація автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем і комплексів (далі АІС) передбачає проведення технологічних опе-

рацій з адміністрування, що застосовуються на місцях роботи АІС, та виконання заходів із відновлювання роботи програмного забезпечення в разі його пошкодження або виходу з ладу.

© Добришин Ю. Є., Іларіонов О. Є., Сорока П. М., 2021



Суттєвою проблемою під час експлуатації програмного забезпечення є визначення переліку операцій, які необхідні для подальшого забезпечення належних умов роботи загальносистемного, прикладного програмного забезпечення, а саме призначення операцій/проведення заходів з адміністрування програмного забезпечення і швидкого його відновлення після аварій та уражень/пошкоджень комп'ютерним вірусом.

Практика розроблення й експлуатації програмного забезпечення складає основу методології обслуговування та подальшого супроводження програмного забезпечення, на базі якої можливо розробити формалізовані методики розв'язання окремих задач щодо призначення технологічних операцій з адміністрування програмних компонентів автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем, а також визначити їхнє внутрішнє наповнення та взаємозв'язки між ними. Розв'язання такого типу задач потребує побудови математичної моделі у вигляді систем множин і відношень. Така модель дозволить класифікувати та проаналізувати властивості та відношення між технологічними операціями з обслуговування програмного забезпечення АІС, зможе виявити якісні зв'язки між операціями та формалізувати технологію їхнього призначення.

Математичний апарат повинен включати розроблення математичних виразів, що описують проєктні рішення, правила їхнього виведення відповідно з положеннями, прийнятими в математичній логіці. Тобто, під час призначення технологічних операцій з обслуговування програмного забезпечення АІС необхідно добитися заміни словесного виведення математичним виразом.

## 2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вітчизняні та зарубіжні дослідники під час розгляду проблем експлуатації програмного забезпечення зупиняються в основному на питаннях удосконалення обслуговування, супроводження та реінженерії програмного забезпечення [1–14].

У наукових працях [1, 2] надано опис моделі супроводження інформаційних систем на етапах його життєвого циклу. На думку авторів, інформаційна система виступає пасивною категорією, як у процесі досліджень, так і у процесі проєктування. Функціонування інформаційної системи описується моделями розроблення, функціонування та розвитку. Автори визначають, що модель супроводження програмного забезпечення, як частина життєвого циклу інформаційної системи, складається з послідовності виконання взаємо-

пов'язаних процесів, дій і завдань, опис яких можна подати у вигляді систем множин і відношень.

Інтерес представляють наукові роботи [3–5], в яких автор на підставі розгляду великих розподілених комп'ютеризованих інформаційних систем описує методи та засоби обслуговування програмного забезпечення.

Окремими авторами [6–8] питання експлуатації програмного забезпечення розглянуто у розрізі його надійності. У цих наукових працях описано основні підходи до аналізу надійності програмного забезпечення та обґрунтованого вибору необхідної моделі, що дозволяє в умовах реальної експлуатації інформаційних систем правильно визначити операції з їхнього супроводження.

Автори робіт [9–11] стверджують, що для автоматизації процесів обслуговування програмного забезпечення АІС потрібні методи і засоби ідентифікації дефектів проєктування, а також прогнозування кількості помилок на етапі експлуатації інформаційних систем. У цих же публікаціях розглянуто питання щодо аналізу дефектів у роботі програмного забезпечення, їхньої класифікації, закономірності появи та шляхи усунення.

Теоретичні дослідження стратегії обслуговування та супроводження програмного забезпечення АІС відображаються в роботах [12–14].

Таким чином, проблема автоматизації технологічних процесів обслуговування програмного забезпечення залишається актуальною та потребує подальшого вивчення та дослідження.

Певною базою, здатною вирішувати автоматизацію зазначених процесів, а саме, призначення технологічних операцій з адміністрування та відновлення роботи програмного забезпечення під час обслуговування АІС, може виступати формалізована теорія, яка передбачає опис предметної області шляхом визначення множини технологічних об'єктів і знаходження зв'язків між ними з подальшим формуванням певного математичного апарату.

