

Кривоножко Галина Євгенівна,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач сектором інформаційних технологій лабораторії авторського права та інформаційних технологій, Науково-дослідний центр судових експертиз з питань інтелектуальної власності бульвар Л. Українки, 26, офіс 501, м. Київ, 01133, тел.: +38 044 5921401, e-mail: kr_galina@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7635-541X>

Голікова Олена Валеріївна,

завідувач сектору авторського права та суміжних прав лабораторії авторського права та інформаційних технологій, Науково-дослідний центр судової експертизи з питань інтелектуальної власності, бульвар Л. Українки, 26, офіс 501, м. Київ, 01133, тел.: +38 044 5921401, e-mail: ov_golikova@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-2487-3637>

Заїкіна Тетяна Василівна,

судовий експерт сектору інформаційних технологій лабораторії авторського права та інформаційних технологій, Науково-дослідний центр судових експертиз з питань інтелектуальної власності, бульвар Л. Українки, 26, офіс 501, м. Київ, 01133, тел.: +38 044 5921401, e-mail: zaikina.tv@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-3839-5859>

ЗНАЧЕННЯ РЕФАКТОРІНГУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ СУДОВИХ ЕКСПЕРТИЗ (ЕКСПЕРТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ) ТА ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ СОСОМО II

Анотація. Важливою складовою інформаційних (автоматизованих) систем управління є прикладне програмне забезпечення – програми, що призначені для реалізації конкретних задач опрацювання даних, які користувач розв'язує в ході своєї діяльності (їх поділяють на прикладні програми загального і спеціального призначення). Розробка програмного забезпечення з метою створення необхідних умов для вдосконалення системи управління прийняття рішень, забезпечення актуальним потребам діяльності установ, підвищення оперативності прийняття рішень, на сьогодні є актуальним питанням.

Щодо галузі інформаційних технологій, то результатом інтелектуальної праці програмного забезпечення виступають комп'ютерні програми, бази даних. В межах питань права інтелектуальної власності до об'єктів авторського права належать комп'ютерні програми; компіляції даних (бази даних).

На сьогоднішній день в Україні відсутні єдині методичні підходи проведення судових експертиз (експертних досліджень) з незалежної оцінки об'єктів авторського права, зокрема, що стосуються комп'ютерних програм та баз даних. Це призводить до використання експертами різних методів та алгоритмів, що в деяких випадках суперечать або виключають використання один одного, що обумовлює необхідність призначення повторних судових експертиз та затягування строків вирішення справ судами України.

В силу специфіки створення програмного забезпечення, процес розробки передбачає виконання обов'язкових етапів/робіт, зокрема аналіз бізнес-процесів, розробка Технічного завдання, Специфікації, Календарного плану тощо. Процес розробки є тривалим та вартісним. За результатами дослідної експлуатації у Замовника отриманого КП/ПЗ, з метою його модернізації, виникає необхідність в переробці/оптимізації як функціоналу, так й параметрів вихідного коду без зміни функціональності.

Важливим етапом під час модернізації КП/ПЗ без зміни функціональності є рефакторинг КП/ПЗ, з метою зміни якісних показників кінцевого продукту.

Врахування рефакторингу є обов'язковою умовою під час проведення розрахунків на основі СОСОМО II під час виконання судових експертиз (експертних досліджень) комп'ютерних програм/програмного забезпечення.

Ключові слова: інформаційна (автоматизована) система, програмний продукт, прикладне програмне забезпечення, рефакторинг, судова експертиза, СосоМО II.

Kryvonozhko Halyna Evgenievna,

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Information Technology Sector, Laboratory of Copyright and Information Technology, Research Center for Forensic Expertise on Intellectual Property of the Ministry of Justice of Ukraine, 01133, Kyiv, Lesi Ukrainky Blvd, 26: (044) 592-14-01, Email: kr_galina@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7635-541X>

Holikova Olena Valerievna,

Head of Copyright and Related Rights Sector, Laboratory of Copyright and Information Technologies, Research Center for Forensic Expertise on Intellectual Property of the Ministry of Justice of Ukraine, 01133, Kyiv, Lesi Ukrainky Blvd, 26: (044) 592-14-01, Email: ov_golikova@ukr.net, , <http://orcid.org/0000-0002-2487-3637>