Автоматизація технологічних процесів обслуговування програмного забезпечення АІС у подальшому може служити базою для створення систем автоматизованого управління процесами адміністрування та відновлення програмного забезпечення різних автоматизованих систем і комплексів.

## 3. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою цієї роботи є розроблення моделі структурно-технологічних взаємозв'язків операцій з адміністрування та відновлення роботи програмного забезпечення, які застосовують під



час технологічного обслуговування автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем.

**4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Математичне моделювання базується на системному підході, який є концептуальним відносно структури проектування процесу обслуговування програмного забезпечення АІС та визначає методику його розроблення в цілому та в багатьох зв'язках.

Під структурою проектування процесу обслуговування програмного забезпечення розуміють установлені певні розподілені рішення, визначення яких реалізується за рахунок відповідних взаємозв'язків предметів, що беруть участь у логічній схемі призначення операцій з адміністрування та відновлення програмного забезпечення. Ця логічна схема відображає логіку розв'язання задач і у своїй основі представляє сукупність логічних упорядкованих проектних процедур, формалізований опис яких спрощує їхнє математичне оброблення та дозволяє здійснювати проектування операцій з обслуговування та супроводження програмного забезпечення за допомогою комп'ютерної техніки.

Для формального представлення технологічного процесу обслуговування програмного забезпечення АІС необхідно виконати його декомпозицію.

Така укрупнена декомпозиція з урахуванням операцій з адміністрування та відновлення показана на рис. 1. За її результатами можна визначити декілька окремих рівнів із відповідними задачами  $Z_i$ .

Уведемо відношення, які мають місце між задачами різних рівнів і задачами одного рівня, позначивши їх відповідно  $H_i B_j$ . Розв'язання однієї задачі неможливо виконати без попереднього розв'язання іншої задачі. Одночасно кожна задача рівнів декомпозиції може бути представлена системою множин

$$Z_i = \{V_{ij}, C_{ij}, R_{ij}, K_{ij}, T_{ij}, M_{ij}\}, \quad (1)$$

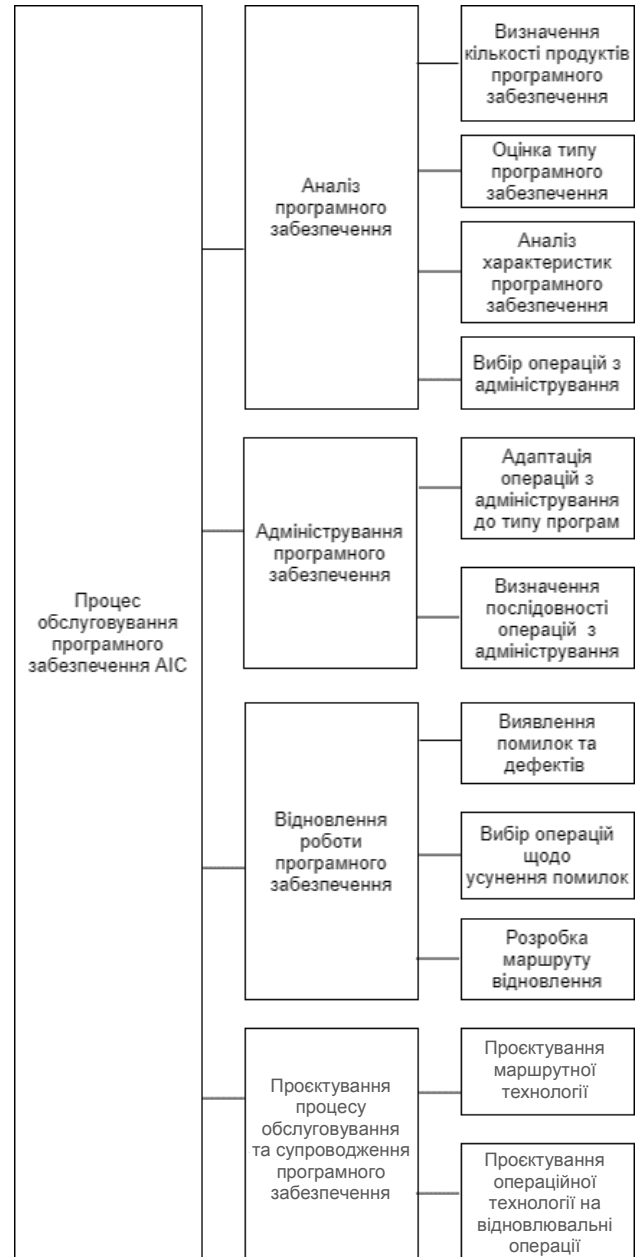
де  $V_{ij}$  – вхідні дані;  $C_{ij}$  – обмеження на виконання технологічних операцій;  $R_{ij}$  – проектні рішення;  $K_{ij}$  – оцінки проектних рішень;  $T_{ij}$  – процедура розв'язання задачі;  $M_{ij}$  – модель задачі.

Таким чином, отримані в результаті проектування розв'язання кожної конкретної задачі можуть бути описані у вигляді такого виразу:

$$T_{ij} = \{A_{ij}, C_{ij}, K_{ij}\} \xrightarrow{M_{ij}} R_{ij}. \quad (2)$$

На рівнях декомпозиції логічної схеми автоматизованого проектування операцій з адмініст-

рування та відновлення частина задач може виконуватися паралельно або у певному порядку.



**Рис. 1.** Декомпозиція технологічного процесу обслуговування програмного забезпечення АІС

Причому під час призначення зазначених операцій необхідно вибрати технологічні об'єкти, які є предметом вивчення та які мають певні параметри (властивості).

Очевидно, що між технологічними об'єктами та властивостями існують певні відношення, які визначаються предикатом  $Pt(x)$ , де  $x$  є областю зміни технологічних об'єктів.

Проектування технологічного процесу супроводження програмного забезпечення може бути



виражено через морфологічну, інформаційну та математичну моделі.

Морфологічна модель  $L_1$  будується шляхом декомпозиції задачі проектування з урахуванням того, що розв'язання певного кола задач можливе шляхом використання математичних моделей, які адекватно відображають процес призначення операцій.

Інформаційна модель  $L_2$  відображає процес циркуляції інформації між задачами. Масиви інформації, що обробляються, складаються з постійної та змінної частин. Інформаційні зв'язки вказують напрямком передавання інформації між окремими блоками технологічного процесу супроводження.

Кожна задача під час проектування технологічного процесу супроводження програмного забезпечення розв'язується за допомогою математичної моделі.

Математична модель може бути позначена як  $L_3$ . Причому основним моментом є те, що для кожної задачі обирається математичний метод, що забезпечує розв'язання задачі, і на основі якого отримуємо алгоритмічне представлення інформації.

Таким чином, процедуру побудови логічної схеми супроводження програмного забезпечення можна представити такою послідовністю:

$$L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3. \quad (3)$$

У процесі створення технологічного процесу супроводження програмного забезпечення головними технологічними об'єктами проектування виступає загальносистемне програмне забезпечення (операційна система), прикладне програмне забезпечення (база даних), спеціалізоване програмне забезпечення (прикладні додатки, драйвери, службові програми, програмне забезпечення мережі тощо), дефекти програмного забезпечення та способи їхнього усунення.

З урахуванням цього предметом дослідження на рівні логічної схеми будуть відношення між зазначеними технологічними об'єктами (множинами) та виявлення аналітичних взаємозв'язків, які піддаються математичній інтерпретації.