Zaikina Tatiana Vasilievna,

Forensic Expert of the Information Technology Sector, Laboratory of Copyright and Information Technology, Research Center for Forensic Expertise on Intellectual Property of the Ministry of Justice of Ukraine, 01133, Kyiv, Lesi Ukrainky Blvd, 26: (044) 592-14-01, Email: zaikina.tv@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-3839-5859>

THE IMPORTANCE OF REFACTORING DURING PERFORMANCE OF FORENSIC EXPERTISE (EXPERT RESEARCH) AND CALCULATIONS BASED ON THE COCOMO II MODEL

Annotation. An important component of information (automated) management systems is application software – programs that are designed to perform specific data processing tasks that the user solves in the course of their activities (they are divided into general and special purpose applications). Development of software to create the necessary conditions for improving the decision-making management system, ensuring the urgent needs of the institutions, increasing the speed of decision-making, today is a pressing issue.

As for information technology, computer software and databases are the result of intellectual work of software. Copyright applications include computer software; compilation of data (databases).

To date, there are no uniform methodological approaches to conducting forensic expertise (expert research) in the independent evaluation of copyright objects in Ukraine, in particular concerning computer programs and databases. This leads to the use by experts of different methods and algorithms, which in some cases contradict or exclude the use of each other, which necessitates the appointment of repeated judicial examinations and delaying the time limits for resolving cases by the courts of Ukraine.

Due to the specifics of software development, the development process involves the implementation of mandatory stages/works, including analysis of business processes, development of Terms

of Reference, Specifications, Calendar plan, etc. The development process is long and costly. According to the results of experimental operation, the Customer received the computer programs/software, in order to modernize it, there is a need to process / optimize both the functionality and the parameters of the source code without changing the functionality.

An important step in the modernization of computer programs/software without changing the functionality is the refactoring of computer programs/software, in order to change the quality of the final product.

Refactoring is a must when making COCOMO II calculations when performing forensic expertise (expert research) of computer programs / software.

Keywords: information (automated) system, software product, application software, refactoring, forensics labor costs, Cocomo II.

Мета статті. Метою статті є загальний опис значення рефакторингу під час проведення судових експертиз (експертних досліджень) з метою виконання певного експертного завдання експертами [1, 2] на основі моделі Сосомо II під час розробки/модернізації комп'ютерних програм/програмного забезпечення (КП/ПЗ).

Аналіз останніх публікацій за проблематикою. Аналіз досліджень і публікацій свідчить про те, що даному питанню приділяється певна увага.

Оцінка трудовитрат програмного забезпечення є одним із завдань, яке виникає в процесі створення та розвитку інформаційних технологій [3-6], під час проведення судових експертиз (експертних досліджень) програмного забезпечення.

У експертній практиці на даний час відсутні затверджені методики проведення судових експертиз щодо

дослідження розрахунку трудовитрат розробки комп'ютерних програм, баз даних як об'єктів авторського права на основі аналізу показників вихідного коду програмного продукту.

Детально опис стосовно існуючих моделей оцінювання трудовитрат програмного забезпечення на групі наведено в [4]. Найпопулярнішою серед алгоритмічних моделей є сімейство моделей COCOMO (Constructive Cost Model), COCOMO II [5]. Особливостями COCOMO II є використання для оцінювання складності вхідних даних у вигляді функціональних точок, оцінювання елементів повторного використання та інтеграції програмних продуктів, об'єктно-орієнтовані підходи до оцінки компонентів програмного забезпечення та ін. Вибір того або іншого виду моделі для оцінки трудовитрат розробки програмного забезпечення залежить від типу про-

екту і стадії розробки [5]. Між різними моделями існує певна схожість. Кожна модель оцінювання має свої переваги та недоліки [4, 5]. Існують й інші підходи щодо встановлення показників трудовитрат, але вони ґрунтуються на базових нормах, які встановлюються на основі дослідно-статистичних або експертних норм, які коректуються на показники складності програм. Але такі норми не враховують кваліфікацію програмістів та аналітиків, умови розробки тощо [4].