Розглядаючи множину можливих взаємопов'язаних елементів логічної схеми супроводження програмного забезпечення сформулюємо такі відношення:

**Правило 1. Відношення слідування**

Всі технологічні об'єкти можуть бути упорядковані під час виконання операцій з адміністрування програмного забезпечення. Наприклад, два технологічних об'єкти слідують один за од-

ним під час призначення технологічних операцій з адміністрування, якщо їхні властивості розглядаються в певній послідовності. Зокрема, першими операціями з адміністрування виступають операції з моніторингу роботи системних журналів операційної системи, завантаженості оперативної пам'яті, перевірки системних журналів і журналів транзакцій. Під час адміністрування прикладного програмного забезпечення (баз даних) спочатку виконують операції з перевірки вільного простору у файлах даних (вільного місця у таблицях) і тільки після цього операції з резервного копіювання та копіювання архівних журналів транзакцій.

Відношення слідування будемо позначати символом  $\Rightarrow$ . У математичному вигляді зазначене відношення можна записати так:

$$\forall O_i \forall A_i \forall A_j \forall A_f \exists S_i \exists S_j \exists S_f \exists P \{(A_i[S_i] \sim A_j[S_j]) \wedge (A_j[S_j] \sim A_f[S_f])\} \Rightarrow (A_i[S_i] \sim A_f[S_f]), \quad (4)$$

де  $O_i$  – об'єкт супроводження;  $A_i, A_j, A_f$  – операції з адміністрування програмного забезпечення;  $S_i, S_j, S_f$  – властивості операцій з адміністрування програмного забезпечення.

**Правило 2. Відношення еквівалентності**

Під відношенням еквівалентності мається на увазі символічне вираження технологічних можливостей і властивостей технологічних об'єктів. Наприклад, якщо існують дві або декілька операцій з адміністрування програмного забезпечення, які можуть бути застосовані, то можна стверджувати, що вони еквівалентні по своїх технологічних можливостях.

Відношення еквівалентності може бути застосовано до різного програмного забезпечення, для якого призначаються однакові операції з адміністрування або застосовуються однотипні способи відновлення роботи програмного забезпечення. Наприклад, це операції з моніторингу роботи програмного забезпечення, операції з обслуговування індексів і таблиць бази даних, створення архівів журналів транзакцій бази даних тощо.

Відношення еквівалентності позначимо символом  $\equiv$ . Тоді у символічному вигляді вказане відношення описується виразом

$$\forall P_i \forall P_f \forall A_i \forall A_j \exists S_i \exists S_j \exists P \{(A_i[S_i] = A_j[S_j]) \wedge (P_i[S_i] \neq P_j[S_j])\} \Rightarrow (A_i[S_i] \equiv A_j[S_j]), \quad (5)$$

де  $P_i, P_j$  – програмне забезпечення;  $A_i, A_j, A_f$  – операції з адміністрування програм-



ного забезпечення;  $S_i, S_j, S_f$  – властивості операцій з адміністрування програмного забезпечення.

**Правило 3. Відношення сумісності**

Якщо декілька технологічних об’єктів можуть бути визначені однаковими властивостями певного складу, то ці технологічні об’єкти мають відношення сумісності. Тобто, для кожного технологічного об’єкта знайдеться інший, який сумісний із першим. Позначимо таке відношення символом  $\leftrightarrow$ .

Відношення сумісності може бути застосоване до різних пар технологічних об’єктів, а саме: операційна система – база даних; операційна система – прикладне програмне забезпечення; операційна система – спеціалізоване програмне забезпечення, що забезпечує роботу драйверів, допоміжного обладнання; дефект програмного забезпечення – спосіб відновлення, тощо.

У символічному вигляді зазначене відношення сумісності записують як

$$\forall O_i \forall P_f \forall A_j \exists S_i \exists S_f \exists S_j \exists P \{ (O_i[S_i] = P_f[S_f]) \wedge (P_f[S_f] = A_j[S_j]) \} \Leftrightarrow (O_i[S_i] \leftrightarrow A_j[S_j]), \quad (6)$$

де  $O_i$  – об’єкт супроводження;  $P_f$  – програмне забезпечення;  $A_j$  – операція з адміністрування програмного забезпечення;  $S_i, S_f, S_j$  – властивості об’єкта супроводження, програмного забезпечення, операції з адміністрування.

**Правило 4. Відношення взаємодії**

Якщо два або більше технологічних об’єктів діють сумісно, але мають однакові властивості під час реалізації операцій з адміністрування, то вони є у взаємодії. Позначимо вказане відношення взаємодії через  $\dashv\vdash$ . Дійсно, більша частина технологічних об’єктів взаємодіють один з одним під час виконання своїх функцій. Наприклад, програмне забезпечення бази даних і прикладне програмне забезпечення перебувають у взаємодії під час вибору операцій з адміністрування.

**Відношення** взаємодії можна записати так:

$$\forall O_i \forall P_f \forall A_j \exists S_i \exists S_f \exists S_j \exists P \{ (O_i[S_i] = P_f[S_f] = A_j[S_j]) \} \Leftrightarrow (O_i[S_i] \dashv\vdash P_f[S_f] \dashv\vdash A_j[S_j]). \quad (7)$$

Отже, наведені вище відношення дозволяють установити та формалізувати взаємозв’язки між технологічними об’єктами, які беруть участь у процесі призначення (проектування) технологічних операцій з адміністрування програмного

забезпечення автоматизованих інформаційно-телекомунікаційних систем і створюють передумови щодо розроблення формалізованих умов синтезу проектних рішень.

**5. ВИСНОВКИ**

Аналізуючи технологію застосування програмного забезпечення АІС у частині визначення операцій з адміністрування, необхідно зазначити, що їхнє призначення може бути здійснено шляхом розроблення логічної схеми процесу обслуговування програмного забезпечення.

У результаті декомпозиції задачі технологічного процесу обслуговування програмного забезпечення стало можливим таке.

1. Розробити математичну модель структурно-технологічних взаємозв’язків елементів програмного забезпечення, яка дозволила виокремити основні відношення між технологічними об’єктами та розкрити їхню формальну структуру з використанням логіко-математичного апарату.

2. Сформулювати відношення слідування, еквівалентності, сумісності та взаємодії між технологічними об’єктами, які беруть участь в обслуговуванні програмного забезпечення, що дозволяє створити формалізовані умови автоматизованого проектування різних проектних рішень під час розроблення операцій з адміністрування.

У подальшому автори планують розробити методику проектування окремих проектних процедур, що належать до складових технологічного процесу обслуговування, та представити їх за допомогою логіко-математичного апарату з метою подальшого застосування засобами комп’ютерної техніки.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

[1] Yu Lisetsky, "Models of support for enterprise information systems by stages of the life cycle". *Software & Systems*, 2018, Issue 3, pp.455–460.

[2] Yu Lisetsky, V. Snytyuk "Formal presentation of a corporate integrated system in the form of a set of mathematical models" in *17-th Intern. Conf. "System Analysis and Information Technologies SAIT 2015"*, Kyiv, 2015. pp. 80–81.

[3] M. Sidorov "Methods for establishing and supervising software security for great computerized information systems" *Software engineering*, 2014. Issue 4, pp.30–37.

[4] E. Sidorov "Reverse engineering software for aviation simulators" *Information technology and computer engineering*, 2013, Issue 2, pp. 33–38.

[5] M. Lytsky, M. Sidorov, Yu. Ryabokin "Support the suitability and continued operation of aircraft software" *Programming problems*, 2010, Issue 3, pp. 229–236.

[6] V. Yukovyna, V. Smirnov, An overview of the main approaches to software reliability analysis" *Lviv Polytechnic National University, Department of Software engineering*, 2011, Issue 2. pp. 278–282.