Виклад основного матеріалу. Під час проведення судових експертиз (експертних досліджень) з метою виконання певного експертного завдання експертами [1] щодо визначення трудовитрат розробки (модернізації) програмних продуктів на основі моделі СосоМО II виникає необхідність із визначення вхідних даних з врахування рефакторингу (вплив на масштабуючі коефіцієнти). Слід зазначити, що кількість строк вихідного коду КП/ПЗ, без зміни функціональних властивостей КП/ПЗ, з метою зміни якісних показників кінцевого продукту, може зменшуватися.

Для розрахунків щодо визначення трудовитрат розробки (модернізації) програмного забезпечення *об'єктами дослідження є вихідні коди, технічно-експлуатаційна та договірна документація, відомості стосовно матеріально забезпечення, знань, вмінь та навичок команди Розробника ПЗ.*

Обмеження. Слід звернути увагу, що розрахунок трудовитрат *модернізації ПЗ* можливий за умов змін у *вихідному коді*. Модель СосоМО II існує в трьох видах, адаптована до сучасних методологій розробки (модернізації) програмного забезпечення, а також придатна для використання зі спіральною та ітераційною моделями життєвого циклу.

Головним чинником, що визначає точність та достовірність оцінки трудовитрат є відповідність калібрування – тотожність параметрів/показників

вихідним даним. Слід зазначити, що визначення коефіцієнтів калібрування здійснюється на основі даних опитувальних аркушів за результатом опитування Розробника КП/ПЗ судовим експертом у відповідній галузі знань.

Найбільш фундаментальними розрахунками в моделі СосоМО II є *використання рівняння для оцінки кількості людино-місяців*, необхідних для розробки (модернізації) проекту. Для розв'язання зазначеного рівняння необхідно визначитись із *вихідними даними* (значення констант, експонент, факторів масштабу, множників витрат) в залежності від виду моделі СосоМО II, одиницями оцінки розміру ПЗ [5]:

- кількість рядків коду (*Lines Of Code, LOC*);
- функціональні точки (*Function Points, FP*);
- кількість різних елементів у складі управлінської специфікації;
- обсяг документації тощо.

Кількість рядків коду (*Lines Of Code, LOC; Source Lines of Code, SLOC*) є найпростішою і найпоширенішою серед зазначених одиниць виміру. У загальному випадку *LOC* означає кількість рядків коду на відповідній мові програмування, які мають бути написані для того, щоб проект був виконаний [5]. Оскільки різні мови програмування мають різні можливості і різну продуктивність по вирішенню задач програмування, то одиниці *LOC* мають бути приведені до певної співрозмірної величини. Приведення здійснюється з використанням таблиць перетворень, які періодично поновлюються, щоб враховувати еволюцію мов програмування [4, 5].

Для розрахунку трудовитрат розробки використовуються фактори масштабу, параметри вартості в залежності від обраної моделі для розрахунків [4, 5]. Кожен з параметрів може бути відкалібрований. Детально таблиці розрахунку значень параметрів на-

ведено в [5]. Калібрування параметрів вартості – це коригування значень параметрів, яка впливає на значення трудовитрат, і отже на час і вартість, при оцінці програмного проекту. Модель раннього проектування та Пост-архітектурна модель відрізняються кількістю мультиплікативних параметрів вартості. Є сім мультиплікативних параметрів вартості для моделі раннього проектування і сімнадцять мультиплікативних параметрів вартості для пост-архітектурної моделі.

Масштабні коефіцієнти в експоненті E використовуються тільки на рівні проекту. Крім того, один із множників трудовитрат, що використовується в продукті, необхідний графік розробки (*Required Development Schedule, SCED*) використовується тільки на рівні проекту. Інші мультиплікативні параметри вартості, кожний з яких представлений в продукті як множники трудовитрат, і розмір застосовуються до окремих компонентів проекту. Модель може бути використана для оцінки трудовитрат для проекту, який має тільки один компонент або декількох компонентів. Існують спеціальні рекомендації з використання *SOCOMO II* з модернізації програмного забезпечення.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, а також діючих нормативних документів для визначення трудовитрат програмного забезпечення показує, що традиційні підходи, що засновані на підрахунку кількісних характеристик програми та застосуванні визначених Розробником та Замовником схем або принципів, не є універсальними і не враховують всіх чинників та особливостей досліджуваної задачі [4].

Загальний алгоритм розрахунку трудовитрат модернізації КП/ПЗ за моделлю *SOCOMO II* (за результатом усвідомлення засад та підходів, які застосовуються у методиці), щодо послідовності дій експерта, спеціаліста

(алгоритм дій) та обмеження, наведено в [4]. Слід зазначити, що перед початком дій експерт (спеціаліст), який проводить оцінку та калібрування показників для даного проекту, визначається із обмеженнями (виходячи із засад методики *SOCOMO II*). Рекомендації щодо оцінки факторів адаптованого програмного забезпечення для різних категорій коду (новий, повторно використаний, автоматично переведений код тощо), використовуючи *SOCOMO II*, детально викладено в [4-6].

Розглянемо значення рефакторингу на розрахунок трудовитрат модернізації ПЗ.

Рефакторинг (refactoring) – це процес зміни програмного продукту, при якому не змінюється зовнішня поведінка коду, але поліпшується його внутрішня структура. Це спосіб систематичного приведення коду в порядок (оптимізація), при якому шанси появи нових помилок мінімальні [7]. По суті, при проведенні рефакторингу коду покращується його інжиніринг вже після того, як він написаний [7], тобто застосується для пост-архітектурної моделі та не може бути застосовано для моделі раннього проектування.

Слід зазначити, що рефакторинг це процес, орієнтований на оптимізацію програмного коду, водночас він має значний вплив на архітектуру КП/ПЗ в цілому, взаємодію складових КП/ПЗ та БД/СУБД у складі інформаційної системи (програмно-апаратного комплексу).

При застосуванні процесу рефакторингу вихідний код модифікується невеликими кроками. При виконанні більшості процедур рефакторингу обсяг коду зменшується, що є важливим для врахування при визначенні показників (факторів масштабу, параметрів вартості) [4] трудовитрат у *SOCOMO II*.

Тобто, *рефакторинг (refactoring)* – це зміна у внутрішній структурі програмного забезпечення, яке має на

меті полегшити розуміння його роботи і спростити модифікацію, не зачіпаючи інтерфейс та функціонал програми [7].

Слід звернути увагу, що *рефакторинг* будуть тільки такі зміни, які зроблені з метою полегшення розуміння вихідного коду. Протилежним прикладом може служити *оптимізація продуктивності*. Як і рефакторинг, оптимізація продуктивності зазвичай не змінює поведінки компонента (за винятком швидкості його роботи); вона лише змінює його внутрішній устрій [7]. Друга обставина, полягає в тому, що *рефакторинг не змінює видимої поведінки програмного забезпечення*. Воно продовжує виконувати початкові функції.

Таким чином, *рефакторинг покращує композицію програмного забезпечення*. У міру внесення в код змін, пов'язаних з реалізацією короткострокових цілей або вироблених без повного розуміння організації коду, останній втрачає свою структурованість. Розібратися в проекті, читаючи код, стає все важче. Рефакторинг нагадує наведення порядку в коді [7]. Також *рефакторинг сприяє прискоренню розробки коду тощо* [7].

Рефакторинг – це процес поліпшення працюючої програми не шляхом зміни її функцій, а шляхом посилення в ній зазначених якостей, що дозволяють продовжити розробку з високою швидкістю.

Тобто, під час виконання судових експертиз (експертних досліджень) та проведення розрахунків на основі моделі СОСОМО II (етап під час модернізації КП/ПЗ) важливим є врахування значення рефакторингу, особливо для випадку зменшення строк коду; визначення вхідних даних з врахування рефакторингу (вплив на масштабуючи коефіцієнти) тощо.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, в даній статті проаналізовано особли-

вості проведення судових експертиз (експертних досліджень) визначення трудовитрат розробки програмних продуктів інформаційних систем на основі моделі СОСОМО II із врахуванням процесу рефакторингу.

Тематика проведених досліджень відноситься до галузі дослідження об'єктів авторського права та спрямована на підвищення ефективності наукових досліджень у сфері інформаційних технологій. Узагальнення та висновки, надані за результатами дослідження, сприятимуть проведенню об'єктивних та науково обґрунтованих досліджень за напрямком «Інформаційні управляючі системи та технології спеціального призначення».

Перспективою подальших досліджень є завдання із опрацювання методики розрахунку трудовитрат модернізації програмних продуктів на основі СОСОМО II (при одночасному застосуванні моделі раннього проектування та пост-архітектурної моделі).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Наказ Міністерства юстиції України Про затвердження Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень : прийнятий 8 жовт. 1998 року № 53/5 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 46.
2. Закон України «Про авторське право і суміжні права» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3792-12>.
3. Інформаційні технології. Наставни щодо застосування ISO/IEC 12207 (Процеси життєвого циклу програмного забезпечення) : ДСТУ ISO/IEC TR 15271:2010. – [Чинний від 2012-07-01]. – К.

: Держстандарт України, 2012. – 44 с. – (Національні стандарти України).

4. Кривоножко Г.Є. Особливості проведеного судових експертиз визначення трудовитрат розробки програмних продуктів на основі моделі Сосомо II за умов обмежених вхідних даних / Г.Є. Кривоножко, Т.В. Заїкіна // *Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління* : електронне наукове видання : збірник. – 2020. – № 1 (7) – лютий. – Київ : Видавництво Ліра-К, – С. 101-109.

5. COCOMO II.2000.0: CSE, 1999 : Center for Software Engineering. COCOMO II Reference Manual. Computer Science Department, USC Center for Software Engineering, 1999. – 86 p.

6. Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги до якості систем і програмних засобів та її оцінювання (SQuaRE). Моделі якості системи та програмних засобів : ДСТУ ISO/IEC 25010:2016. – [Чинний від 2018-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2018. – 39 с. – (Національні стандарти України).

7. Фаулер М. Рефакторинг: улучшение существующего кода. – Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2003. – 432 с.

REFERENCES:

1. Nakaz Ministerstva yustytstsiyi Ukrainy Pro zatverdzhennya Instrukttsiyi pro pryznachennya ta provedennya sudovykh ekspertyz ta ekspertnykh doslidzhen' ta Naukovo-metodychnykh rekomendatsiy z pytan' pidhotovky ta pryznachennya sudovykh ekspertyz ta ekspertnykh doslidzhen' : pryynyaty 8 zhovt. 1998 roku № 53/5 [Order of the Ministry of Justice of Ukraine On Approval of the Instruction on the Assignment and Conduct of Forensics and Expert Research and Scientific and Methodological Recommendations on the Issues of Preparation and Assignment of Judicial Expertise and Expert Research from October 8 1998, № 53/5]. *Official Bulletin of Ukraine – Voice of Ukraine*, 46 [in Ukrainian].

2. Zakon Ukrainy «Pro avtors'ke pravo i sumizhni prava» [The Law of Ukraine «Pro Copyright and Related Rights»]. (n.d.). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3792-12> [in Ukrainian].

3. Informatsiyini tekhnolohiyi. Nastanovy shchodo zastosuvannya ISO/IEC 12207 (Protsesy zhyttyevoho tsykladu prohramnoho zabezpechennya) [Information Technology. ISO / IEC 12207 (Software Lifecycle Processes) Guidelines]. (2010). *DSTU ISO 15271-2010 from 1st July 2012*. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

4. Kryvonozhko, G., & Zaikina, T., (2020). Osoblyvosti provedennya sudovykh ekspertyz vyznachennya trudovytrat rozrobky prohramnykh produktiv na osnovi sodeli Cocomo II za umov obmezhenykh vkhidnykh danykh [Features of forensic expertise examination of the determination of labor development programs on the basic Cocomo II model under limited input data]. *Ekspert: paradyhmy yurydychnykh nauk i derzhavnoho upravlinnya – Expert: paradigms of legal sciences and public administration*, № 1 (7), 101-109 [in Ukrainian].

5. COCOMO II.2000.0: CSE, 1999 : Center for Software Engineering. COCOMO II Reference Manual. Computer Science Department, USC Center for Software Engineering, 1999. – 86 p.

6. Inzheneriya system i prohramnykh zasobiv. Vymohy do yakosti system i prohramnykh zasobiv ta yiyi otsinyuvannya (SQuaRE). Modeli yakosti systemy ta prohramnykh zasobiv [Systems and Software Engineering. System and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Models of system and software quality]. (2016). *DSTU ISO 25010-2016 from 1st January 2018*. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

7. Fowler, M. (2003). *Refactoring: uluchsheniye sushchestvuyushchego koda* [Refactoring: improving existing code]. Saint Petersburg: Piter [in Ukrainian].