- [7]. L. Sakovy`ch, V.Pavlov, S.Livencev, Ya Nebesna. "Comparative analysis of special communication software reliability models" *Information Technology and Security*, 2012, Issue 2. pp. 61–69.
- [8] D. Maevsky, S. Yaremchuk, "Analysis of software reliability models of guaranteed information systems", *Electrical engineering and electrical equipment*, 2010, Vol. 76, pp. 68–79.
- [9] O. Nechaj, M. Sidorov, "Methods and means of detecting defects in the design of object-oriented software", *Bulletin of NAU*, 2009, Issue 3, pp.200–205.
- [10] S. Antoshuk, D. Maevsky`j, S. Yaremchuk, "Forecasting the number of errors at the stage of operation of adaptable accounting information systems", *Electronic and computer systems*, 2010, Issue 6, pp. 204–210.
- [11] O. Shherbakov, Evaluation of the effectiveness of software testing based on the analysis of the number and criticality of the found defects", *Information processing systems*, 2011, Issue 3, pp.88–92.
- [12] S.Cyucyura, O.Kryvoruchko, M. Cyucyura. "Energy management project reengineering project management strategy", *Project management and production development*, 2014, Issue 2, pp.70–76.
- [13] V. Kuliamin, "Component architecture of model-based testing environment" *Journal of Programming and Computer Software*, 2010, Vol. 36, Issue 5, pp. 289–305.
- [14] Ya. Volyans`ka, O. Mazur, T. Obnyavko, O. Ony`shhenko, "Method of selection of organizations for maintenance and repair of multi-purpose dual-purpose vessels" *Project management and production development*, 2018, Issue 2, pp.5–17.
- [15] M. Barnett M., M. Fahndrich, P.de Halleux, F. Logozzo, N. Tillmann N. *Exploiting the Synergy between Automated-Test-Generation and Programming-by-Contract* in Proceeding of ICSE 2009, Vancouver, Canada, May 2009.
- [16] I.V. Guchenko, "Usability management in the context of software architecture" *Software engineering*, 2014, Issue 2, pp. 20–25.

**Стаття надійшла до редколегії**

**27.04.2021**



## Model of structural and technological interrelationships of software administration and recovery operations

*During the operation of the software, a significant problem is to determine the list of operations that are necessary to ensure proper operating conditions of system-wide, application software, namely the appointment of operations/measures for software administration and rapid recovery after accidents and damage/damage by computer virus.*

*The article considers the application of the logical-mathematical apparatus for the formalization of maintenance, administration and restoration of software during the operation of automated information and telecommunications systems and complexes. It is shown that researchers when considering the problems of software operation mainly focus on improving the maintenance, maintenance and reengineering of software, in particular on the description of the sequence of interconnected processes, methods and tools of software maintenance, software operation in terms of its reliability, the need for methods and means of identifying design defects, as well as forecasting the number of errors during operation of information systems. The paper presents a logical scheme of the software maintenance process, which reflects the logic of solving problems and, in its basis, represents a set of logically ordered design procedures in the form of systems of sets and relations.*

*For the formal presentation of the technological process of software maintenance of automated information and telecommunication systems and complexes, its decomposition is used. The design of the technological process of software support is expressed through morphological, informational and mathematical models. The paper formulates the relationship of following, equivalence, compatibility and interaction, which allow to establish and formalize the relationship between technological objects involved in the process of appointment (design) of*

*technological operations for the administration of software for automated information and telecommunications systems and create prerequisites for development of formalized conditions for the synthesis of design solutions. With the help of a mathematical apparatus based on the logic of predicates, examples of various design solutions are given, which allow to design software maintenance operations by means of computer equipment.*

**Keywords:** software reengineering; software maintenance automation; decomposition of the technological process.



**Юрій Добришин,**  
кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Навчально-наукового інституту інформаційних та комунікаційних технологій Вищого навчального закладу "Університет "КРОК".

**Yuriy Dobryshyn,**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science of the Educational and Scientific Institute of Information and Communication Technologies of the Higher Educational Institution "KROK University".



**Олег Іларіонов,**  
кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інтелектуальних технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Oleg Ilarionov,**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Intellectual Technologies, Faculty of Information Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv.



**Петро Сорока,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інтелектуальних технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Petro Soroka,**  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Intellectual Technologies, Faculty of Information Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv.