

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВЕЛИКОДНИЙ Станіслав Сергійович



УДК 005.8: 001.51: 004.4'22

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ
З РОЗВИТКУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ТА ПРОДУКТІВ

05.13.22 – управління проектами та програмами
12 – інформаційні технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Одеса – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Вишневський Леонід Вікторович,
Національний університет «Одеська морська академія», завідувач кафедри автоматизації суднових паросилових установок.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Чернов Сергій Костянтинівич, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, завідувач кафедри управління проектами (м. Миколаїв);

доктор технічних наук, професор
Зачко Олег Богданович,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту;

доктор технічних наук, професор
Іванов Віктор Володимирович,
Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри машинознавства та деталей машин.

Захист відбудеться «19» березня 2020 р. о 13³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.052.09 в Одеському національному політехнічному університеті за адресою: 65044, м. Одеса, пр. Шевченка, 1, ауд. 204-А.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеського національного політехнічного університету за адресою: 65044, м. Одеса, пр. Шевченка, 1.

Автореферат розісланий «17» лютого 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



І. В. Прокопович

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Методи управління проектами (УП) застосовуються у різноманітних галузях життя й діяльності людини, але найбільше поширення вони отримали у галузях, де необхідною є робота із сукупністю багатьох та не завжди послідовних розгалужених операцій – це стосується промисловості, виробництва, транспорту, навчання, інфокомунікацій та інформаційних технологій.

УП у цих галузях відбувається за допомогою програмних систем (ПС), що є результатами завершених проектів з їх створення. УП зі створення потужної галузевої ПС – складна і трудомістка задача, виконання якої під силу тільки великому висококваліфікованому і злагодженому колективу розробників, оскільки тільки сам процес створення вже містить у собі понад десяток стадій: передпроектні (у тому числі соціологічні) дослідження, технічне завдання, технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, робочий проект, виготовлення (кодування), налагодження, випробування (тестування), введення в дію (інсталяція та конфігурування) та подальший технічний супровід та підтримка проекту.

Завжди перед розробником ПС поставало питання: у якому вигляді передати завершений програмний продукт (ПП). У деяких випадках замовник сам звужував рамки цієї дилеми та вимагав інсталяційний пакет або вже зібрані його компоненти, також певні обмеження, як обов’язкова умова, накладає технічне завдання до ПП. Проте все це – є етапами вже налагодженого процесу УП, участь у якому беруть менеджери проекту, системні архітектори, прикладні програмісти, проектні аналітики та ін. Зараз все частіше перед великою корпорацією (а саме такі створюють ПП, які дійсно популярні) постає проблема розширення ринку за рахунок підключення принципів крос-платформності та мультимовності.

Перший являє собою сумісність різноманітних операційних систем, що стало особливо актуальним у зв’язку із вільним розповсюдженням UNIX-подібних систем, і саме при застосуванні цього принципу впливає неготовність багатьох виробників ПС підтримувати відкриті платформи. Другий – це взагалі принцип, із яким пов’язана одна з найважливіших **проблем** УП зі створення ПС та ПП, а саме уніфікація або універсальність. Цю проблему можна віднести до «проблеми розвитку», під якою слід розуміти, що всі сучасні ПП (різного галузевого призначення), на превеликий жаль, сучасними не є. Це пов’язано, перш за все, з тим, що створювались вони на тих мовах програмування (МП), які були актуальні на початку їх розробки. Більшість з них через 1,5 – 2 роки не витримує підвищених вимог щодо швидкості роботи з відтвореним графічним зображенням та його обчислювальним відновленням (рендерінгом), а системна трансформація вихідного коду з однієї МП в іншу, виходячи з того, що сучасні ПП можуть складатися з декількох мільйонів рядків коду, може зайняти багато місяців.

Крім того, звичайно, що у процесі експлуатації ПС, під впливом чинників технічної еволюції проекту, відбувається старіння видів забезпечення й така тенденція призводить до погіршення швидкісних, інформаційно-комунікаційних, графічних, часових та інших характеристик, аж до повної відмови ПС.

Таким чином, при розгляді таких проектів виникає **протиріччя**: з одного боку необхідне прискорення темпів розробки ПС з урахуванням зростаючого рівня нау-

ково-технічних досягнень, з іншого – якісне та повне наслідування методів та технічних засобів УП з розвитку ПП, що знаходиться у кількарічній експлуатації. Для подолання цього протиріччя у нагоді стануть проактивні моделі та методи реінжинірингу ПП, тобто докорінної переробки ПС із наслідуванням позитивних якостей та відділенням й відмовою від негативних. Реінжиніринг дозволяє виконати розвиток (еволюціонування) ПС, шляхом внесення позитивних змін до її структури з метою покращення характеристик експлуатації та технічного супроводу.

Подібні процеси управління еволюційним удосконаленням ПС та ПП, що починаються з перепроєктування, вимагають обов'язкової **достовірної** аналітичної оцінки показників УП, адже існують випадки, коли проект реінжинірингу нерентабельний стосовно конкретної ПС.

Таким чином, тема дослідження, що передбачає створення моделей та методів проактивного УП та програмами з удосконалення ПС, розробку комплексного достовірного інструменту оцінки ПП, що здатен прогнозувати рентабельність перепрограмування ПС, у сполученні із іншими показниками проектної діяльності, які визначають складність еволюційного розвитку ПС та ПП є **актуальною**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно із:

- основними завданнями Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці», затвердженої постановою Кабінету Міністрів України №1153 від 07.12.2005 р.;

- технічним завданням до держбюджетної науково-дослідної роботи (НДР), що виконувалась у Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ), «Вдосконалення методів інформаційних технологій з метою їх використання в дослідженні об'єктів довкілля та у процесі підготовки фахівців», № ДР 0114U000627; дата супровідного листа 06-13/295 від 19.03.14; код за ЄДРПОУ 26134086, у якій автор дисертації виступав у ролі відповідального виконавця;

- технічним завданням до НДР, що виконувалась у національному університеті «Одеська морська академія» (НУ «ОМА») «Акустична система моніторингу терористичних погроз на водному транспорті», № ДР 0115U003576, науковий керівник – д. т. н., проф. Вишневський Л. В., у якій автор дисертації на посаді старшого наукового співробітника виступав у ролі відповідального виконавця розділів «Створення алгоритмічного забезпечення інформаційної технології ідентифікації сигналів» та «Створення ПЗ програмно-апаратних комплексів напівнатурного моделювання об'єктів»);

- технічним завданням до держбюджетної НДР, що виконувалась у НУ «ОМА», «Удосконалення систем моніторингу та дистанційного управління рухом судна», УДК 629.5.0613:004, ДР № 0116U002387, підстава для проведення робіт: 34, лист 10/424; 19.02.2016 р., у якій автор дисертації був науковим керівником.

Мета і завдання дослідження. Сформувати моделі та розробити методи, які забезпечать методологічні основи розв'язання проблем проактивного управління виконанням проектів з реінжинірингу ПП, що дозволять працювати з багаторівневими ПС, за допомогою комплексного інструментарію проектної оцінки.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити низку встановлених *завдань*:

а) провести аналіз методологій УП зі створення відкритих, вільних та комерційних ПП; розглянути забезпечення та умови розвитку проектів з реінжинірингу ПС та ПП, відповідно до змісту стандарту ISO/DIS 21500, для з'ясування проблем проактивного УП з розвитку ПС та ПП;

б) систематизувати провідні методології УП у концепцію проактивного УП з розвитку життєвого циклу (ЖЦ) ПС та ПП;

в) формалізувати методи проактивного УП розвитку наскрізного проектування ПС за допомогою парадигми системної трансформації та інтеграції ПП у проект;

д) сформулювати моделі проактивного управління розвитком:

1) лінгвістичного та інформаційного забезпечення проектів за допомогою динамічного оточення породжувальних граматик;

2) поведінкової та структурної частин проектів з реінжинірингу ПС;

е) сформулювати моделі управління процесом комплексної оцінки проекту реінжинірингу ПС на підставі ідеалізованого подання їх розвитку та із уведенням ресурсних та часових обмежень на виконання проекту;

ж) розробити комплекс методів оцінки проекту реінжинірингу ПС у вигляді:

1) методу розрахунку показників проекту;

2) методу представлення оцінки проекту реінжинірингу ПС за допомогою проектних коефіцієнтів;

и) узагальнити результати комплексних експериментальних досліджень з проактивного УП з розвитку ПС та сформулювати рекомендації із розробки системної архітектури ПП, що планується розвивати;

к) розробити програмно-методичний комплекс (ПМК) управління плануванням реінжинірингу ПС та ПП для команди проектного менеджменту офісу УП.

Об'єктом дослідження є процес проактивного управління проектами в умовах обмеження на час їх розвитку та ресурсів для їх реалізації.

Предметом дослідження – моделі та методи управління проектами реінжинірингу програмних систем, який необхідний для еволюції життєвого циклу унікального програмного продукту.

Методи дослідження. У дисертаційному дослідженні використовуються наступні наукові методи. Метод Боєма (Boehm), що знайшов своє продовження у аналітичних моделях із запропонованими змінами та пропозиціями щодо гнучкості побудови на етапі передпроектного аналізу. Метод проектних точок Карнера (Karner) та метод проектних коефіцієнтів, що дозволяють формувати оцінку проектних витрат. Метод констант Якобсона (Jacobson) із доданими доповненнями та розширеннями, що відображені у методі розрахунку проектних показників. Метод проектних діаграм Ганта (Gantt), за якими здійснюється облік запланованого часу виконання проекту. Метод PERT (Project Evaluation and Review Technique) – техніка оцінки та аналізу проектів, що використовується при УП. Методи побудови спіральних моделей Архімеда та векторного представлення годографів Гамільтона та Михайлова. Також у дисертації використовуються методи конкретизуючого, синтезуючого, композиційного програмування; методи дедукційного (згори-униз) та індукційного (знизу-догори) програмування; методи складального програмування (побудова програмних інтерфейсів) та управління модульними структурами як алгебраїчними системами.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні нових моделей та методів проактивного УП з розвитку ЖЦ ПП та закладанні методологічних основ розв'язання проблем проактивного УП з реінжинірингу ПС, а саме:

- вперше формалізовано методи проактивного УП розвитку наскрізного проектування ПС, які відрізняються формуванням парадигми системної трансформації, що дозволяє інтегрувати ПП у оновлені проектні комплекси;

- вперше сформовано моделі проактивного управління розвитком лінгвістичного та інформаційного забезпечення проектів, які відрізняються застосуванням динамічного оточення породжувальних граматик, що дозволяє позбавитися виведення тупикових ланцюжків при переведенні з однієї МП до іншої;

- вперше розроблено метод представлення оцінки проекту з реінжинірингу ПС, який відрізняється застосуванням інструментарію проектних коефіцієнтів, що дозволяє управляти якісними змінами конфігурації графічних моделей перепроєктування, у вигляді відповідних годографів проектів реінжинірингу ПС;

- вперше сформовані ідеалізовані моделі управління процесом оцінки проекту реінжинірингу, які відрізняються уведенням ресурсних та часових обмежень на виконання проекту, що дозволяє підвищити точність оцінки проектних витрат з перепроєктування ПС;

- удосконалено моделі проактивного управління розвитком поведінкової та структурної частин проектів з реінжинірингу ПС, які відрізняються уведенням оновлених структур уніфікованих діаграмних моделей, що дозволяє зберігати позитивні властивості відношень між проектними класами, компонентами та сутностями ПС незалежно від МП;

- удосконалено метод розрахунку показників проекту за проектними точками Карнера, який відрізняється внесенням доповнень та розширень щодо процесів реінжинірингу ПС, що дозволяє зменшити похибку в оцінюванні прогнозованого переліку витрат на реалізацію проекту у порівнянні із методом Карнера;

- дістала подальшого розвитку систематизація провідних методологій УП, яка розширена формуванням концепції проактивного УП з розвитку ЖЦ ПС та ПП, що дозволяє на етапі оцінки проекту визначити доцільність цільової програми реінжинірингу.

Практичне значення одержаних результатів. Підтверджена можливість практичного використання розроблених моделей та методів проактивного УП з розвитку ПС та ПП у вигляді низки впроваджень наукових результатів, що засвідчено відповідними актами й показало свою достовірність.

Експериментальні дослідження спіральної ідеалізованої моделі управління процесом оцінки проекту реінжинірингу за даними 7 виконаних проектів показали прогнозування витрат на проект реінжинірингу ПС із максимальною похибкою 30%, що для первинної оцінки порядку витрат (при відсутності інших даних на етапі прийняття рішення про застосування проекту реінжинірингу) цілком придатне.

При використанні методу розрахунку показників проекту за проектними точками та методу представлення оцінки проекту з реінжинірингу ПС за допомогою інструментарію проектних коефіцієнтів, виконано оцінку кожного етапу проекту з удосконалення ПС у Одеському ім. А. Міцкевича відділенні Спілки поляків в Україні із отриманням економічного показника впровадження у вигляді оцінки вартості кожно-

го окремого етапу проекту із удосконалення ПС, які не відрізняються від фактичних більш ніж на 7 %.

Розроблений програмно-методичний комплекс (ПМК) управління плануванням реінжинірингу проектів містить у собі сукупність програмного, інформаційного, математичного, організаційного та методичного забезпечення для виконання робіт із планування та організації розвитку ПС та ПП. При застосуванні у ТОВ «Люкстройпроект» (м. Харків) ПМК стосовно до УП, досягнуто скорочення строків проектування виробничого процесу за методологією мережевого планування за рахунок прискорення складання мережевих графіків організації виробництва, внаслідок використання інтерактивних методів управління мережевою моделлю. Зафіксовано скорочення затраченого часу при проектуванні мережевих графіків у межах: 16% ÷ 24%; при трансформації робіт у події та навпаки: 87% ÷ 96%.

При плануванні та управлінні життєвим циклом рекламної продукції ТОВ «Рекламне агентство «ТРАСТ МЕДІА», що займається її виготовленням, розміщенням, аналізом та просуванням, знайшли своє застосування розроблені методи та засоби управління мережевим плануванням проекту реінжинірингу ПП. Застосування ПМК управління мережевим плануванням проекту реінжинірингу, як складової інформаційної технології із організації створення та просування рекламного продукту, скоротило: на 22% процес складання мережевого графіка у порівнянні із його складанням до застосування ПМК; на 17% процес підрахунку часу, що закладається у базову траєкторію ЖЦ проекту; на 8% процес аналізу ефективності рекламного продукту для прийняття рішення щодо його подальшого реінжинірингу та застосування конкретних методів розвитку й просування.

Розроблені моделі та методи стануть у нагоді керівникам проектів, проектним менеджерам, системним архітекторам та інженерам-програмістам, які задіяні у перепроєктуванні ПС та ПП, що вже знаходяться у кількарічній експлуатації.

Запропоновані моделі та методи, а також ПМК проактивного УП з розвитку ПС та ПП, впроваджено у НДР та навчальний процес у Одеському державному екологічному університеті, національному університеті «Одеська морська академія» та Одеській національній академії зв'язку ім. О. С. Попова, що підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. Усі отримані наукові результати, що виносяться до захисту, опубліковані у роботах [1] – [73] та отримані автором особисто. У наукових працях, що виконано у співавторстві, автору належить: у [3] – складання структурних моделей проекту; у [4] – моделювання архітектури програмного засобу для управління мережевим плануванням; у [5] – моделювання ПЗ для управління проектуванням мережевих графіків; у [6] – складання поведінкових моделей проекту; у [9] – формування методу розрахунку показників оцінки проекту; у [10] – виконання порівняльного аналізу властивостей програмних продуктів; у [11] – формування та складання способу мультилінгвістичного перекодування ПС; у [12] – модель представлення лінгвістичного забезпечення ПС; у [13] – постановка задачі та математичний виклад лінгвістичного забезпечення ПС; у [14] – математичне представлення та виведення граматик; у [15] – формування метода та екстраполяція його на SCADA-системи; у [19] – характеристика програмних комплексів та дослідження властивостей ПС; у [21] – дослідження та класифікаційне порівняння алгоритмів адаптивного

управління щодо ПС; у [23] – дослідження властивостей та проектування годографів Михайлова за допомогою програмних продуктів; у [24] – моделювання точності програмного управління; у [25] – дослідження інтерфейсів програмних продуктів, виявлення та опис проблеми управління масивами звітних даних; у [26] – виконання аналізу використання CAD/CAM/CAE-систем; у [27] – складання структурних моделей проекту; у [28] – діаграмні моделі управління проектуванням мережесхематичних графіків; у [29] – моделювання системної архітектури програмної системи; у [30] – складання поведінкових діаграмних моделей проекту; у [31] – складання структурних діаграмних моделей проекту; у [32] – аналіз продуктивності ПС; у [33] – формування методу представлення оцінки проекту за допомогою проектних коефіцієнтів; у [34] – аналіз ПС розмітки наукових текстів; у [35] – моделі реляційних відношень для задач автоматизованого планування; у [36] – формування методу розрахунку показників оцінки проекту; у [37] – моделювання реінжинірингу ПС; у [39] – формування методу оцінки за допомогою проектних показників; у [40] – моделі представлення реінжинірингу лінгвістичного забезпечення ПС; у [41] – представлення та виведення формальних граматики; у [42] – формування способу перекодування SCADA-систем; у [43] – огляд проблеми рефакторингу інтерфейсів ПС; у [44] – модель реінжинірингу видів забезпечення ПС; у [45] – порівняльний огляд підходів до наукової діяльності та методології управління науковим проектом; у [46] – аналіз та систематизація методів реінжинірингу ПС; у [47] – метод лінгвістичного транслювання; у [51] – моделювання інформаційного забезпечення ПС; у [52] – управління напрямком удосконалення інформаційної технології; у [55] – спосіб лінгвістичного транслювання мовних конструкцій ПС; у [60] – дослідження властивостей та проектування годографів Михайлова за допомогою програмних продуктів; у [61] – моделювання точності програмного управління; у [62] – оптимізація проектування виробничої мережі; у [71], [72], [73] – постановка задачі та імітаційні моделі програмної реалізації для кожної роботи.

Апробація матеріалів дисертації. Результати дисертації представлялися та обговорювалися на різноманітних наукових заходах, а саме на 14-му Міжнародному молодіжному форумі «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке» (Харків, 2010); 20-й Міжнародній конференції «New leading technologies in machine building» (с. Рибаче, АРК, 2010); 10-й, 11-й Всеукраїнській науково-технічній конференції «Математичне моделювання та інформаційні технології» (Одеса, 2011, 2012); 5-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Информационные технологии и автоматизация» (Одеса, 2012); 9-й та 12-й Міжнародній конференції «Strategy of Quality in Industry and Education» (Болгарія, м. Варна, 2013, 2016); 1-й, 5-й – 8-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Information Control Systems and Technologies» (Одеса, 2013, 2016 – 2019); науково-технічній конференції «Енергетика судна: Експлуатація та ремонт» (Одеса, 2014); 14-й науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ (Одеса, 2015); 16-й Міжнародній науково-практичній конференції «Современные информационные и электронные технологии» (Одеса, 2015); 22-й міжнародній конференції з управління «Автоматика 2015» (Одеса, 2015); міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті» (Харків, 2015); 1-й та 3-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук» (Одеса, 2016, 2018); Всеукраїнській науково-методичній конференції «Управління якістю під-

готовки фахівців» (Одеса, 2017); 18-й Міжнародній конференції «Dynamical system modeling and stability investigation», (Київ, 2017); 1-му – 3-му Всеукраїнських пленерах з питань природничих наук (Одеса, 2017 – 2019); Міжнародній конференції «Advances in Quantum Systems in Chemistry, Physics and Mathematics» (Харків, 2017); 35-й міжнародній науковій інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (Тернопіль, 2019); 4-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інформаційні технології в моделюванні» (Миколаїв, 2019); 16-й Всеукраїнській конференції студентів і молодих науковців «Інформатика, інформаційні системи та технології» (Одеса, 2019); Міжнародній науковій конференції «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях науковців» (Одеса, 2019); міжнародній науково-практичній конференції «Інтелектуальні системи та інформаційні технології ISIT-2019» (Одеса, 2019).

Публікації. Результати дисертації викладено у 73 публікаціях, серед яких: 26 статей у наукових журналах та збірниках наукових праць, що включено до переліку наукових фахових видань України та внесено до міжнародних науково-метричних баз даних (у тому числі 2 входять до бази *Web of Science Core Collection*); матеріали і тези 36-ти доповідей на конференціях; 3 монографії (з них 2 – опубліковано у *Німеччині*); 2 патенти на корисні моделі та 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір; 5 навчально-методичних праць, що додатково висвітлюють результати дисертації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 375 стор., з яких: 5 додатків на 31 стор. та перелік посилань з 253 джерел на 27 стор. Основний текст дисертації займає 285 стор. та містить: 112 рисунків (4 з яких повністю займають площу сторінки), 25 таблиць (з них 3 стор. таких таблиць, що повністю займають площу сторінки).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі наведена загальна характеристика роботи, що підкреслює її актуальність та висвітлює зв'язок роботи з науковими програмами, планами темами; формулювання мети, завдань, об'єкту та предмету дослідження; наведено методи, за якими проводилися дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів; вказано на особистий внесок здобувача та апробацію ним матеріалів дисертації.

У першому розділі виконано огляд забезпечення та умов розвитку проектів з реінжинірингу ПС та ПП. Зазначено, що у розвиток та розробку сучасної теорії УП та програмами суттєвий внесок внесли вітчизняні вчені С. Д. Бушуєв, Н. С. Бушуєва, І. В. Кононенко, В. Д. Гогунський, К. В. Кошкін, К. В. Колеснікова, А. В. Шахов, С. К. Чернов, В. В. Іванов, О. Б. Зачко, Є. А. Дружинін та ін., а також провідні закордонні вчені: У. Шухарт, А. Фейгенбаум, Ф. Кросбі, У. Демінг, Х. Танака, К. Ісікава, Р. Каплан, Д. Нортон, Ю. Адлер та ін.

Розглянуто управління забезпеченням проектів зі створення ПС та ПП, що включає ЖЦ проекту та стадії розвитку ПП; проблеми управління обліковою інформацією у проектах ПП та використання CAD/CAM/CAE-систем в задачах УП. Проаналізовано методології УП зі створення відкритих, вільних та комерційних ПП; розвиток систем управління базами проектних даних, методи подання та класифікація

графічних баз даних; мережеві методи та моделі планування в задачах УП, що включають мережеві графіки, діаграми Ганта, методологію PERT.

Виконано постановку проблеми проактивного УП з розвитку ПС та ПП у загальному вигляді. Визначено, що проактивний розвиток ПС, на відміну від реактивного являє собою науково-технічну проблему, а її впровадження вимагає значних капіталовкладень, оскільки необхідно управляти проектом з упередженням. За сучасними світовими тенденціями УП, ПП повинні бути такими, що розвиваються. Існує, принаймні, дві вагомі причини, за якими ПП повинні змінюватись за часом. По-перше, розробка такого складного об'єкта як ПС займає тривалий час та економічно вигідно вводити в експлуатацію частини системи за еволюційним механізмом: введений в експлуатацію базовий варіант надалі розширюється. По-друге, постійний прогрес об'єктів проектування, технологій управління інформацією, обчислювальної техніки та обчислювальної математики зумовлює появу нових, більш досконалих математичних моделей і методів, які повинні замінювати старі менш вдалі аналоги систем УП. Ось тут постає питання подальшого вирішення цієї проблеми – це може бути нова розробка або реінжиніринг (reengineering), тобто проактивний розвиток.

У другому розділі досліджено провідні методології УП з проактивного розвитку ПС та ПП. Згідно зі стандартами ISO 9000, ISO 10006, ISO / DIS 21500 та ISO / IEC / IEEE 29148 проект повинен мати розвиток. Головна відмінність між реінжинірингом і новою розробкою ПС з точки зору УП полягає в тому, що опис системної специфікації починається не з «нуля», а з розгляду можливостей старої успадкованої системи, за рахунок повторного використання компонентів. Згідно із проведеними дослідженнями повторне використання у 4 рази дешевше, ніж нова розробка ПС. Проте, у деяких випадках, все ж таки дійсно вигідніше застосувати нову розробку. У зв'язку з цим, однією з задач, що ставилися до розв'язання у цьому розділі, є задача формалізації критеріїв доцільності проекту реінжинірингу ПС та управління вартістю проекту з розвитку ПС, за якими після побудови визначених порівняльних характеристик буде прийматись однозначне рішення щодо застосування або відхилення проекту реінжинірингу. Слід зауважити, що ні в якому разі не можна будувати порівняльні характеристики лише на критеріях, що охоплюють лише інструментарій розвитку ПС. Подані критерії повинні базуватися на всебічному аналізі усіх видів забезпечення проекту з розвитку ПС.

Наступною задачею, вже після прийняття рішення щодо застосування проекту реінжинірингу, є задача розробки **цільової програми проактивного розвитку (ЦППР)** ПС, яка включає в себе управління ЖЦ проекту та стадіями (фазами) розвитку ПП. ЦППР представляє цільовий засіб отримання нового компонента ПС шляхом виконання послідовності процесів внесення змін, модернізації або модифікації, а також управління перепрограмуванням окремих компонентів ПС. ЦППР починається з експерименту, об'єднуючи зовнішню (формування цілей) та внутрішню (моделювання) частини. ЦППР складається із сукупності моделей, методів і процесів УП, що змінюють структуру й можливості компонентів ПС з метою отримання продукту з новими можливостями. Нові компоненти ідентифікуються іменами, які використовуються при створенні компонентних конфігурацій і каркасів ПС.

У цьому разі, ПС, до якої було застосовано ЦППР, набуде ознаки переходу на новий якісний рівень – системне проектування, що складається з процесів із нефор-

мальними процедурами системних досліджень, методологічно пов'язаних із процесами імітаційного та математичного моделювання УП на сучасному технічному забезпеченні. Вірно виконана ЦППР ПС обов'язково характеризується зниженням:

- ризику виникнення помилок при майбутньому оновленні ПС;
- собівартості ПП за рахунок повторного використання компонентів при розробці нової ПС та скорочення працемісткості за рахунок майже повного виключення рутинних операцій програмування багатьох вже ідентифікованих компонентів.

Планується, що використання ЦППР ПС дасть значне підвищення ефективності УП з розвитку ПС в усіх сферах їх використання.

Принцип декомпозиції проекту на робочі пакети та управління ними. Робочі пакети проекту визначають зону діяльності в системі проектування з вирішенням всіх завдань, що пов'язані з розробкою проектів для кожної з виділених груп об'єктів проектування. Кожний робочий пакет поєднує в собі діяльність з проектування всіх об'єктів одного виду та відносяться до однієї певної галузі УП. У свою чергу, робочі пакети мають свій поділ на взаємопов'язані зони, що спеціалізовані за проектуванням об'єктів різного призначення. Межі між робочими пакетами відокремлюють замовлення на проектування (вхід до підсистеми) від завдання на проектування, яке є початковою стадією у проектному процесі і в результаті якої, може народжуватись замовлення на УП.

На рис. 1 представлено розроблену модель композитної структури процесу введення до експлуатації ПС та подальше проактивне УП розвитку ПП.

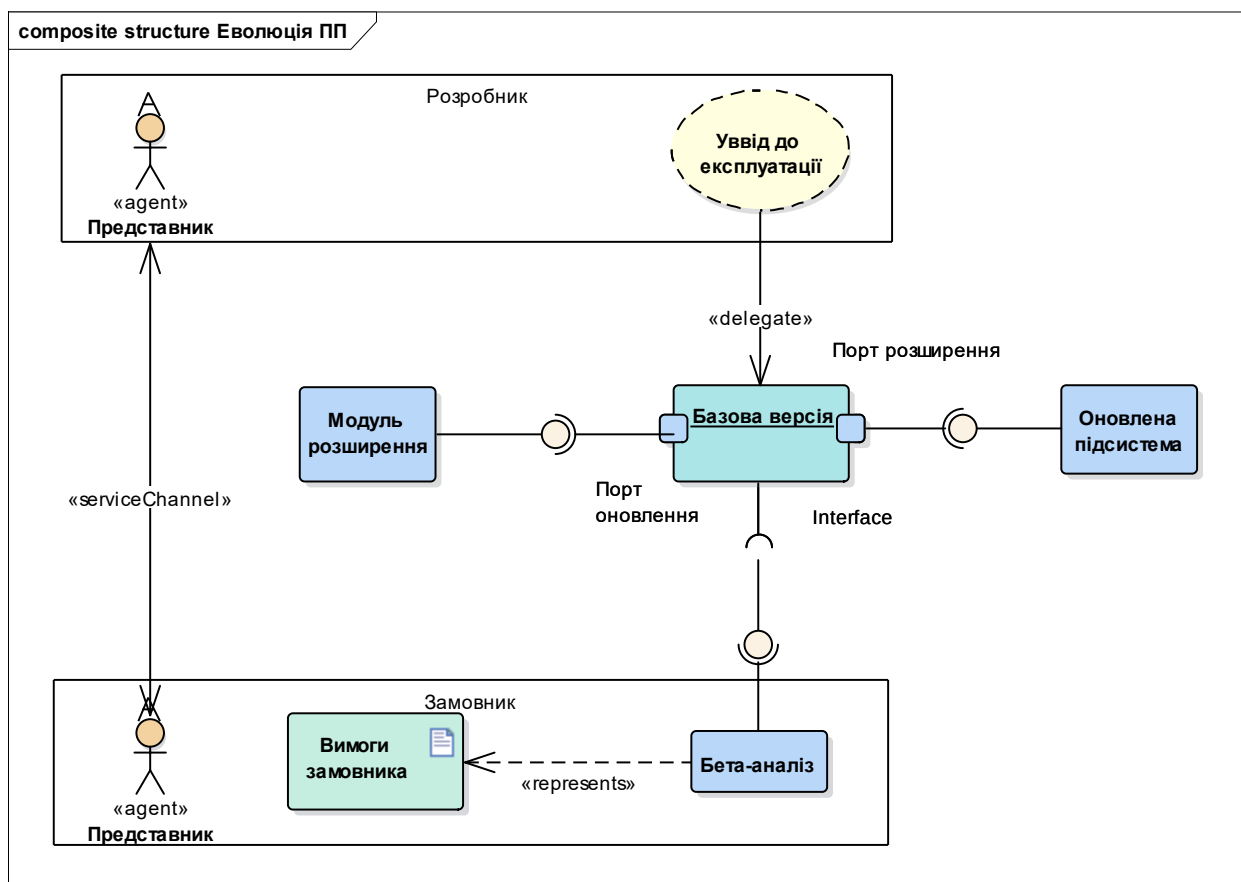


Рисунок 1 – Модель композитної структури процесу введення до експлуатації ПС та подальше проактивне УП розвитку ПП

Проте використання принципу декомпозиції проекту на робочі пакети дає значну ефективність у тому випадку, коли результати УП використовуються у виробництві ПС. Ефективність, в даному випадку, обумовлюється тим, що за сучасних темпів розвитку науки і техніки, виникає протиріччя між зростаючим рівнем науково-технічних досягнень та існуючими методами й технічними засобами УП.

Перевизначення ЖЦ ПП. Розглянута у стандарті ISO / IEC / IEEE 29148 парадигма ЖЦ була розширена на життєві фази (стадії) управління розвитком проекту зі створення ПП. ЖЦ ПП характеризується кількома процесами, що відображають закономірності при розробці і застосуванні програмних засобів. Різні підходи, методи, інструментальні засоби УП можуть вносити особливості в окремі процеси, однак сам зміст процесів ЖЦ ПП цілком визначений розробленою моделлю профілів (рис. 2).

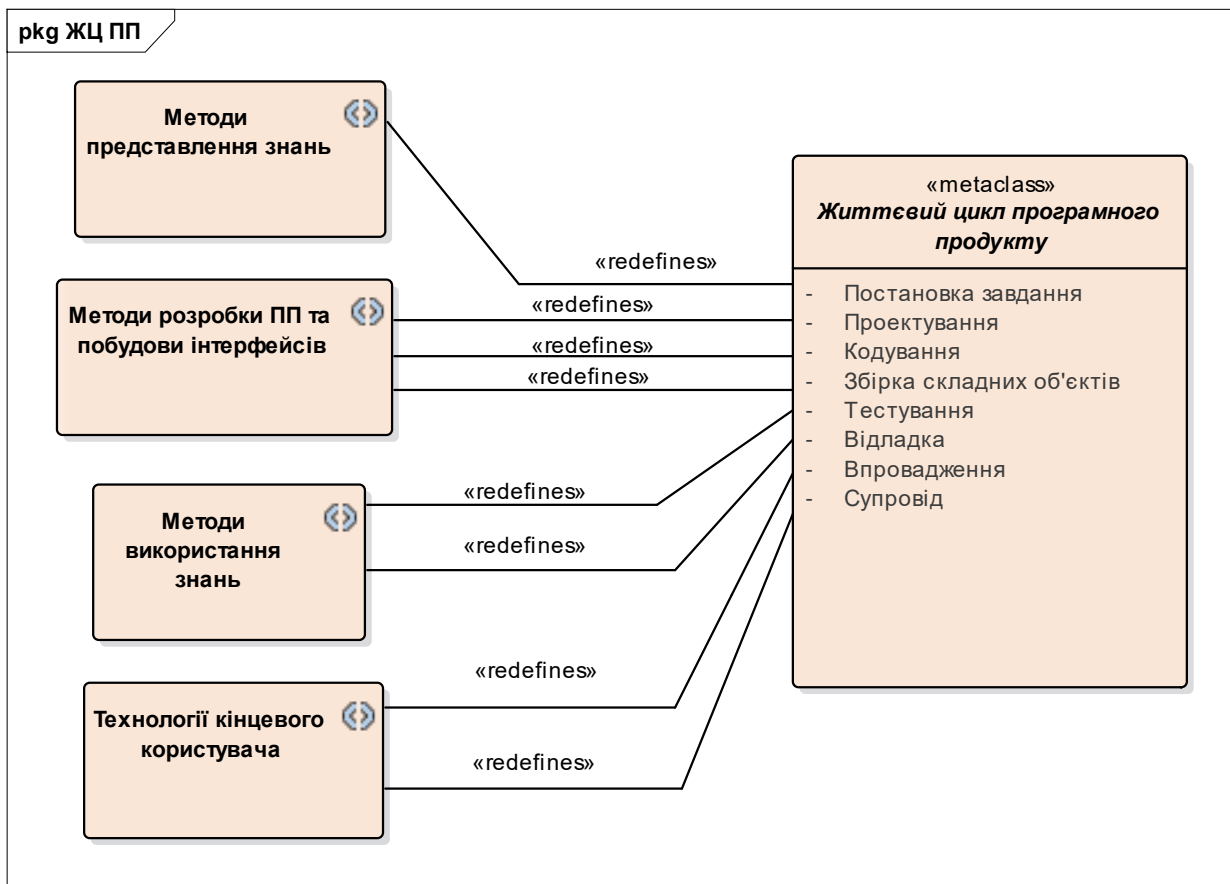


Рисунок 2 – Модель профілів із представленням методів перевизначення ЖЦ ПП

Під плануванням управління складанням програмних об'єктів розуміється схема їх взаємодії, що визначається безпосередніми зверненнями до компонентів або послідовністю їх виконання. При цьому взаємодія кожної пари об'єктів залежить від спільного використання проектних даних. У загальному випадку, схема управління складається із сукупності моделей, що відображають різні типи зв'язків між компонентами: передача управління; обмін інформацією; умови спільного функціонування тощо.

Методи проактивного УП з розвитку ПС. Проактивне УП з розвитку ПС містить умови підвищення продуктивності її функціонування за рахунок використання готових виробничих ресурсів, а саме компонентів повторного використання (КПВ) зі

стандартними або уніфікованими інтерфейсами ПП, згідно із заданими вимогами замовників. Складальний процес управління розвитком проекту ПП апріорі ґрунтується на контролі діяльності виконавців та оцінці показників якості як окремих КПВ, так і ПП в цілому.

Іншими словами, новими закономірностями у сучасному проактивному УП з розвитку ПС та ПП є:

а) поширення на сферу програмування промислових методів УП (планування працевитрат, визначення працемісткості, облік, контроль результатів та якості праці тощо) при розвитку ПС;

б) перенесення акценту з процесу програмування ПС на більш ранні процеси проектування та моделювання, які забезпечують аналіз предметної області та формування вимог до створюваного ПП;

в) введення в практику УП розвитку ПП таких понять як модель ЖЦ, технологічна карта, маршрут, які є основним фундаментом організації проекту розвитку ПС.

Виконано систематизацію методів УП інтеграції у нові програмні структури КПВ, програм та готових ресурсів, що накопичено людством за визначений час, тобто методів УП проактивного розвитку ПС та ПП. Розглянута трансформація орієнтована на створення сімейств ПС шляхом перетворення опису членів сімейства специфікаціями високого рівня типу мови DSL (Domain Specific Language) з відображенням специфіки предметної області в термінах відповідної базової термінології УП.

Знання про конфігурацію упаковано у вигляді абстракцій загального та спеціального призначення і зберігаються в активній бібліотеці багаторазового використання. Там же зберігаються і виробничі знання про засоби управління тестуванням, вимірюванням, плануванням та оцінкою окремих компонентів і членів сімейства ПС. У наборі цих знань визначаються завдання і підходи до реалізації ПС. Кожна модель члена сімейства ПС представляється в деякому конкретному синтаксисі (наприклад: UML, OCL тощо). Ця проектна модель трансформується від вихідного до цільового подання за наступним представленням (рис. 3).

Також розглянуто комплектуючі методи УП складального програмування, методи інтеграції програмних комплексів та підходи до управління інтеграцією ПС.

Методологія наскрізного проектування. Сучасні методи УП припускають застосування CAD/CAM систем, що підтримують, так званий, «наскрізний» процес розвитку ПС. Однією з головних проблем проактивного УП з розвитку ПС є створення теоретичних і прикладних основ швидкої та якісної побудови складних систем з більш простих програмних елементів, які виконано у сучасних МП. Фактично рішення цієї проблеми здійснюється шляхом УП збирання, об'єднання або інтеграції різнорідних програмних ресурсів та КПВ, що включають модулі, бібліотеки та програмні реалізації деякої складної ПС.

У поданому розділі розроблено методологічні основи УП з проактивного розвитку ПС. Дістала подальшого розвитку систематизація провідних методологій УП у вигляді концепції проактивного УП з розвитку ЖЦ ПС та ПП, яка дозволяє на етапі оцінки визначити доцільність цільової програми реінжинірингу проекту. Заради об'єктивності слід зазначити, що у деяких випадках, все ж таки раціональніше застосувати нову розробку. Також у розділі формалізовано методи проактивного розвитку

наскрізного проектування ПС, які дозволяють за допомогою сформованої парадигми системної трансформації, інтегрувати ПП у проектні комплекси. Головним результатом при розробці цільової програми реінжинірингу ПС стане формування основ його методології, що утворить фундамент наукового потенціалу, який забезпечить подальший успіх в УП з проактивного розвитку ПС.

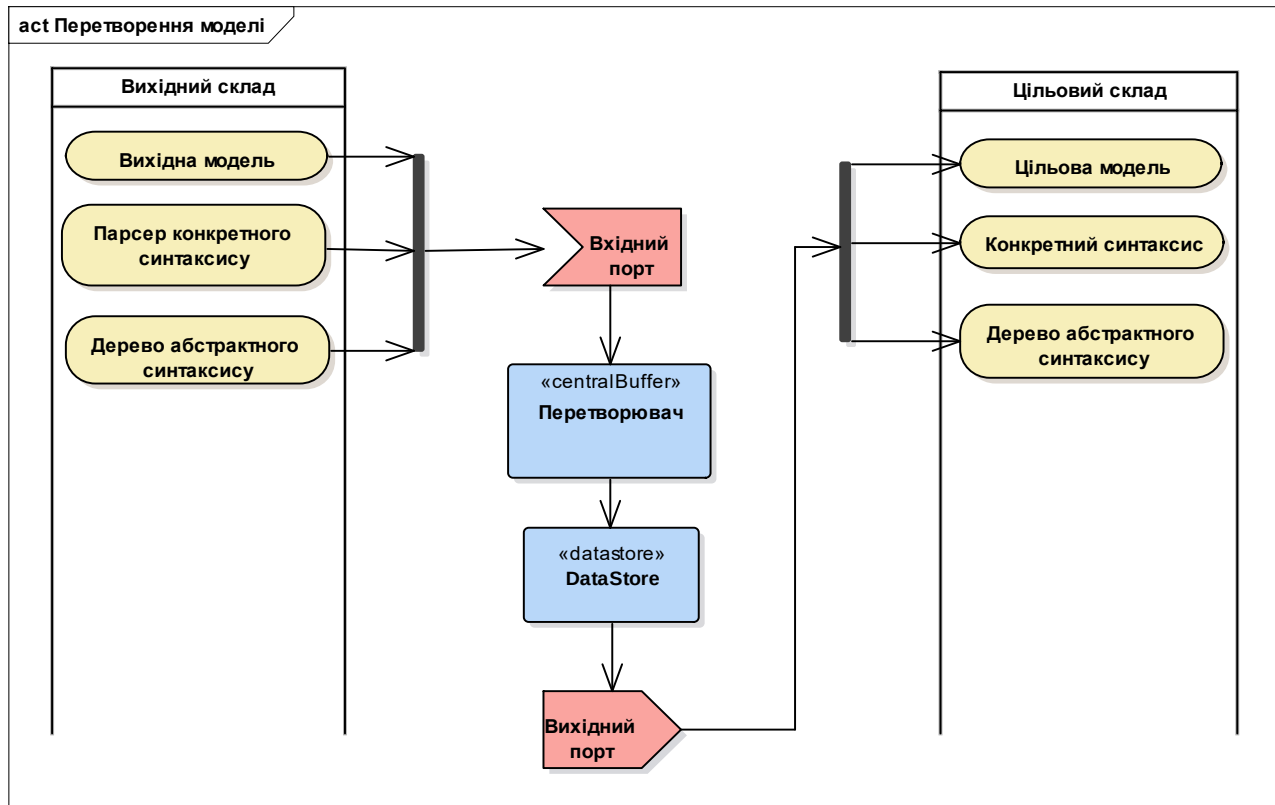


Рисунок 3 – Управління трансформацією проектної моделі ПС від вихідного до цільового представлення

У третьому розділі розроблено моделі проактивного управління розвитком лінгвістичного та інформаційного забезпечення проектів ПС. Розглядається динамічне моделювання лінгвістичного забезпечення проектів за допомогою породжувальних граматик. Лінгвістичне забезпечення проектів ПС розглядає УП побудови ПС за допомогою однієї або декількох (узгоджених між собою) МП, кожна з яких ґрунтується на правилах конкретної граматики. До інформаційного забезпечення проектів ПС віднесено питання інформаційної узгодженості між собою різноманітних банків та БД, у тому числі й графічних, які об'єднані використанням загальної бази знань проекту та є обов'язковими для використання у ПС.

Математичне представлення теоретичних основ управління породжувальними граматиками. Для завдання опису формальної мови проекту ПС необхідно, по-перше, вказати алфавіт, тобто сукупність об'єктів, що називаються символами (або літерами), кожен з яких можна відтворювати у необмеженій кількості примірників, і, по-друге, завдати формальну граматику мови, тобто перерахувати правила, що являють собою набір процесів, за якими з символів вибудовуються їх унікальні послідовності, що належать до визначеної мови.

Правила формальної граматики необхідно розглядати як «продукції» (правила виходу) – елементарні операції управління, які у разі застосування у визначеній послідовності до вихідного ланцюжка (аксіоми) породжують лише правильні ланцюжки результату. Сама ж послідовність правил, що використовується у процесі управління породженням деякого ланцюжка, є її виведенням. Визначена таким чином мова являє собою унікальну формальну систему.

Для здійснення управління породжувальною граматиною або, коротко, граматиною задамо впорядкований набір:

$$G = \langle A, \Psi, \varepsilon, Z \rangle,$$

де $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – основний *термінальний* алфавіт;

Ψ – кінцевий допоміжний (*позатермінальний*) алфавіт, символи якого позначаються малими грецькими літерами;

ε ($\varepsilon \in \Psi$) – початковий (позатермінальний) символ;

Z – кінцева *система підстановок*:

$$Z = \{u_i \rightarrow v_i \mid i = 1, 2, \dots, k\},$$

де u_i – ланцюжок;

$v_i \in \delta(v)$, де $\delta(v)$ – *вільна напівгрупа* над об'єднаним алфавітом Θ :

$$\Theta = (A \cup \Psi).$$

Інакше кажучи, символи основного алфавіту A є елементарними одиницями мови, що визначається; символи алфавіту Ψ – *метазмінні*, що використовуються при управлінні правильними ланцюжками (у природних мовах для управління такими метазмінними є граматичні класи: іменник, дієслово тощо); ε – *метазмінна аксіома*, з якої вибудовуються усі правильні ланцюжки (у природних мовах аксіоми відповідає граматичний клас «речення»); Z – *схема граматики*, що складається з продукцій (правила управління виведенням – граматичні правила визначеної мови).

Наприклад, породжувальною граматиною є граMATика:

$$G_0 = \langle \{a, b, c\}, \{\alpha, \beta, \chi\}, \varepsilon, Z_0 \rangle,$$

причому Z_0 має набір процесів:

$$Z_0 = \begin{cases} \varepsilon \rightarrow abc, \\ \varepsilon \rightarrow b, \\ \varepsilon \rightarrow \alpha\alpha, \\ abc \rightarrow c. \end{cases}$$

Послідовність ланцюжків $Q = (z_0, z_1, \dots, z_k)$ має назву «управління виведенням» ланцюжка y з ланцюжка x у граматиці G . Наприклад, у граматиці G_0 $\varepsilon \Rightarrow^* acc$, причому послідовність є управлінням виведенням ланцюжка acc з ланцюжка ε :

$$\langle \varepsilon \Rightarrow abc, abc \Rightarrow a\alpha c \mid b \rightarrow \varepsilon; a\alpha c \Rightarrow aabcc \mid \varepsilon \rightarrow abc,$$

$$aabcc \Rightarrow acc \mid abc \rightarrow c \rangle. \quad (1)$$

Слід додати, що на кожному кроці управління виведенням можна обрати будь-яку з продукцій, яку можна застосувати у поточний момент. А це означає, що послі-

довність застосування продукцій у граматиці довільна і будь-яку продукцію дозволено застосовувати після іншої, але у межах системи правил управління.

Таким чином, поняття породжувальної граматики докорінно відрізняється від поняття «нормальний алгоритм», у якому підстановки носять визначений характер і суворо виконуються у завчасно зазначеній послідовності управління.

Виведення $x \xRightarrow[G]{*} y$ є повним, якщо $y \in \delta(A)$, тобто ланцюжок y складається з термінальних символів. Будь-яке повне виведення закінчується застосуванням продукцій, якщо їхні праві частини являють собою термінальні ланцюжки. Вказане управління продукціями назовемо «кінцевими результатами продукції» поданої граматики.

Якщо $x \xRightarrow[G]{*} y$ та $y \notin \delta(A)$, причому у системі Z не існує правил управління, що застосовуються до ланцюжка y , то виведення ланцюжка y з ланцюжка x у граматиці G називається *тупиковим*. Наприклад: виведення, що наведене у (1) є повним виведенням у граматиці G_0 , $a\alpha\alpha\alpha c$ – кінцевий результат продукції управління граматики G_0 . А, наприклад, виведення:

$$\langle aabcabc \Rightarrow a\epsilon abc \mid abc \rightarrow \epsilon; a\epsilon abc \Rightarrow a\epsilon c \mid abc \rightarrow c; \\ a\epsilon c \Rightarrow a\alpha\alpha c \mid \epsilon \rightarrow \alpha\alpha \rangle$$

є тупиковим виведення ланцюжка $a\alpha\alpha\alpha c$ з ланцюжка $aabcabc$ у граматиці G_0 .

Множина усіх правильних ланцюжків у граматиці G створює мову $L(G)$, що породжується граматиною G . Наприклад, граMATика G_0 породжує мову:

$$L(G_0) = \{x^n y x^n \cup y^m x y^m \mid n, m = 0, 1, 2, \dots\}.$$

Отже, кожній граматиці $G = \langle A, \Psi, \epsilon, Z \rangle$ однозначно відповідає мова $L(G)$, породжена цією граматиною. Проте, ця відповідність не ізоморфна: та ж сама мова може породжуватись різноразмірними граMATиками. Це дозволяє внести відношення еквівалентності на управління множиною граматик.

Граматики G та G' – еквівалентні ($G \Leftrightarrow G'$), якщо $L(G) = L(G')$, тобто граматики G та G' породжують одну мову. Наприклад, граMATика:

$$G_1 = \langle \{a, b, c\}, \{\epsilon\}, \epsilon, Z_1 \rangle,$$

схема якої має набір процесів:

$$Z_1 = \begin{cases} \epsilon \rightarrow abc, \\ \epsilon \rightarrow b, \\ \epsilon \rightarrow c, \end{cases}$$

породжує мову $L(G_1)$, яка співпадає із мовою $L(G_0)$ та, відповідно, означає, що $G_0 \Leftrightarrow G_1$.

Моделі УП реінжинірингу графічних баз даних (ГБД). Відмінною складовою завдань комп'ютерної графіки є управління ГБД, які, по суті являють собою «звичайні» БД, але в основу управління якими закладено математичні алгоритми відновлення зображення за сформованими статистичними координатними даними.

Такі можливості є далеко не у кожній САП, але сучасні тенденції вимагають цього. Мета підрозділу полягає в управлінні (створенні, підключенні, еволюційному удосконаленні тощо) проектом реінжинірингу ГБД, як композиційного компоненту відкритого ПП BRL-CAD.

Згідно із встановленими задачами, виконано моделювання управління поведінковою частиною ГБД відкритого проекту BRL-CAD та моделювання управління розвитком структурної частини проекту. При проектуванні архітектури використовується розширена проектна нотація UML 2.5 та CASE-інструментарій Enterprise Architect 14.0. Розроблено нижченаведені моделі.

Модель варіантів використання ПП.

Модель опису станів для проактивного УП – модель відображає стани, в яких може знаходитись ПП.

Модель послідовності розвитку графічного представлення проекту BRL-CAD (рис. 4).

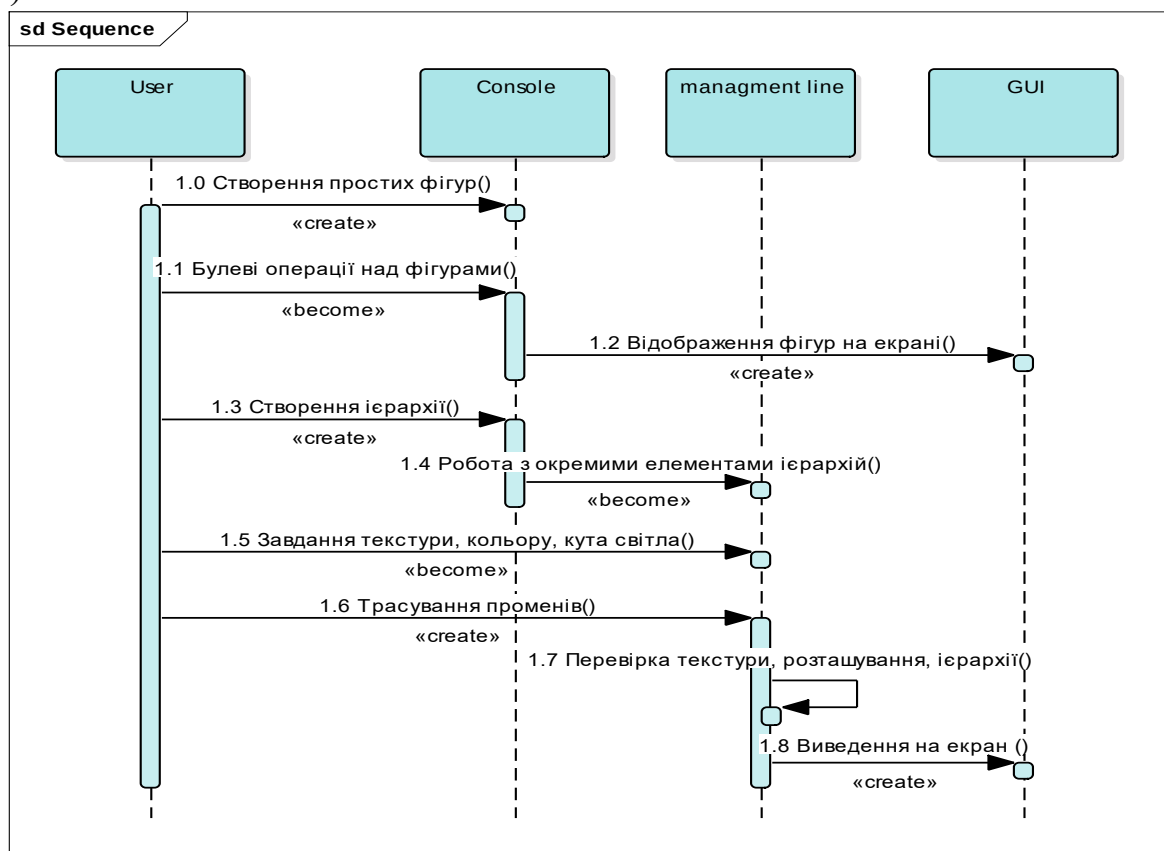


Рисунок 4 – Модель послідовності розвитку графічного представлення проекту

Динамічну модель діяльності реінжинірингу графічної структури проекту (рис. 5), яка показує декомпозицію проекту реінжинірингу графічної структури на складові частини робіт.

Модель опису оточення об'єктів (рис. 6), що показує як абстрактні функціональні пристрої та ПП працюють один з одним та їхні можливості.

Модель операцій із проектними класами (рис. 7), яка призначена для ілюстрації та подальшої генерації класів ПП – особливої позитивної риси набуває розроблена модель при використанні у процесах проактивного розвитку, оскільки за їх допомогою відбувається подальше перекодування класів у сучасні (оновлені) МП.

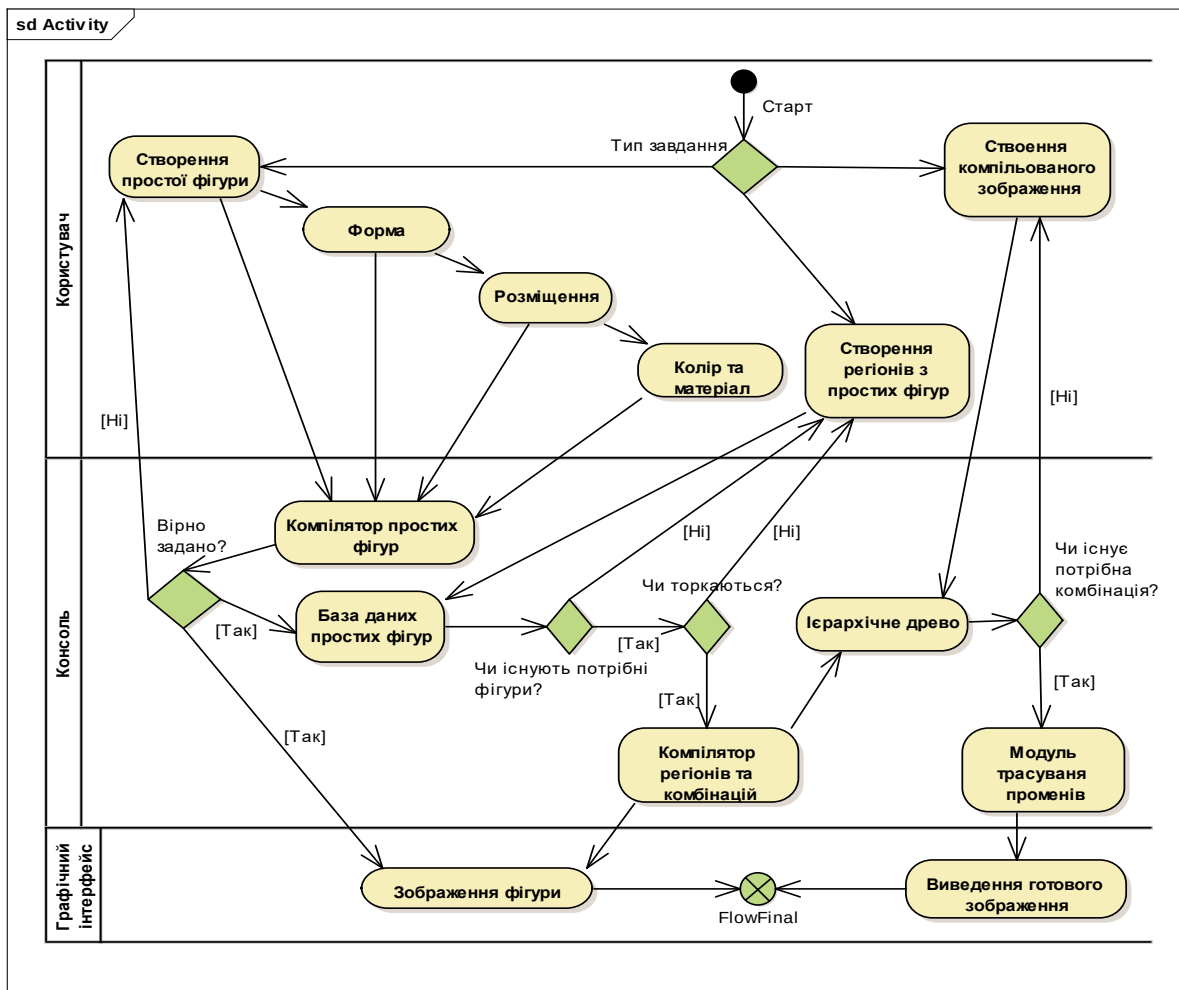


Рисунок 5 – Динамічна модель діяльності реінжинірингу графічної структури проекту

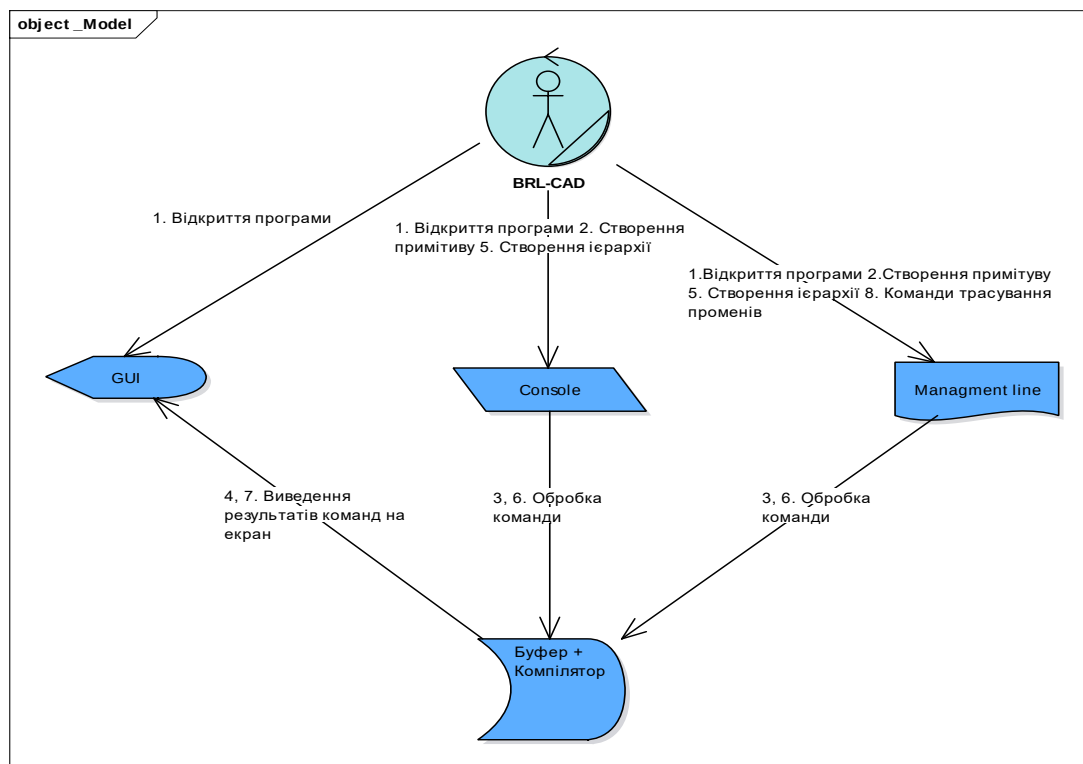


Рисунок 6 – Узагальнена модель опису оточення об'єктів для відкритого проекту BRL-CAD

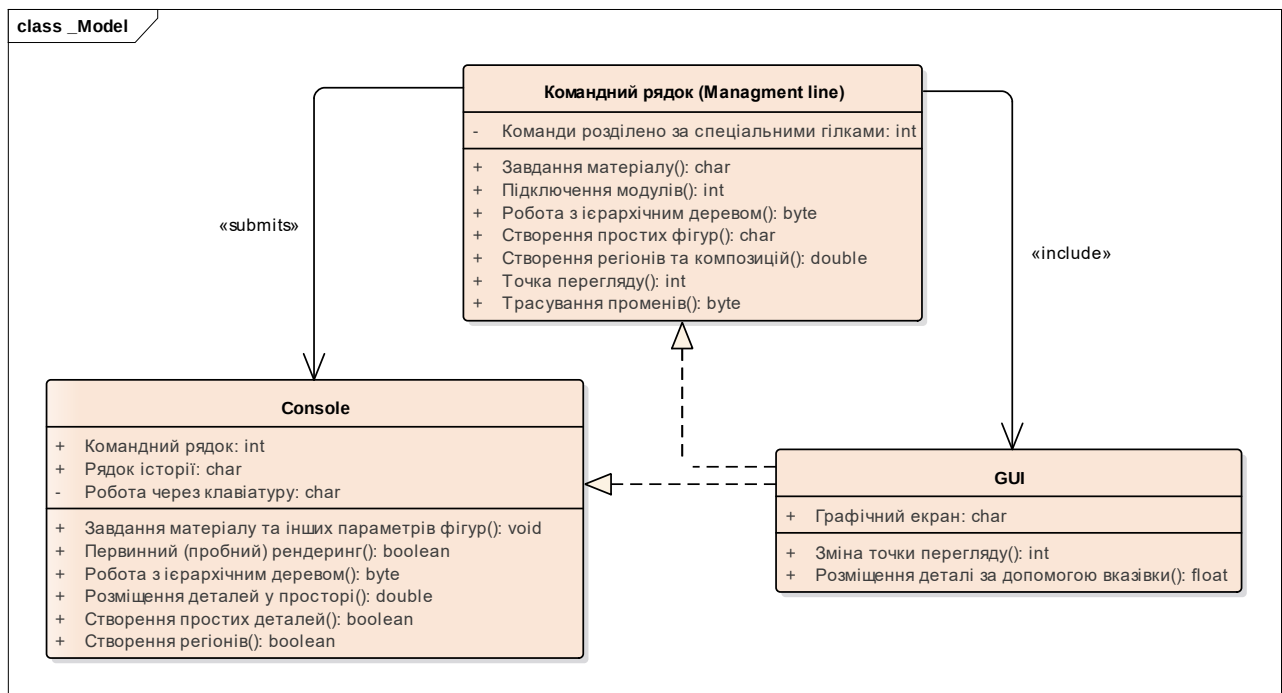


Рисунок 7 – Модель операцій із проектними класами для виконання реінжинірингу ГБД у проекті BRL-CAD

Модель компонентних рішень, що створюється для того, щоб ілюструвати розташування програмних модулів у комп'ютерному середовищі.

Модель управління інформаційним розгортанням проекту, яка створюється для того, щоб показати фізичне розміщення ПС на системних носіях, накопичувачах та у БД.

Передумовою виконання УП реінжинірингу було моделювання проектного каркасу проекту на основі якої буде складено майбутні засади проактивного розвитку ГБД для композиційного підключення до оновленого відкритого проекту BRL-CAD. Виконане моделювання важливе, оскільки дозволяє удосконалити відкритий проект BRL-CAD шляхом високорівневого мовного оновлення.

У четвертому розділі розглядається сформований **метод розрахунку показників оцінки проекту** при виконанні реінжинірингу ПС. Головною метою, що ставиться перед реалізацією методів УП створення ПС, є скорочення часу, собівартості та мінімізація ризиків, пов'язаних із розробкою об'єкта проектування, який, до речі, може бути будь-якого галузевого призначення. Завданням підрозділу є розробка методу розрахунку показників проекту, яка необхідна для прийняття остаточного рішення щодо його доцільності.

Для оцінки показників проекту з реінжинірингу ПС необхідно мати набір даних із конкретизованих проектних чинників, а саме: трьох видів ваги варіантів використання (ВВ), 13 показників технічної складності, 8 показників кваліфікації персоналу, які отримано в результаті аналізу 5 – 7 вже закінчених схожих проектів. Необхідно отримати розрахункові показники за якими буде відбуватись прогнозований фінансовий перелік витрат. Також треба формалізувати критерії оцінки та визначення складності реінжинірингу вже готової ПС, але яка потребує зміни (розвитку) із плином часу. Уявлення про складність проекту необхідні для подальшого оцінювання та розра-

хунку приблизного терміну реалізації проекту реінжинірингу, до якого включаються час на: перепроєктування, тестування, переналагодження та деякі інші стадії ЖЦ ПП.

Метод, що орієнтовано на застосування показників Use Case Point (UCP), належить Густаву Карнеру. Згідно з пропозиціями методу Карнера, пункти ВВ є функціями наступних аргументів: кількість та складність ВВ в ПС; кількість та складність акторів у ПС; різні нефункціональні вимоги (такі як продуктивність, переносимість тощо, які були не описані у ВВ); середовище розробки (МП, мотивація учасників тощо).

Перед тим, як оцінювати обсяги проекту, необхідно налаштувати управління технічними чинниками та чинниками середовища. Для визначення технічного чинника складності (англ. – Technical Complexity Factor (TCF)) та чинника складності оточуючого середовища (англ. – Environment Complexity Factor (ECF)) треба заповнити перелік чинників, що вплинуть на показники проекту. Першим з таких є чинник ваги, що визначається методом використання проектних точок Карнера, проте вони можуть корегуватись відповідно до конкретних вимог проекту. Наступний чинник – значення, що вказує на ступінь впливу визначеного чинника на проект. Індикацією значення є варіювання від «0» до «5», що означає діапазон управління від «відсутності» до «сильного» із можливими проміжними станами. Перед тим, як оцінювати ПС за допомогою показників використання функцій, що будуть піддані реінжинірингу, необхідно призначити вагу для кожного з ВВ майбутньої ПС, спираючись на проектні чинники (табл. 1).

Таблиця 1 – Проектні чинники для управління вагою ВВ

Ранг	Показник складності	Інтерфейс користувача	Кількість сутностей БД	Кількість кроків сценарію	Кількість проектних класів	Вага, W
1	Простий	Запропонований із шаблону	1	≤ 3	< 5	5
2	Середній	З елементами дизайну	≥ 2	4 – 7	5 – 10	10
3	Складний	Індивідуальна графічна розробка дизайну	≥ 3	> 7	> 10	15

Виходячи із табл. 1, слід призначати відповідну вагу ВВ у тому випадку, коли присутній хоча б один із чинників з максимальним показником для відповідного рангу. Сума показників складності ВВ знаходить своє відображення у показнику не скорегованих точок ВВ (англ. – Unadjusted Use Case Points (UUCP)). TCF обраховується виходячи із декількох показників.

Значення Unadjusted TCF Value (UTV), що розраховується, спираючись на перелік показників технічної складності проекту (табл. 2), яким (окрім вагового коефіцієнту) призначається кількісне значення впливу показника на складність проекту: від «0» – вплив не оказує до «5» – сильний вплив.

Оскільки проактивний розвиток ПС – це комплексний проект, що включає також стейкхолдерів, то необхідно при розрахунках показників проекту розглянути проектну команду, тобто включити чинники розробників – діючих осіб (ДО) до оцінки складності реінжинірингу ПС. Розрахунковий чинник, що стосуються ДО, носить назву чинника складності оточуючого середовища (ECF) та обчислюється виходячи із декількох

показників. Значення Unadjusted ECF Value (UEV), що розраховується спираючись на перелік показників кваліфікації проектної команди, яка задіяна у реінжинірингу (табл. 3). Показнику призначається кількісне значення наявності конкретного набору вмінь у виконавця проекту: від «0» – показнику немає до «5» – сильно виражений показник.

Таблиця 2 – Показники технічної складності УП проактивного розвитку ПС

Показник	Ваговий коефіцієнт	Кількісне значення	Результат
Розподілена система	2	5	10
Висока продуктивність	1	4	4
Ефективність роботи кінцевого користувача	1	2	2
Складна обробка даних	1	4	4
Повторне використання коду	1	2	2
Легкість інсталяції	0,5	5	2,5
Легкість використання	0,5	3	1,5
Портативність	2	3	6
Легкість корегування змін	1	3	3
Паралельність	1	2	2
Наявність спеціальних функцій безпеки	1	2	2
Доступ з боку зовнішніх користувачів	1	5	5
Вимоги до попереднього навчання користувачів	1	3	3

Таблиця 3 – Показники кваліфікації проектної команди

Показник	Ваговий коефіцієнт	Кількісне значення	Результат
Знайомство з UML	1,5	4	6
Досвід роботи із конкретним середовищем	0,5	3	1,5
Досвід використання об'єктно-орієнтованого програмування (ООП)	1	4	4
Кваліфікація системного аналітика	0,5	4	2
Мотивація	1	3	3
Стабільність вимог	2	4	8
Неповний робочий день	-1	0	0
Складність МП	-1	3	-3

Під час експериментальної перевірки реалізації методу розрахунку показників оцінки проекту при управлінні реінжинірингом ПС, використано безкоштовну 30-ти денну версію CASE-засобу Enterprise Architect 14, що узятو із офіційного ресурсу розробника – Sparx Systems. Достовірність експериментальних розрахунків з реалізації методу комплексної оцінки проекту підтверджено отриманими чисельними значеннями чинників, що наведено на рис. 8.

Розглянутий метод забезпечує на 17 – 19% меншу похибку, ніж метод Карнера, відносно фактичних видатків. Кожна змінна, що використовується для розрахунків у рамках реінжинірингу визначається та обчислюється окремо із використанням: вимірювань характерних параметрів, вагових коефіцієнтів та обмежуючих констант. Встановлення коефіцієнтів та обрання значення констант засновані на багаточисельній статистиці найбільш схожих проектів, що виконані за технологією А. Якобсо-

на. Управління параметрами проводяться керівником проекту, який, спираючись на досвід 3-х – 7-ми схожих проектів, виходить із власних уявлень про технічну складність проекту та можливостях команди, яка буде виконувати реінжиніринг.

The screenshot displays a software interface for project estimation, divided into several sections:

- Use Cases:**
 - Root Package: Use Case Model
 - Phase like: *
 - Bookmarked: All
 - Keyword like:
 - Use Cases: 6
 - ☒ Include Actors
- Table of Use Cases:**

Package	Name	Type	Complexity	Phase
Use Case Model	Trajectory move	UseCase	15	1.0
Use Case Model	Calculation region	UseCase	10	1.0
Use Case Model	Frame	UseCase	5	1.0
Use Case Model	Scale	UseCase	5	1.0
Use Case Model	Axes table	UseCase	10	1.0
Use Case Model	Next frame	UseCase	5	1.0
- Technical Complexity Factor:**
 - Unadjusted TCF Value (UTV): 47
 - TCF Weight Factor (TWF): 0,01
 - TCF Constant (TC): 0,6
 - TCF = TC + (TWF x UTV): 1,07
- Environment Complexity Factor:**
 - Unadjusted ECF Value (UEV): 21,5
 - ECF Weight Factor (EWF): -0,03
 - ECF Constant (EC): 1,4
 - ECF = EC + (EWF x UEV): 0,755
- Summary:**
 - Unadjusted Use Case Points (UUCP) = Sum of Complexity: 50
 - Ave Hours per Use Case: Easy: 80 Med: 160 Diff: 240
- Total Estimate:**
 - Use Case Points (UCP) = UUCP * TCF * ECF = 50 * 1,07 * 0,755 = 40 UCP
 - Estimated Work Effort (hours) = 20 * 40 = 800 Hours
 - Estimated Cost = EWE * Default hourly Rate = 800 * 8 = 6400 Cost
- Buttons:** Re-Calculate, Report, View Report, Default Rate, Help

Рисунок 8 – Результати розрахунків чинників та значень, що впливають на оцінку проектних показників управління реінжинірингом ПС

Далі розглядаються **моделі управління процесом оцінки проекту з реінжинірингу ПС**. Запропоновано ідеалізовані моделі УП реінжинірингу (ІМУПР), що здатні оцінити час та витрати, необхідні для виконання реінжинірингу ПС.

Початкова ідея створення ІМУПР була спрямована до побудови моделі у полярній системі координат. Побудова запропонованої ІМУПР показана на рис. 9, де точка O (полюс) – полюс реінжинірингу, проміні OX та OY – вісі проектних витрат (у євро). Нехай M – довільна точка площини, M_x та M_y – її прямокутні координати (проекції на вісі OX та OY). Вектор OM – радіус-вектор проектних витрат (модуль якого збільшується); у подальшому цей радіус-вектор позначається як ρ (рис. 9). Прийmemo будь-який додатній відрізок за одиницю витрат OA . Кут повороту φ – це час, протягом якого відбувається проект реінжинірингу (зростає за годинниковою стрілкою та, надалі, збільшується кількість повних обертів).

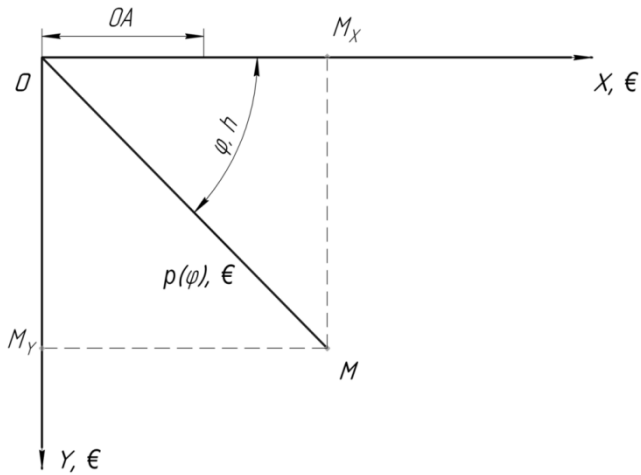


Рисунок 9 – ІМУПР, що побудована у полярній системі координат

Радіус-вектор витрат:

$$\rho = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2}.$$

При оцінці полярної моделі проекту реінжинірингу, експертами у галузі УП та математичного моделювання було знайдено недоліки, що значною мірою перешкоджають та ускладнюють її практичне застосування системними аналітиками та менеджерами проекту. З аналізу та обговорення цих недоліків було сформовано обмеження на застосування полярної моделі проекту реінжинірингу: полярна система координат не відповідає висунутим вимогам подання проекцій з боку УП, а значить необхідно шукати шляхи побудови ІМУПР у інших системах координат.

Подальші дослідження ІМУПР, що наведені у підрозділі, узагальнили досвід роботи із системами координат у яких можливе застосування спіральної організації відліку. Метод Боєма (Boehm) та проведені автором дослідження призвели до думки об'єднати ідеї побудови ІМУПР у вигляді спіралі Архімеда та перенести її до циліндричної системи координат. В основу моделі закладено спіральний принцип організації відліку. Початок побудови спіральної ІМУПР дещо схожий із вище розглянутою полярною ІМУПР. Однак, після завдання нульової точки реінжинірингу наступють нові етапи:

1) завдання осі OZ (рис. 10), яка відображує число ідентифікованих програмних компонентів (i) у лінійному масштабі або число верифікованих рядків програмного коду (j) у логарифмічному масштабі;

2) побудова послідовності точок $M_{i \vee j}$, які, власне, складають криву спіралі (рис. 11) – це компоненти програмного коду (для зручності, нижче, $M_{i \vee j}$ будемо записувати як M_i);

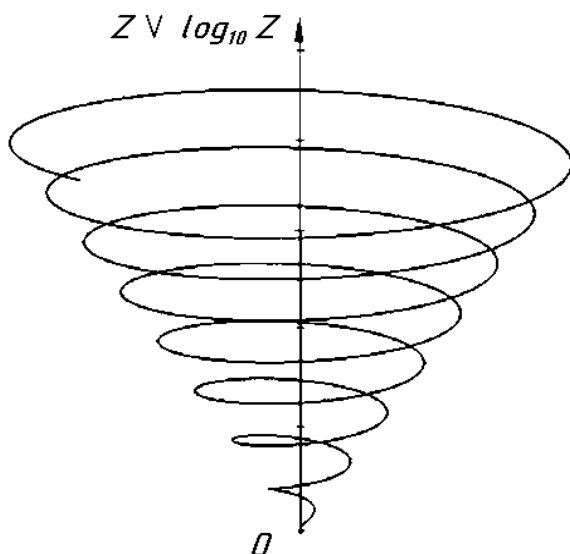


Рисунок 10 – Ескіз побудови спіральної ІМУПР

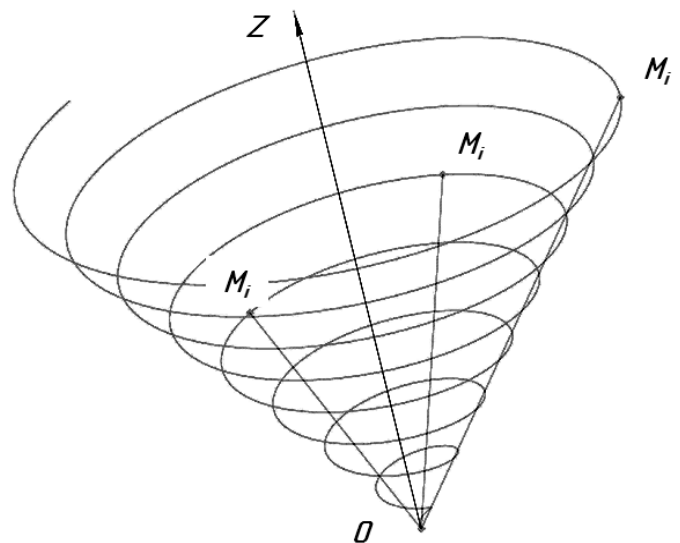


Рисунок 11 – Побудова послідовності точок M_i та вектору витрат OM_i

3) побудова вектору витрат (OM_i), який з'єднує полюс реінжинірингу (O) з поточною точкою спіралі M_i (рис. 11) та перевизначення його як ρ :

$$\rho = OM_{i \vee j}.$$

Кут оберту φ між полюсом реінжинірингу та поточною точкою M_i спіралі (кут повороту вектору OM_i) – це час, який необхідно затратити на виконання реінжинірингу, причому, чим далі точка M_i від O , тим більше значення φ (рис. 12).

Тобто кожний новий виток спіралі (n) додає 2π часу, а час тоді дорівнює:

$$t_i = \varphi_i (n + 1), [\text{ум. од. часу}].$$

Проекція представлення ІМУПР може бути різною, наприклад, якщо подати проекцію уздовж вісі ідентифікованих програмних компонентів (OZ), як показано на рис. 12, то ІМУПР буде являти собою Архімедову спіраль, що, у нашому випадку, описується рівнянням:

$$\frac{\rho}{M_{i \vee j}} = \frac{t_{i \vee j}}{2\pi} \text{ або } \rho = \xi t_{i \vee j},$$

де

$$\xi = \frac{M_{i \vee j}}{2\pi}.$$

Рисунок 12 – Подання ІМУПР у проекції часу

Загалом, конфігурація спіралі може бу-

ти різною та залежить від багатьох чинників, що закладено у математичній моделі:

$$\Phi(r, \varphi, Z) \begin{cases} r(i \vee j) = \delta \times (i \vee j), \delta \in [0 \dots \infty] \\ \varphi(i \vee j) = \theta \times (i \vee j), \theta \in [0 \dots \infty] \\ Z(i \vee j) = \varepsilon \times (i \vee j), \varepsilon \in [0 \dots \infty] \end{cases} \wedge (i \vee j) \in [1 \dots \infty],$$

де Φ – функція кінчної спіралі;

Z – число ідентифікованих програмних компонентів (у лінійному масштабі) або рядків програмного коду (у логарифмічному масштабі);

δ – коефіцієнт автоматизації реінжинірингу;

θ – коефіцієнт схожості компонентів;

ε – верхня межа граничних витрат.

Для проведення експериментальної перевірки досліджень було обрано сім проектів з реінжинірингу ПП, що написано однією МП до іншої мови. Виконавцями проектів, було надано початкові умови (число рядків програмного коду) та фактичний час повного виконання, який було зафіксовано у проектних діаграмах Ганта. За цими даними автором було побудовано ІМУПР та сформована діаграма порівняння часу, що прогнозується за ІМУПР, та фактичного часу виконання проекту (рис. 13).

Наступним сформовано **метод представлення оцінки реінжинірингу ПС за допомогою проектних коефіцієнтів**, на підставі якого приймається остаточне рішення щодо доцільності виконання реінжинірингу. Головним завданням підрозділу є дослідження впливу проектних коефіцієнтів, що уводяться до моделі реінжинірингу ПС, на відповідність до фактичних статистичних даних вже реально виконаних проє-

ктів з реінжинірингу ПС та ПП. Теоретичні відомості з матеріалів досліджень для практичного застосування потребують розширення управління конфігурацією при моделюванні, для чого необхідно увести до моделі інструменти проектних коефіцієнтів.

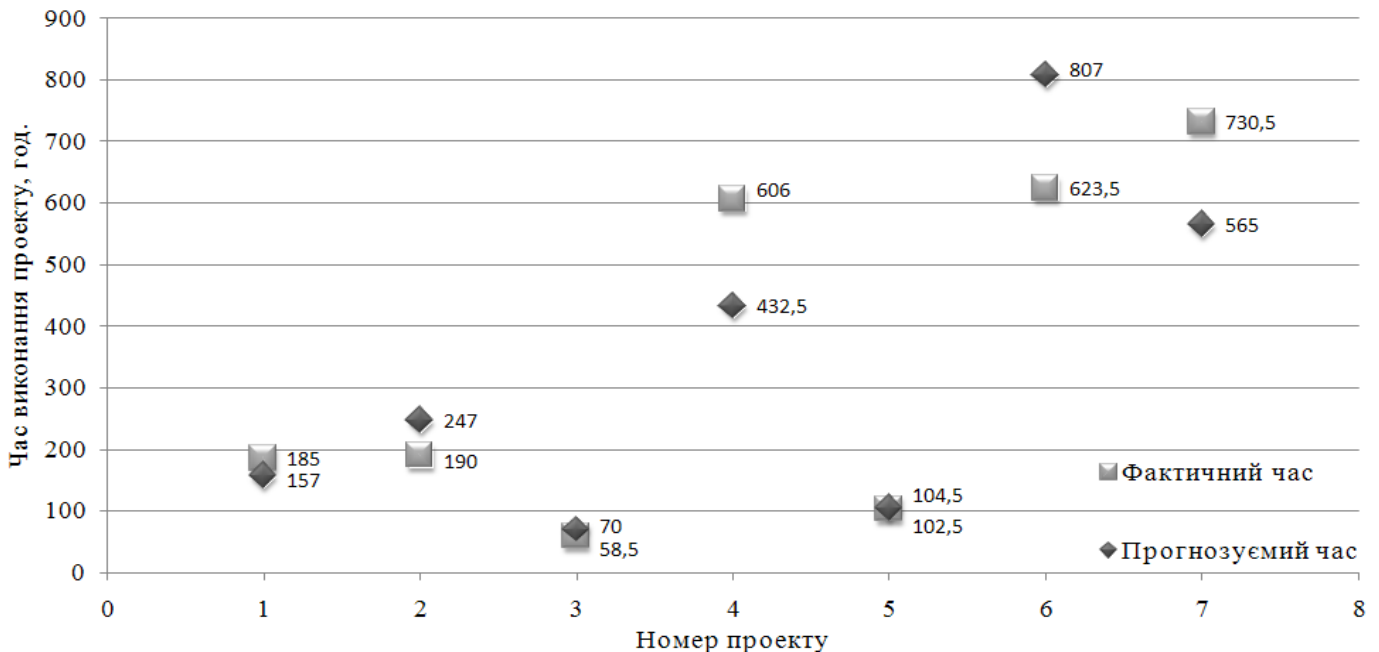


Рисунок 13 – Діаграма порівняння розрахованого часу, що прогнозується за ІМУПР, та часу фактичного виконання проекту реінжинірингу ПП

Оскільки моделі управління процесом оцінки проекту реінжинірингу ПС та схеми їх побудови наведено автором, то відразу перейдемо до введення проектних коефіцієнтів до моделі та управління побудовою графіків реінжинірингу.

Чим більше процес реінжинірингу автоматизований, тим більш пласкої форми набирає модель (рис. 14), а це значить, що вектор витрат (OM_i) із зростанням кількості компонентів програмного коду (i) чи верифікованих рядків програмного коду (j) зростає не значно, а витрачений час на виконання реінжинірингу t_i – визначається машинним часом.

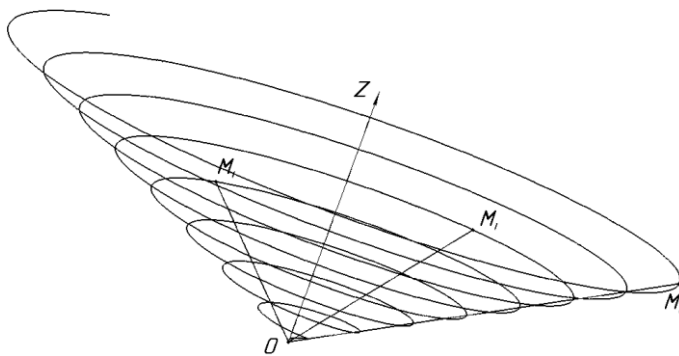


Рисунок 14 – Годограф з високим коефіцієнтом автоматизації реінжинірингу ПС

Іншими словами – якщо узяти ПС із визначеною фіксованою i , у яку помістимо довільну точку площини (M_i), та збільшимо у моделі коефіцієнт автоматизації реінжинірингу (δ), то OM_i буде зменшуватись:

$$\text{if } \delta \rightarrow \max \therefore OM_{i \vee j} \rightarrow \min;$$

$$\lim_{\delta \rightarrow \max} \langle OM_{i \vee j}(\delta) \rangle = \min,$$

де $M_{i \vee j}$ – побудована послідовність точок, які складають криву спіралі.

Навпаки, якщо проект реінжинірингу відбувається, значною мірою, у ручному режимі, то форма спіралі – ви-

тягнута (рис. 15), що ілюструє здороження вартості за рахунок вагової складової інтелектуальної праці програмістів:

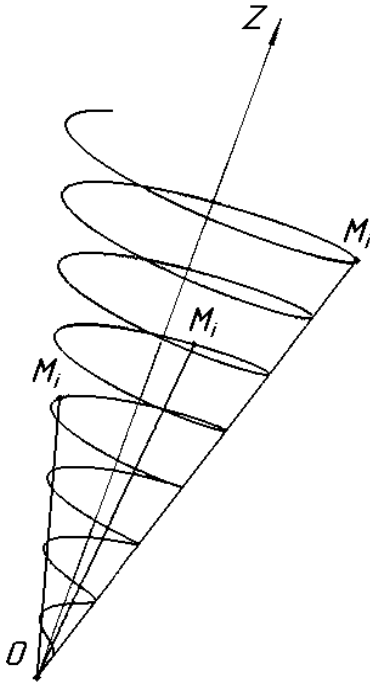


Рисунок 15 – Годограф із низьким коефіцієнтом автоматизації реінжинірингу ПС

$$\text{if } \delta \rightarrow \min \therefore OM_{i \vee j} \rightarrow \max;$$

$$\lim_{\delta \rightarrow \min} \langle OM_{i \vee j}(\delta) \rangle = \max.$$

Коефіцієнт схожості компонентів залежить від ступеня впровадження КПВ. Для проведення порівняльного експерименту, візьмемо годограф (рис. 11): для нього коефіцієнт схожості компонентів (θ) буде базовим.

Чим більше в проекті реінжинірингу застосовуються КПВ, тим густіше розміщуються витки спіралі (n) (рис. 16 а).

З представлення годографа бачимо, що:

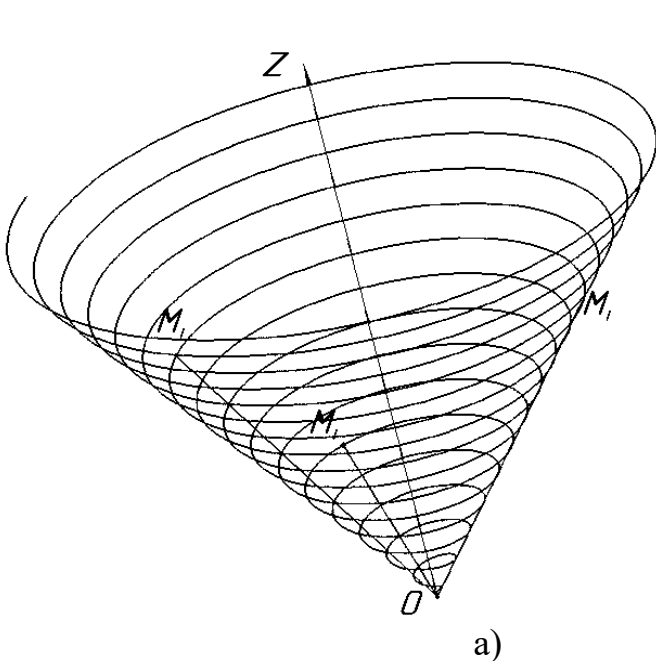
$$\text{if } \theta \rightarrow \max \therefore OM_{i \vee j} \rightarrow \min \left\{ M_{i \vee j} \mid \theta \equiv M_{i \vee j} \mid \theta_{\max} \right\};$$

$$\lim_{\theta \rightarrow \max} \langle OM_{i \vee j}(\theta) \rangle = \min.$$

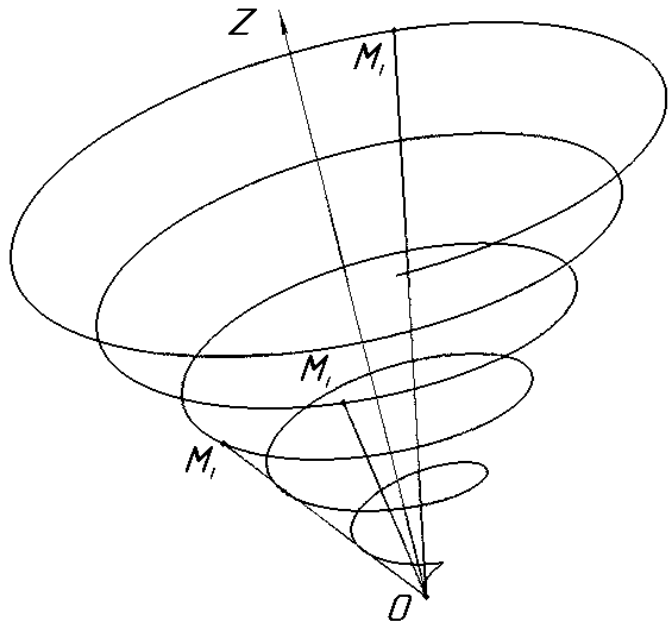
Тобто при збільшенні θ – зменшується вектор проектних витрат OM_i при однаково узятих M_i , відповідно до випадків з θ та $\theta_{\max}$ та навпаки: при використанні унікальних програмних компонентів – витки спіралі розміщуються нещільно (рис. 16 б), тобто збільшується OM_i при однаково узятих M_i , відповідно до випадків з θ та $\theta_{\min}$:

$$\text{if } \theta \rightarrow \min \therefore OM_{i \vee j} \rightarrow \max \left\{ M_{i \vee j} \mid \theta \equiv M_{i \vee j} \mid \theta_{\min} \right\};$$

$$\lim_{\theta \rightarrow \min} \langle OM_{i \vee j}(\theta) \rangle = \max.$$



а)



б)

Рисунок 16 – Годографи проекту реінжинірингу ПС із високим (а) та низьким (б) коефіцієнтами схожості компонентів

Експеримент із побудови годографів проекту реінжинірингу проводився із дванадцятьма ПС. За домовленістю, виконавцями проектів, було надано початкові умови щодо кількості рядків програмного коду та фактичного часу повного виконання ними реінжинірингу ПС, який було зафіксовано у проектних діаграмах Ганта. Також цей час було ретельно перевірено за протоколами виконання та актами виконаних робіт. За отриманими моделями було побудовано годографи проекту реінжинірингу ПС, числовий матеріал яких подано у табл. 4. У таблиці наведено результати моделювання без використання проектних коефіцієнтів – за ІМУПР та із уведенням описаних проектних коефіцієнтів. При виконанні проектів обчислення вимірювання часу відбувається з округленням до півгодини.

Таблиця 4 – Час виконання проектів реінжинірингу ПС

Номер проекту	Час, год.		
	Модельний за ІМУПР	Модельний із проектними коефіцієнтами	Фактичний
1	157	174	185
2	247	187,5	190
3	70	66,5	58,5
4	432,5	575	606
5	104,5	108,5	102,5
6	807	726	623,5
7	565	686	730,5
8	118	129	134
9	226	229,5	270
10	90	84	76,5
11	789	811	878
12	652	516	511

За даними табл. 4 побудована діаграма (рис. 17) порівняння фактичного часу (actual time) виконання проекту реінжинірингу ПС та змодельованих часів: за ІМУПР (idealized model) та із уведеними проектними коефіцієнтами (with project coefficients).

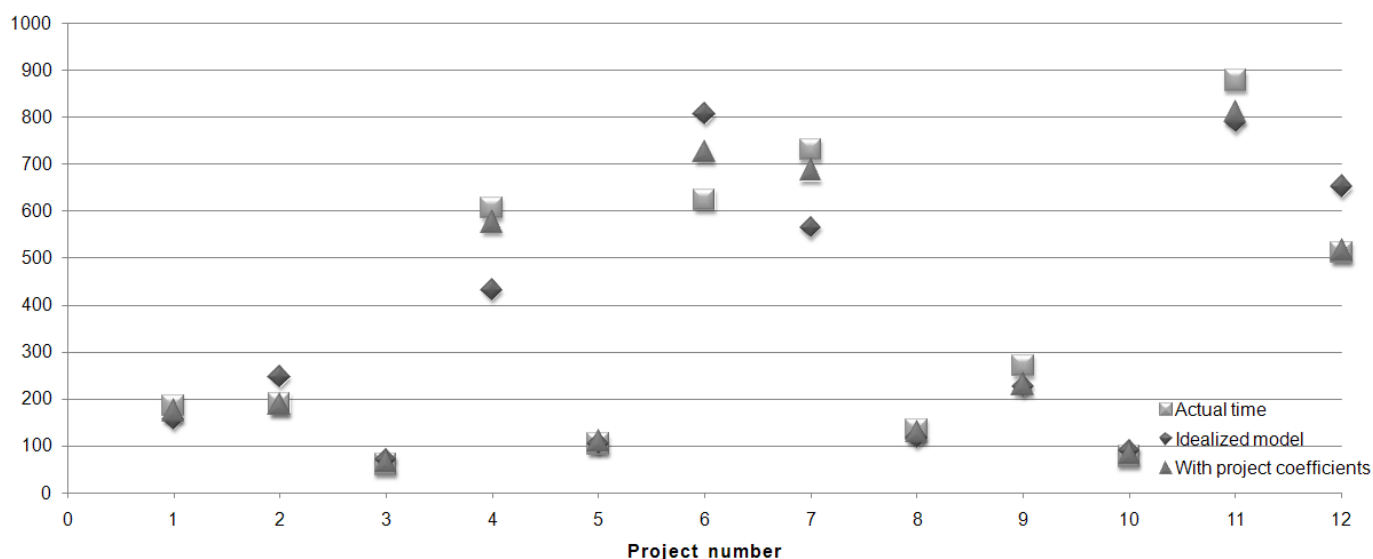


Рисунок 17 – Діаграма порівняння фактичного часу та змодельованих часів виконання проекту реінжинірингу ПС

Статистичні результати порівняння зведено до табл. 5.

Таблиця 5 – Розбіжність порівняння за часом проектів реінжинірингу ПС

Номер проекту	Оцінка за ІМУПР		Оцінка за методом проектних коефіцієнтів	
	Абсолютна похибка, год.	Відносна похибка, %	Абсолютна похибка, год.	Відносна похибка, %
1	28	15	11	6
2	57	30	2,5	1
3	11,5	20	8	14
4	173,5	29	31	5
5	2	2	6	6
6	183,5	29	102,5	16
7	165,5	23	44,5	6
8	16	12	5	4
9	44	16	40,5	15
10	13,5	18	7,5	10
11	89	10	67	8
12	141	28	5	1
Середнє значення, %:		19	8	

Що ж до наведених графічних побудов годографів проекту реінжинірингу (рис. 14 – 16), то можна зробити висновки, що поверхня, для якою годограф є направляючою, являє собою лінійчату конічну поверхню, що може бути зворотно відновлена рухом OM_i , як утворюючої.

Крім того, у подальших дослідженнях, варто проаналізувати отримані лінійчату конічну поверхню на предмет практичного застосування наступної висунутої гіпотези: якщо обчислити її площу, то можна дістати кількісну характеристику виконаної роботи щодо здійснення проекту реінжинірингу ПС:

$$S = \int_0^{\varphi_i(n+1)} \Phi(\rho, \varphi) d\varphi,$$

де S – площа лінійчатої конічної поверхні;

Якщо обчислити об'єм лінійчатої конічної поверхні, то можна визначити обсяг витрачених ресурсів:

$$V = \int_0^Z \Phi(\rho, \varphi, Z) dZ,$$

де V – об'єм лінійчатої конічної поверхні.

УП реінжинірингу, який буде виконано за допомогою розроблених моделей та методів дозволить не тільки скоротити витрати на перепроєктування ПС, але й підвищити ефективність технічного супроводу та збільшити ЖЦ ПП.

У н'ятому розділі виконується аналіз достовірності нових знань та узагальнення практично-орієнтованих результатів комплексних експериментальних досліджень з проактивного УП з розвитку ПС. Сформовано спосіб перекодування ПС за умов невизначеності розвитку проекту шляхом еволюції позитивних змін її ПЗ, що забезпечить підвищення зручності експлуатації, супроводу та використання, надасть можливості розширення за допомогою підключення розроблених та / або удосконалених видів забезпечення ПС.

Спосіб містить у собі процеси реорганізації та реструктуризації системи, переведення окремих компонентів системи в іншу, сучаснішу МП, а також процеси модифікації або модернізації структури і системи даних. Було з'ясовано, що до причин, які перешкоджають найскорішому використанню способу, можна віднести відсутність опису у проекті шляхів відновлення та успадкування програмної архітектури системи, що перепроєктується. Високої ефективності в УП, яка виражається, перш за все, через мінімізацією часових, а, відповідно, й матеріальних витрат при експлуатації ПС, можна домогтися за рахунок удосконалення її ПЗ.

Формулювання способу виконується у межах *моделювання зовнішнього оточення об'єкта*. Перевірка достовірності встановленої задачі досягається тим, що спосіб перекодування ПС можна звести до визначеної наведеної послідовності, яка включає *виконання сформульованих проектних дій*: аналіз імпортованої моделі операцій із проектними класами (МОПК); аналіз імпортованої моделі компонентних рішень (МКР); залучення засобів управління процесом генерації коду.

Першою належить скласти саме МОПК щодо первинного ПП тому, що скласти відразу об'єднані МОПК та МКР недоцільно у плані трудомісткості роботи, при цьому ефективність такої дії практично не перевищує окремих моделей. Тобто при розборі будь-якого ПП кращим рішенням буде декомпозиція на окремі дрібні складові, у той час як при генерації нового ПП краще створювати точний й складний взаємозв'язок із залученнями засобів управління підключеннями підмодулів, що відповідають певним проектним операціям.

Узагальнюючі кроки проактивного УП з розвитку ПС та ПП:

Крок 1. У першу чергу необхідно визначити функціонал майбутньої ПС, наскільки сильно він відрізнятиметься від оригінального ПП, які зміни будуть внесені, тому за вже уведеними принципами побудови моделей складається модель ВВ. Прецеденти першого рівня – це оновлені можливості користувача оновленого ПП.

Крок 2. Другим рівнем моделі ВВ є створення моделі управління пакетами (МУП) (рис. 18), яка містить ці ВВ, що реалізують можливості першого рівня. Проте, якщо реалізовувати усі прецеденти у поданій моделі, то вийде перевантаження елементами, що є неправильним, тому кожен прецедент першого рівня розглядається як об'єднані за функціоналом пакети у МУП (рис. 19).

Крок 3. Після визначення функціоналу ПП наступним кроком буде складання робочої МОПК, яка складається відповідно до специфікації нової МП та вдалих рішень первинного ПП. В підсумку, ескізна МОПК оновленого ПП набуває остаточного вигляду. Основне призначення ескізу МОПК: не показати наповнення класів, а проілюструвати модель ієрархічних відношень граничних об'єднань класів оновленого ПП.

Крок 4. Наступним етапом є робота з МКР у вигляді заповнення пакетів даними. Для цього відтворюється структура всередині папки та прив'язується до МОПК. Після відтворення модулів у МКР налаштовуються зв'язки між ними.

Крок 5. Процес генерації коду. Зайвим буде зупинятися на подробицях технічного виконання процесу генерації, оскільки спеціальність, за якою представляється дисертація, не включає результати і дослідження закономірностей, що пов'язані з технологічними процесами створення продукту проекту в будь-якій сфері управління цими процесами. У дисертації наведено лише кінцеві результати генерації.

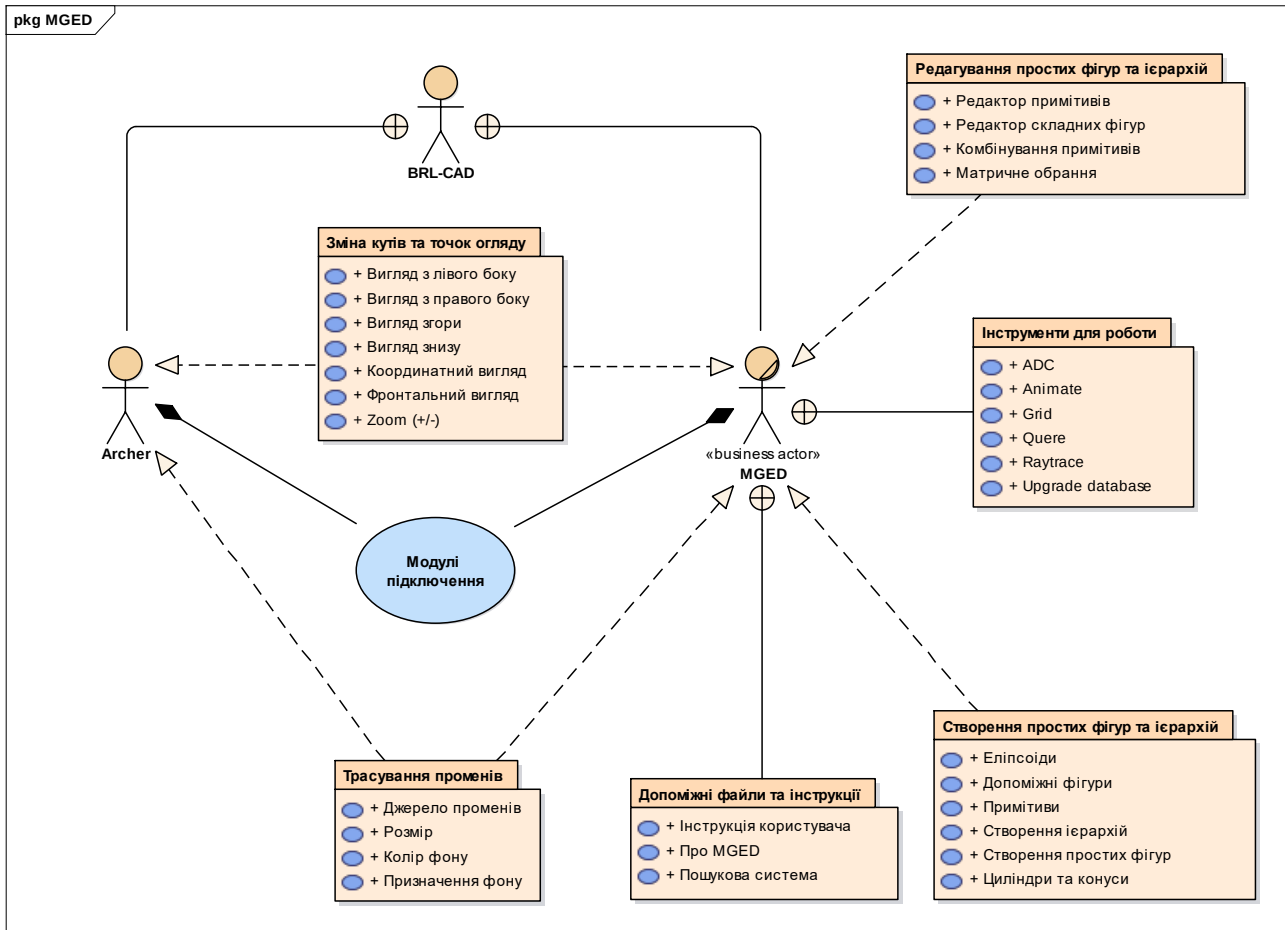


Рисунок 18 – Модель управління пакетами для ПП BRL-CAD

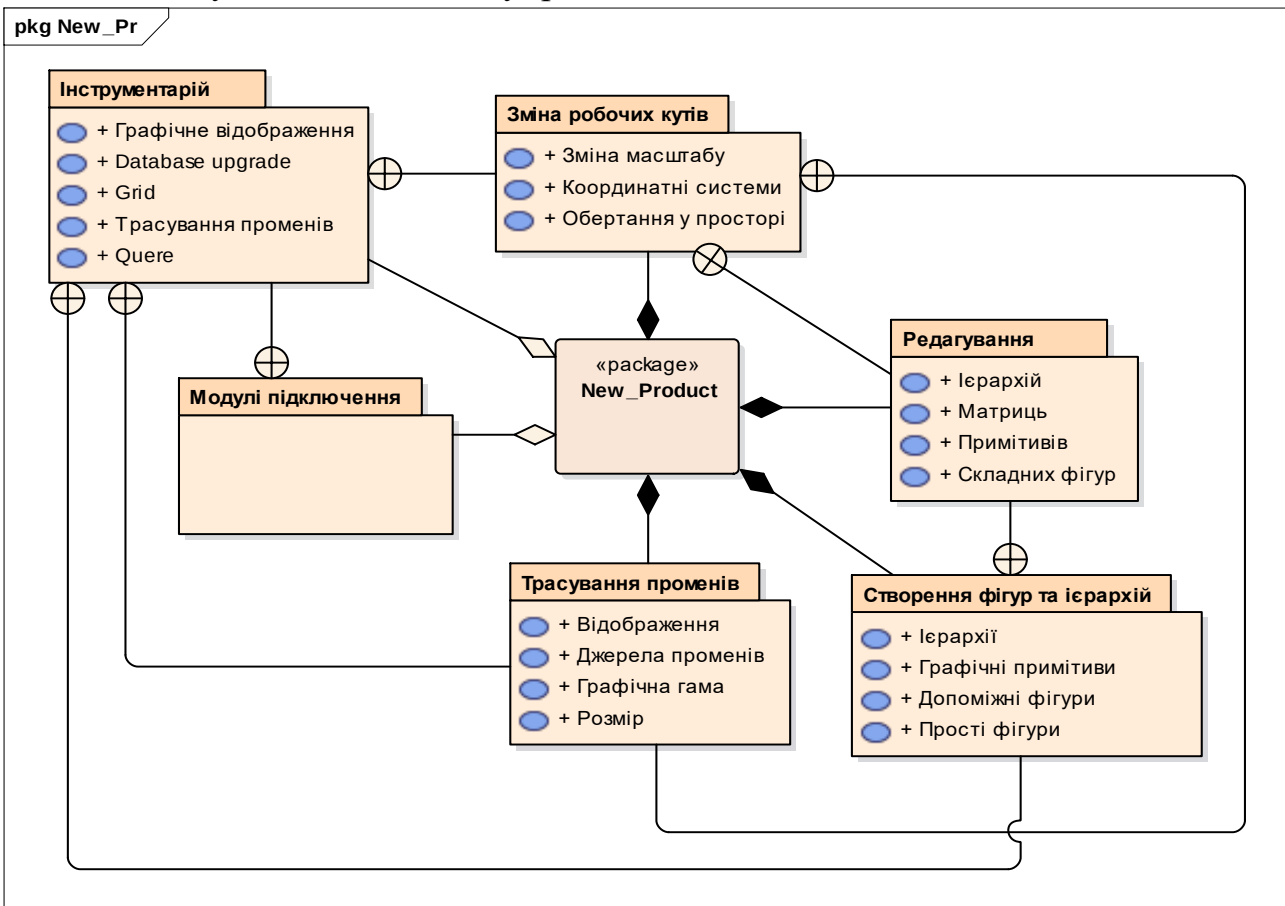


Рисунок 19 – Модель управління пакетами, що містить ВВ оновленого ПП

Відмінною особливістю отриманих практично-орієнтованих результатів є систематизація процесу та узагальнення логіки проактивного розвитку ПП, що складає основу наукової парадигми, за якою системний архітектор може з'ясувати принципи реінжинірингу ПС. При застосуванні способу вдається автоматизувати процес перекодування компонентів ПЗ та, за рахунок цього, вивільнити робочий час програмістів від рутинного перепрограмування, зменшити вірогідність виникнення структурних помилок, що успадковуються від попередньої ПС, та знизити вартість проекту реінжинірингу ПС.

У шостому розділі розроблено ПМК управління плануванням реінжинірингу ПС та ПП для використання командою проектного менеджменту у складі офісу УП. Однією з головних складових УП є планування, що визначається як заздалегідь намічений порядок дій або оптимальний розподіл ресурсів, необхідних для досягнення поставленої мети. Фази розробки ПМК містять: складання словника предметної галузі мережевого планування; проектування системної архітектури ПЗ управління мережевим плануванням, що включають застосування сформованих у дисертації MBV, МУП, МПР, МОС, ДМД, МОПК, МКР; складання інструкції користувача, що доповнено коментарями, відносно роботи створеного ПМК та його додаткових можливостей (рис. 20, 21).

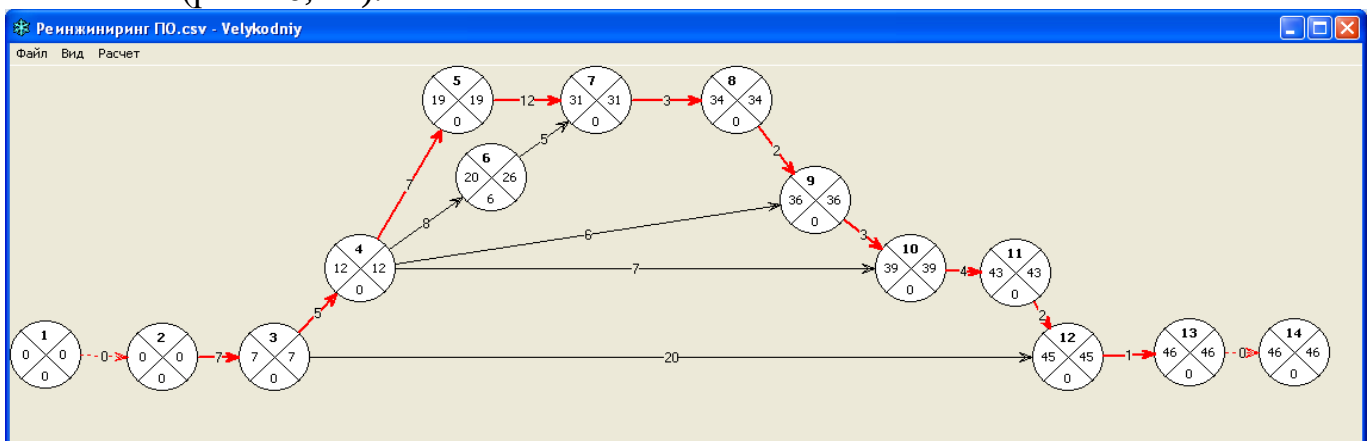


Рисунок 20 – Екранний знімок розрахованого критичного шляху мережевого графіка реінжинірингу ПС у вигляді «вершини-події»

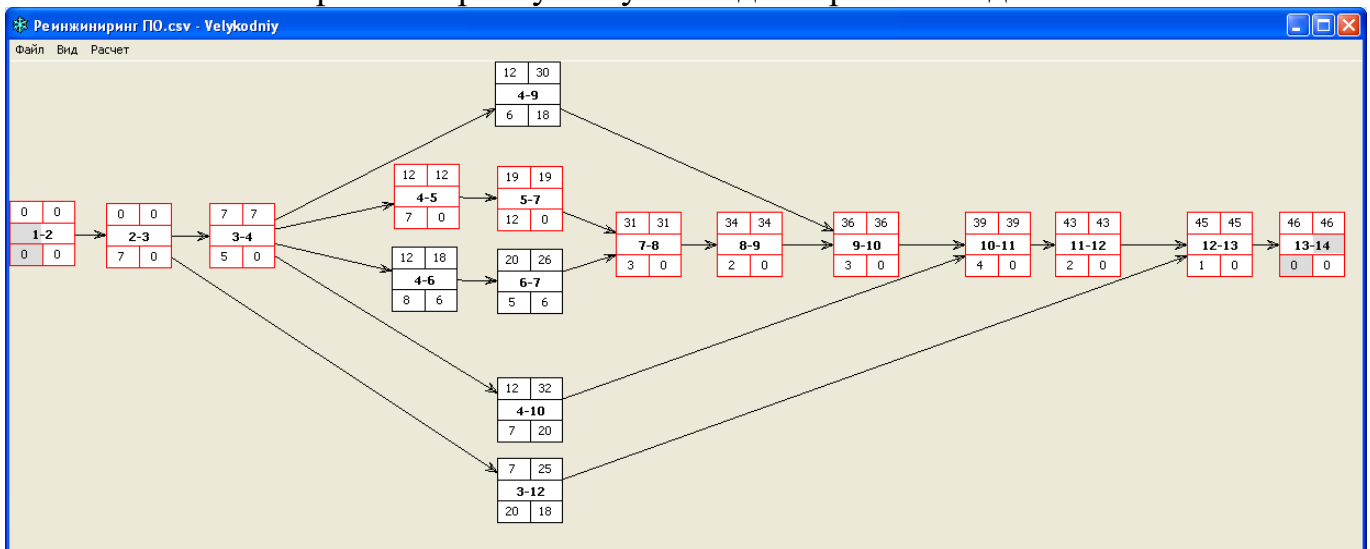


Рисунок 21 – Екранний знімок розрахованого критичного шляху мережевого графіка реінжинірингу ПС у вигляді «вершини-роботи»

ПМК створено для команди проектного менеджменту, якій важливо знати лише послідовність проектних операцій та тривалість кожної з них і не має особливого значення, яким способом сформований графік, тобто якого він типу. Для роботи з ним, досить базових знань в галузі мережевого планування. Сам процес створення мережевого графіка нескладний, тому навіть його освоєння займе небагато часу.

Слід зазначити, що хоча у сучасних ліцензійних спеціалізованих пакетах програм планування та УП, в основному, використовується тип графіків «вершини-роботи» – створений ПМК здатен працювати з усіма типами мережевих графіків із можливостями їх всебічної трансформації.

ВИСНОВКИ

Дисертаційне дослідження розв'язує наукову проблему формування нових моделей та розробки нових методів проактивного УП з розвитку ЖЦ ПП, які забезпечують закладання методологічних основ проактивного УП з реінжинірингу ПС, що дозволяє працювати з багаторівневими ПС, за допомогою комплексного інструментарію проектної оцінки.

1. В результаті проведення аналізу методологій УП зі створення відкритих, вільних та комерційних ПП було з'ясовано, що проактивний розвиток ПС, на відміну від реактивного являє собою величезну науково-технічну проблему, а його впровадження вимагає значних капіталовкладень, оскільки необхідно управляти проектом з упередженням. За сучасними світовими тенденціями УП, ПП повинні бути такими, що розвиваються.

2. Дістала подальшого розвитку систематизація провідних методологій УП, яка розширена формуванням концепції проактивного УП з розвитку ЖЦ ПС та ПП, що дозволяє на етапі оцінки проекту визначити доцільність цільової програми реінжинірингу. УП реінжинірингу виконується за допомогою комплексу засобів, у тому числі за рахунок застосування КПВ та CASE-систем. Згідно з оптимістичними прогнозами застосування КПВ здатне у 4 рази знизити вартість ПС у порівнянні з новою розробкою.

3. Формалізовано методи проактивного УП розвитку наскрізного проектування ПС, які відрізняються формуванням парадигми системної трансформації, що дозволяє інтегрувати ПП у оновлені проектні комплекси. Згідно із загальною методологією УП, задача проактивного розвитку полягає не тільки у з'ясуванні шляхів, а у визначенні характеру конкретної перебудови процесів проектування ПС, яка об'єднує у собі різні види забезпечення: технічне, математичне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне, ергономічне та правове, кожний з цих видів забезпечення має параметри та бажані характеристики проектного управління.

4. Сформовано моделі проактивного управління розвитком лінгвістичного та інформаційного забезпечення проектів, які відрізняються застосуванням динамічного оточення породжувальних граматик, що дозволяє позбавитися виведення тупикових ланцюжків при переведенні з однієї МП до іншої. Досягнуті результати, з наукової точки зору, увійдуть до основ методології проактивного УП з розвитку ПС та ПП, а з практичної – стануть у нагоді системним програмістам, які задіяні у перепроєктуванні й переробці ПС та ПП, а також системним архітекторам, які працюють із мультимов-

ними надбудовами ПС, що вже знаходяться у кількарічній експлуатації і набувають еволюційного розвитку із плином часу та удосконалення у процесі використання.

5. Удосконалено моделі проактивного управління розвитком поведінкової та структурної частин проектів з реінжинірингу ПС, які відрізняються уведенням оновлених структур уніфікованих діаграмних моделей, що дозволяє зберігати позитивні властивості відношень між проектними класами, компонентами та сутностями ПС незалежно від МП. На основі управління системою архітектурою проекту складено моделі проактивного розвитку ГБД для композиційного підключення до оновленого відкритого проекту, а саме моделі: варіантів використання; опису станів для проактивного УП; послідовності розвитку графічного представлення проекту; діяльності реінжинірингу графічної структури проекту; опису оточення об'єктів; операцій із проектними класами; компонентних рішень; управління інформаційним розгортанням проекту.

6. Удосконалено метод розрахунку показників проекту за проектними точками Карнера, який відрізняється внесенням доповнень та розширень щодо процесів реінжинірингу ПС, що дозволяє зменшити похибку у оцінюванні прогнозованого переліку витрат на реалізацію проекту на 17 – 19%, у порівнянні із методом Карнера. Встановлення коефіцієнтів та обрання значення констант засновані на методі Якобсона та перевірені статистикою найбільш схожих проектів. Після аналізу завершеного проекту і вивчення звіту про показники, доступні чинники можуть бути точно відкориговані, щоб дати оцінку часу, необхідного на виконання проекту реінжинірингу. Коефіцієнти та константи визначаються, виходячи із статистичних даних вже оцінених аналітиками виконаних проектів із близьким ступенем схожості.

7. Сформовано представлення оцінки параметрів витрат ресурсів на виконання проекту реінжинірингу ПС за допомогою математичного інструментарію опису моделей проектування. Експериментальні дослідження спіральної ІМУПР за даними 7 виконаних проектів показали прогнозування витрат із максимальною похибкою 30%. Середнє значення відносної похибки – 19%. Операції із поданими моделями можуть відбуватися у проекціях часу та витрат, у ізометричній проекції програмних компонентів, у логарифмічній проекції рядків програмного коду. Подальші наукові дослідження у цьому напрямку потребують всебічного дослідження висунутої автором гіпотези щодо представлення кількісних характеристик виконаної роботи з проекту реінжинірингу ПС та визначення обсягів витрачених ресурсів у формі обчислення площин та об'ємів лінійчатої конічної поверхні, що утворюються годографами проекту реінжинірингу.

8. Розроблено метод представлення оцінки проекту з реінжинірингу ПС, за яким максимальне значення відносної похибки оцінки проекту реінжинірингу ПС за методом проектних коефіцієнтів за даними 12 виконаних проектів не перевищує 16%. Середнє значення відносної похибки – 8%. При використанні методу розрахунку показників проекту за проектними точками та методу представлення оцінки проекту з реінжинірингу ПС за допомогою інструментарію проектних коефіцієнтів, виконано оцінку кожного етапу проекту з удосконалення ПС у Одеському ім. А. Міцкевича відділенні Спільки поляків в Україні із отриманням економічного показника впровадження у вигляді оцінки вартості кожного окремого етапу проекту із удосконалення ПС, які не відрізняються від фактичних більш ніж на 7 %.

9. Узагальнено практично-орієнтовані результати комплексних експериментальних досліджень з проактивного УП з розвитку ПС та сформовано рекомендації із розробки системної архітектури програмних продуктів, що планується розвивати. Розроблені рекомендації стануть у нагоді керівникам проектів, проектним менеджерам, системним архітекторам та інженерам-програмістам, які задіяні у перепроєктуванні ПС та ПП, що позитивно зарекомендували себе впродовж ЖЦ їх експлуатації.

10. Розроблений ПМК управління плануванням реінжинірингу проектів для використання командою проектного менеджменту у складі офісу УП. ПМК містить у собі сукупність програмного, інформаційного, математичного, організаційного та методичного забезпечення для виконання робіт із планування та організації розвитку ПС та ПП. При застосуванні у ТОВ «Люкsstrойпроект» (м. Харків) ПМК стосовно до УП, досягнуто скорочення строків проектування виробничого процесу за методологією мережевого планування за рахунок прискорення складання мережевих графіків організації виробництва, внаслідок використання інтерактивних методів управління мережевою моделлю. Зафіксовано скорочення затраченого часу при проектуванні мережевих графіків у межах: 16% ÷ 24%; при трансформації робіт у події та навпаки: 87% ÷ 96%. При плануванні та управлінні ЖЦ рекламної продукції ТОВ «Рекламне агентство «ТРАСТ МЕДІА», що займається її виготовленням, розміщенням, аналізом та просуванням, знайшли своє застосування розроблені методи та засоби управління мережевим плануванням проекту реінжинірингу ПП. Застосування ПМК управління мережевим плануванням проекту реінжинірингу, як складової інформаційної технології із організації створення та просування рекламного продукту, скоротило: на 22% процес складання мережевого графіка у порівнянні із його складанням до застосування ПМК; на 17% процес підрахунку часу, що закладається у базову траєкторію ЖЦ проекту; на 8% процес аналізу ефективності рекламного продукту для прийняття рішення щодо його подальшого реінжинірингу та застосування конкретних методів розвитку й просування.

Запропоновані моделі та методи, а також ПМК проактивного УП з розвитку ПС та ПП, впроваджено у НДР та навчальний процес у: Одеському державному екологічному університеті, національному університеті «Одеська морська академія» та Одеській національній академії зв'язку ім. О. С. Попова, що підтверджено відповідними актами.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Velykodniy S. Reengineering of open software system of 3D modeling BRL-CAD. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2019. No 3 (9), P. 62–71. (кат. «Б») DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.9.062>. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Web Global Serials Directory, WorldCat, World Catalogue of Scientific Journals та ін.*

2. Velykodniy S. S. Analysis and synthesis of the results of complex experimental research on reengineering of open CAD systems. *Applied Aspects of Information Technology*. 2019. Vol. 2. No 3. P. 186–205. (кат. «Б») DOI: 10.15276/aait.03.2019.2. *Стаття*

опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: *Index Copernicus, ROAD, Academia.edu, ResearchBib та ін.*

3. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Реінжиніринг графічних баз даних у середовищі відкритої системи автоматизованого проектування BRL-CAD. Моделювання структурної частини. *Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 3 (116). С. 130–139. (кат. «Б») DOI: 10.30929/1995-0519.2019.3.130-139. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Ulrich's Web Global Serials Directory, Index Copernicus, Infobase Index, Open Academic Journals Index та ін.*

4. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Розробка архітектури програмного засобу для управління мережевим плануванням реінжинірингу програмного проекту. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2019. № 2 (8). С. 25–35. (кат. «Б») DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.8.025>. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Web Global Serials Directory, WorldCat, World Catalogue of Scientific Journals та ін.*

5. Velykodniy S., Burlachenko Zh., Zaitseva-Velykodna S. Software for automated design of network graphics of software systems reengineering. *Scientific Journal Herald of Advanced Information Technology*. 2019. No 2 (03). P. 20–32. (кат. «Б») DOI: [10.15276/hait.02.2019.2](https://doi.org/10.15276/hait.02.2019.2). *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, ROAD, Academia.edu та ін.*

6. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Реінжиніринг графічних баз даних у середовищі відкритої системи автоматизованого проектування BRL-CAD. Моделювання поведінкової частини. *Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 2 (115). С. 117–126. (кат. «Б») DOI: 10.30929/1995-0519.2019.2.117-126. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Ulrich's Web Global Serials Directory, Index Copernicus, Infobase Index, Open Academic Journals Index та ін.*

7. Великодний С. С. Метод представлення оцінки реінжинірингу програмних систем за допомогою проектних коефіцієнтів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2019. № 1 (7). С. 34–42. (кат. «Б») DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.7.034>. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Web Global Serials Directory, WorldCat, World Catalogue of Scientific Journals та ін.*

8. Великодний С. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу програмних систем. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2019. № 1. С. 150–156. DOI: 10.15588/1607-3274-2019-1-14. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Web of Science Core Collection, Index Copernicus, DOAJ, ROAD, Ulrich's Web Global Serials Directory та ін.*

9. Великодний С. С., Тимофеева О. С., Зайцева-Великодна С. С. Метод розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу програмних систем. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2018. № 4. С. 135–142. DOI:

10.15588/1607-3274-2018-4-13. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Web of Science Core Collection, Index Copernicus, DOAJ, ROAD, Ulrich's Web Global Serials Directory та ін.*

10. Великодний С. С., Тимофєєва О. С., Зайцева-Великодна С. С., Нямцу К. Є. Порівняльний аналіз властивостей відкритого, вільного та комерційного програмного забезпечення. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2018. № 1 (41). С. 21–27. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, ROAD, eLIBRARY та ін.*

11. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Спосіб мультилінгвістичного перекладу програмного забезпечення складних інформаційних систем та технологій. *Наукові праці ОНАЗ ім. О. С. Попова*. 2017. № 2. С. 153–159. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, Google Scholar, Україніка наукова та Джерело.*

12. Velykodniy S., Tymofieieva O. The paradigm of linguistic supply submission by generative grammar assistance. *American scientific journal*. 2017. №17. Р. 4–7. *Закордонне видання (New York, USA).*

13. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Парадигма подання лінгвістичного забезпечення за допомогою породжувальних граматик (Част. 2). *Automation of technological and business-processes*. 2017. Vol. 9, Iss. 3. С. 46–50. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat та ін.*

14. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Парадигма подання лінгвістичного забезпечення за допомогою породжувальних граматик (Част. 1). *Розвиток транспорту*. 2017. № 1. С. 128–135.

15. Velykodniy S., Tymofieieva O. Multilingual recording method designed for SCADA-system's software upgrade. *Automation of technological and business-processes*. 2017. Vol. 9, Iss. 1. Р. 17–22. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat та ін.*

16. Великодний С. С. Методи реінжинірингу програмних систем. *Технологии приборостроения*. 2014. Спец. вып. С. 65–68.

17. Великодний С. С. Методологические основы реинжиниринга систем автоматизированного проектирования. *Управляющие системы и машины*. 2014. № 2. С. 39–43. *Видання національної академії наук України.*

18. Великодний С. С. Проблема реинжиниринга видов обеспечения систем автоматизированного проектирования. *Управляющие системы и машины*. 2014. № 1. С. 57–61, 76. *Видання національної академії наук України.*

19. Зайцева-Великодна С. С., Великодний С. С. Проблемы аттестации обчислювальної компоненти програмних комплексів автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії. *Системы обработки информации*. Вып. 99. 2012. С. 152–156. *Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory та ін.*

20. Великодний С. С. Реализация процесса «сквозного» проектирования с помощью CAD/CAM «ADEM». *Холодильна техніка і технологія*. 2011. №1 (129).

С. 56–59. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, ROAD, DOAJ та ін.

21. Великодний С. С., Котенко Е. В. Разработка системы реального времени распознавания лиц с использованием примитивов Хаара и алгоритма ADABOOST. *Холодильна техніка і технологія*. 2010. № 5 (127). С. 67–70. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, ROAD, DOAJ та ін.

22. Великодний С. С. Проективання траєкторії руху технологічного обладнання при виготовленні елементів суднових конструкцій. *Автоматизация судовых технических средств*. Вып. 16. 2010. С. 10–18. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, ROAD та Google Scholar.

23. Невлюдов И. Ш., Великодний С. С., Фомовская Е. В. Построение годографов Михайлова с помощью пакета «MathCAD». Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Вып. 3 (63). 2010. С. 186–193. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, Google Scholar, Україніка наукова, Джерело.

24. Невлюдов И. Ш., Великодний С. С., Фомовська О. В. Моделирование электромеханической части манипулятора промышленного робота. Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Спец. вып. 2010. С. 181–185. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, Google Scholar, Україніка наукова, Джерело.

25. Великодний С. С., Стрілець В. О. Деякі питання атестації автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії. *Український метрологічний журнал*. 2010. № 2. С. 40–44. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus та Google Scholar.

26. Невлюдов И. Ш., Великодний С. С., Омаров М. А. Использование CAD/CAM/CAE/CAPP при формировании управляющих программ для станков с ЧПУ. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. № 2/2 (44). С. 37–44. Стаття опублікована у виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах даних: Index Copernicus, DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat та ін.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

27. Velykodniy S. S., Burlachenko Zh. V., Zaitseva-Velykodna S. S. Graphic databases reengineering in BRL-CAD open source computer-aided design environment. Modeling of the structural part. Information control systems and technologies: VIII international scientific-practical conference: materials. Odessa. Ukraine, 23 – 25 sep. 2019. Odessa: «Ecologia», 2019. P. 222–224.

28. Velykodniy S. S., Burlachenko Zh. V., Zaitseva-Velykodna S. S. Software for automated design of network graphics of software systems reengineering. Матер. міжн. наук.-практ. конф. «Інтелектуальні системи та інформаційні технології ISIT-2019». Одеса. Україна. 19 – 24 серпня 2019 р. Одеса: ТЕС, 2019. С. 253–257.

29. Burlachenko T., Великодний С. С. Розробка системної архітектури програмного засобу для управління мережевим плануванням реінжинірингу програмного

проекту. Міжн. наук. конф. «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях науковців». м. Одеса. Україна. 25 – 26 черв. 2019 р. Одеса: ТЕС, 2019. С. 20–26.

30. Burlachenko Zh. V., Velykodniy S. S. Graphic databases reengineering in BRL-CAD open source computer-aided design environment. Modeling of the behavior part. Матеріали III-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук, Одеса, Україна, 20 – 22 чер. 2019. С. 7–9.

31. Зайцева-Великодна С. С., Великодний С. С. Реінжиніринг графічних баз даних у середовищі відкритої САПР BRL-CAD. Моделювання структурної частини. Матеріали III-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук, Одеса, Україна, 20 – 22 чер. 2019. С. 27–29.

32. Великодний С. С., Нямцу К. Є. Сучасна інформаційна система для підготовки LaTeX-документів «TeXstudio». Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доп. 16-ї Всеукр. конф. студ. і мол. наук. Одеса, 19 квітня 2019 р. Одеса, 2019. С. 11–13.

33. Velykodniy S. S., Burlachenko Zh. V., Zaitseva-Velykodna S. S. Method of presenting the assessment for reengineering of software systems with the project coefficients help. Інформаційні технології в моделюванні: матер. IV-ої всеукр. наук.-практ. конф. студ., аспірантів та мол. вчених, 21–22 березня 2019 р., м. Миколаїв. Миколаїв: МНУ ім. В. О. Сухомлинського, 2019. С. 10–11.

34. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. LaTeX-орієнтовані системи підготовки наукових текстів. Міжн. наук. Інтернет-конф. «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (вип. 35)». 36. тез доп.: вип. 35, м. Тернопіль, 5 лют. 2019 р. Тернопіль. 2019. С. 6–8.

35. Петухін Д. О., Великодний С. С., Козловська В. П. Застосування методів реляційної алгебри для задачі автоматизованого складання розкладу занять. Information Control Systems and Technologies: VII International scientific-practical conference: materials, Odessa, Ukraine, 17 – 18 sep. 2018. Odessa: «Astroprint», 2018. P. 80–83.

36. Тимофєєва О. С., Великодний С. С., Зайцева-Великодна С. С. Метод розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу програмних систем. Матеріали II-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук, Одеса, Україна, 26 – 28 лип. 2018. С. 18–19.

37. Великодний С. С., Зайцева-Великодна С. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу програмних систем. Матеріали II-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук, Одеса, Україна, 26 – 28 лип. 2018. С. 15–17.

38. Великодний С. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу програмних систем. Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук: III Міжн. наук.-практ. конф., 6 – 8 черв. 2018 р. Одеса, 2018. С. 80–83.

39. Tymofieieva O., Velykodniy S., Zaitseva-Velykodna S. Method of calculating project evaluation indicators for the implementation of software system reengineering. Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук: III Міжн. наук.-практ. конф., 6 – 8 черв. 2018 р. Одеса, 2018. С. 68–71.

40. Velykodniy S., Tymofieieva O. Reengineering Models of Linguistic Providing Software Systems. *Advances in Quantum Systems in Chemistry, Physics and Mathematics*, Ser.: Progress in Applied Mathematics and Quantum Optics, Eds. A. Glushkov, O. Khetselius, V. Buyadzhi. Kharkiv: FOP Panov, 2017. P. 385–388.

41. Великодний С. С., Тимофєєва О. С., Нямцу К. Є. Парадигма подання лінгвістичного забезпечення за допомогою формальних граматик. *Information Control Systems and Technologies: VI International scientific-practical conference: materials*, Odessa, Ukraine, 20 – 22 sep. 2017. Одеса: «ВидавІнформ НУ «ОМА», 2017. С. 266–268.

42. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Спосіб мультилінгвістичного перекладу програмного забезпечення SCADA-систем. *Матеріали І-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук*, Одеса, Україна, 20 – 23 лип. 2017. С. 7–8.

43. Великодний С. С., Сирчин Д. О. Аналітика та рефакторинг інтерфейсів CRM-систем *Dynamical system modeling and stability investigation: XVIII International Conference: Abstract of Conf. Reports*, Kyiv, Ukraine, 24 – 26 may 2017. Київ, ДП Інформ.-аналіт. агентство, 2017. С. 194.

44. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу видів забезпечення програмних систем. *Dynamical system modeling and stability investigation: XVIII International Conference: Abstract of Conf. Reports*, Kyiv, Ukraine, 24 – 26 may 2017. Київ: ДП Інформ.-аналіт. агентство. 2017. С. 195.

45. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Порівняльний огляд європейської та вітчизняної наукової діяльності у галузі інформаційних технологій. *Управління якістю підготовки фахівців: зб. тез доп. Всеукр. наук.-мет. конф.*, 21 – 22 лют. 2017 р. Одеса, 2017. С. 9–10.

46. Великодний С. С., Тимофєєва О. С. Базові методи реінжинірингу програмних компонентів. *V International scientific-practical conference “Information Control Systems and Technologies”*: materials ICST-Odessa, 20 – 22 sep. 2016. Odessa, 2016. С. 293–295.

47. Сырчин Д. А., Великодный С. С. Методы лингвистического транслирования языковых конструкций. *Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук: Всеукр. наук-практ. конф.*, 20 – 22 квіт. 2016 р. Одеса, 2016. С. 100–101.

48. Великодный С. С. Модели и методы интерполяции сложных геометрических контуров для систем автоматизированного проектирования формообразования деталей. *Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук: Всеукр. наук-практ. конф.*, 20 – 22 квіт. 2016 р. Одеса, 2016. С. 32–33.

49. Великодний С. С. Модель реінжинірингу програмного забезпечення SCADA-систем, що застосовуються на транспорті. *Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті: наук. праці міжнар. наук-практ. конф. до 85-річ. ХНАДУ*, 15–16 жов. 2015 р. Харків, 2015. С. 104–105.

50. Великодний С. С. Реінжиніринг систем моніторингу та дистанційного управління судновими енергетичними установками. *Матер. XXII міжн. конф. з авт. управл. «Автоматика 2015»*, 10–11 вер. 2015, Одеса, 2015. С. 133–134.

51. Великодний С. С., Тимофєєва О. С., Онищенко С. М. Моделювання інформаційного сполучення компонентів SCADA-систем. XII International Conference “Strategy of Quality in Industry and Education”: proceedings, 30 May – 2 June 2016, Varna, Bulgaria. С. 511–518.

52. Орлов В. В., Великодний С. С., Бережной К. Ю. Информационная технология совершенствования судовых систем приёма внешних звуковых сигналов. Современные информационные и электронные технологии: труды XVI междун. науч.-практ. конф., 25–29 мая 2015 г. Одесса, 2015. С. 107–108.

53. Великодний С. С. Методологічні засади реінжинірингу SCADA-систем. Матер. конф. молод. вчених ОДЕКУ, 11 – 15 трав. 2015 р. Одеса, 2015. С. 95–97.

54. Великодний С. С. Специализированные САПР для моделирования и исследования судовых компьютерных сетей. Энергетика судна: Експлуатація та ремонт: матер. наук.-техн. конф., 26 – 28 бер. 2014 р. Ч. 2. Одеса, 2014. С. 116–117.

55. Великодний С. С., Сырчин Д. А. Способы лингвистического транслирования языковых конструкций. International scientific-practical conference “Information Control Systems and Technologies”: materials ICST-Odessa, 8 – 10 oct. 2013. Odessa, 2013. Р. 318–321.

56. Великодний С. С. Особенности реинжиниринга программного обеспечения открытых САПР. IX International Conference “Strategy of Quality in Industry and Education”: proceedings. Vol. 1, Varna, Bulgaria, 31 May – 7 June 2013. Dnipropetrovsk-Varna, 2013. Р. 304–307.

57. Великодний С. С. Передумови реінжинірингу систем автоматизованого проектування. Математичне моделювання та інформаційні технології: тези доп. XI Всеукр. наук.-техн. конф., 21 – 23 лист. 2012 р. Одеса, 2012. С. 23.

58. Великодний С. С. Методологія зворотного проектування програмного забезпечення САПР. Информационные технологии и автоматизация – 2012: тез. докл. V Всеукр. науч.-практ. конф., 10 – 11 окт. 2012 г. Одесса, 2012. С. 10–11.

59. Великодний С. С. Технично-економічний аналіз впровадження системи автоматизованого виробництва. Математичне моделювання та інформаційні технології: тези доп. X Всеукр. наук.-техн. конф., 23 – 25 лист. 2011 р. Одеса, 2011. С. 24–25.

60. Невлюдов І. Ш., Великодний С. С., Фомовська О. В. Побудова годографів Михайлова за допомогою пакета «MathCAD». XX International conference “New leading technologies in machine building”: collect. of the scient. papers, Rybachie, 3 – 8 sept. 2010. Kharkov, 2010. Р. 13.

61. Невлюдов И. Ш., Великодний С. С. Фомовская Е. В. Моделирование электромеханической части манипулятора промышленного робота. XX International conference “New leading technologies in machine building”: collect. of the scient. papers, Rybachie, 3 – 8 sept. 2010. Kharkov, 2010. Р. 13.

62. Лалашкова А. И., Великодний С. С. Выбор технологии организации связи для рационального функционирования производственной сети. Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке: матер. XIV Межд. молод. форума 18 – 20 мар. 2010 г. Ч. 1. Харьков, 2010. С. 370.

Наукові та навчально-методичні праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

63. Великодний С. С. Модели и методы интерполяции сложных геометрических контуров для систем автоматизированного проектирования формообразования деталей. Монографія. Харків: ФОП Панов А.Н., 2017. 232 с.
64. Великодний С. С. Модели и методы интерполяции сложных геометрических контуров. Для систем автоматизированного проектирования формообразования деталей. Монография. 2-е изд. Эрфурт: LAMBERT Academic Publishing, 2019. 236 с.
65. Великодний С. С. Реінжиніринг програмних систем та продуктів. Управління ІТ-проектами. Монографія. Нордерштедт: LAMBERT Academic Publishing, 2019. 160 с.
66. Великодний С. С. Спосіб виявлення прихованого кабелю між поверхнями. Патент на кор. мод. № 119764, зар. в Держ. реєстрі пат. України на кор. мод. 10.10.2017 р. 8 с.
67. Великодний С. С. Спосіб розмітки під отвори. Патент на кор. мод. №109897, зар. в Держ. реєстрі пат. України на кор. мод. 12.09.2016 р. 10 с.
68. Великодний С. С. Спосіб мультилінгвістичного перекодування компонентів систем автоматизованого проектування (Спосіб МЛП КСАП). Свід. про реєстр. авт. пр. на тв. № 48350; заявл. у Держ. службу інт. власн. 17.01.2013, заява № 48624; зареєстр. 18.03.2013. 16 с.
69. Великодний С. С. Імітаційне моделювання. Навчальний посібник. Одеська державна академія холоду. Одеса: Вид. центр ОДАХ, 2011. 188 с.
70. Великодний С. С. Дипломне проектування. Організація, вимоги щодо структури та оформлення пояснювальної записки, порядок захисту. Посібник для виконання дипломної роботи спеціаліста студентами денної та заочної форм навч. спец. 7.05010102 «Інформаційні технології проектування». Одеська державна академія холоду. Одеса: Вид. центр ОДАХ, 2011. 36 с.
71. Glushkov O. V., Velykodniy S. S., Buyadzhi V. V. Methodical instructions for laboratory work on discipline. "Mathematical Methods of Operations Research". Odessa: Odessa State Environmental University, 2016. 24 p.
72. Глушков О. В., Великодний С. С., Буяджи В. В. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів і виконання контрольної роботи з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій». Одеса: ОДЕКУ, 2016. 21 с.
73. Великодний С. С., Онищенко С. М. Математичні методи дослідження операцій. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2015. 96 с.

АНОТАЦІЯ

Великодний С. С. Моделі та методи проактивного управління проектами з розвитку програмних систем та продуктів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Одеський національний політехнічний університет, Одеса, 2020.

Дисертація розв'язує наукову проблему формування нових моделей та розробки нових методів проактивного управління проектами з розвитку життєвого циклу програмних продуктів. Отримані результати забезпечують закладання методологічних основ проактивного управління проектами з реінжинірингу програмних систем. Запропоновано методи проактивного управління проектами розвитку наскрізного проектування програмних систем. Розроблено моделі проактивного управління розвитком лінгвістичного та інформаційного забезпечення проектів. Запропоновано моделі проактивного управління розвитком поведінкової та структурної частин проектів з реінжинірингу програмних систем. Удосконалено метод розрахунку показників проекту за проектними точками Карнера. Сформовані ідеалізовані моделі управління процесом оцінки проекту реінжинірингу. Розроблено метод представлення оцінки проекту з реінжинірингу програмних систем. Підтверджено практичне використання запропонованих моделей та методів у вигляді низки впроваджень для вирішення реальних задач.

Ключові слова: управління проектами, проактивний розвиток, життєвий цикл, програмна система, програмний продукт, модель управління, метод управління, реінжиніринг, комплексна оцінка проекту.

АННОТАЦИЯ

Великодный С. С. Модели и методы проактивного управления проектами по развитию программных систем и продуктов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.22 – управление проектами и программами. – Одесский национальный политехнический университет, Одесса, 2020.

Диссертация решает научную проблему формирования новых моделей и разработки новых методов проактивного управления проектами по развитию жизненного цикла программных продуктов. Полученные результаты обеспечивают формирование методологических основ проактивного управления проектами реинжиниринга программных систем. Предложены методы проактивного управления проектами развития сквозного проектирования программных систем. Разработаны модели проактивного управления развитием лингвистического и информационного обеспечения проектов. Предложены модели проактивного управления развитием поведенческой и структурной частей проектов реинжиниринга программных систем. Усовершенствован метод расчета показателей проекта с помощью проектных точек Карнера. Сформированы идеализированные модели управления процессом оценки проекта реинжиниринга. Разработан метод представления оценки проекта реинжиниринга программных систем. Подтверждено практическое использование предложенных моделей и методов в виде ряда внедрений для решения реальных задач.

Ключевые слова: управление проектами, проактивное развитие, жизненный цикл, программная система, программный продукт, модель управления, метод управления, реинжиниринг, комплексная оценка проекта.

SUMMARY

Velykodniy S. S. Models and Methods of Proactive Project Management for Development of Software Systems and Products. – Manuscript.

Thesis for scientific degree of Doctor of Technical Sciences in specialty: 05.13.22 – Project and Program Management. – Odessa National Polytechnic University, Odessa, 2020.

The dissertation research solves the scientific problem of formation of new models and design of new methods of proactive project management in the development of software product lifecycle, which provide the laying of methodological bases of proactive project management for software systems reengineering, which makes it possible to work with multilevel software systems using complex project assessment tools. As a result of the analysis of project management methodologies for creating open, free and commercial software products, it was found that the proactive development of software systems, unlike the reactive ones, is a huge scientific and technical problem, and its implementation requires considerable investment, since it is necessary to manage the project with prejudice.

Systematization of leading project management methodologies has been further developed, it has been expanded by forming the concept of a proactive project management for the development of the life cycle of software systems and products, which makes it possible to determine the feasibility of a targeted re-engineering program at the project assessment stage. Reengineering projects are managed through a set of tools, including through the utilization of reuse components and CASE-systems. According to forecasts, the utilization of reuse components can reduce the cost of the software system 4 times compared to a new development.

Methods of the proactive project management of the software systems through design development have been formalized, they differ in the system transformation paradigm formation, making it possible to integrate software products into updated design complexes.

Models of the proactive management of projects linguistic and information support development have been formed with the help of dynamic environment of generative grammars, making it possible to get rid of dead-end chains when translating from one programming language to another. The results achieved, from a scientific point of view, will become the basis for the methodology of proactive management of projects for the development of software systems and products, and from the practical point of view they will help system programmers who are involved in the design and processing of software systems and products, as well as system architects who work with multilingual add-ons of software systems that are already in operation for several years and are evolving over time and improving in the process of use.

Models for proactive management of the development of behavioral and structural parts of software systems reengineering projects have been improved, which are characterized by introduction of updated structures of unified diagram models, making it possible to maintain positive properties of relations between design classes, components and entities of software systems, regardless of the programming language.

The method of calculating project indicators by Karner project points has been improved, which is characterized by the introduction of additions and extensions to the processes of software system reengineering, which makes it possible to reduce the estimation error of the projected cost of the project implementation by 17 – 19%, compared with the Karner method. Setting coefficients and selecting constants are based on the Jacobson method and verified by statistics of the most similar projects. After analyzing the completed project and

examining the performance report, the available factors can be adjusted accurately to estimate the time required to complete the reengineering project. Subsequently, this data can be used as a baseline trajectory for the project lifecycle.

Idealized models for managing the process of re-engineering project evaluation have been developed, which differ in the introduction of resource and time constraints on the project implementation, which makes it possible to increase accuracy estimation of the project cost for the software systems re-design. The proposed idealized project management models for software systems re-engineering represent evolutionary spirals constructed in the cylindrical coordinate system. Experimental studies of the spiral idealized reengineering project management model based on 7 completed projects have shown cost forecasts with a maximum error of 30%. The average value of the relative error is 19%.

The method for presenting the software systems reengineering project assessment has been developed, characterized by the use of the design coefficients tool, making it possible to manage the qualitative changes in the of the re-design graphical models configuration in the form of corresponding hodographs of the software systems re-engineering projects. The maximum value of the relative error of software systems re-engineering project assessment does not exceed 16% by the method of design coefficients according to the data of 12 completed projects. The average value of the relative error is 8%. The results have been checked in A. Mickiewicz Branch of the Union of Poles in Ukraine, Odessa; the economic indicator of implementation in the form of assessment of the cost of each individual stage of the project to improve the software systems did not differ from the actual one more than 7%.

Practically oriented results of complex experimental researches on proactive project management for software systems development have been generalized and recommendations for elaborating software products system architecture, intended for development, have been formed. The software-methodological complex of projects re-engineering planning management has been developed for use by the project management team as part of the project management office. The reduction in time spent when designing network schedules was recorded within: $16\% \div 24\%$; during the transformation of works into events and vice versa: $87\% \div 96\%$. Application of the program-methodical complex of network planning management of the re-engineering project, as a component of information technology for the organization of creation and promotion of the advertising product, has reduced: the process of drawing up a network schedule by 22% compared to its preparation before the application of the program-methodical complex; the process for calculating the time that is embedded in the baseline trajectory of the project lifecycle by 17%; the process of analyzing the effectiveness of an advertising product to decide on its further re-engineering and applying specific development and promotion methods by 8%.

The proposed models and methods, as well as the program and methodological complex of proactive project management for the development of software systems and products, were introduced into the research work and educational process at: Odessa State Ecological University, National University "Odessa Maritime Academy" and O. S. Popov Odessa National Academy of Communications, which is confirmed by the relevant acts.

Keywords: project management, proactive development, life cycle, open project, software system, software product, project architecture, management model, management method, re-engineering, complex project assessment, type of support, system transformation, project coefficient, software and methodological complex.

Підписано до друку 13.02.2020.

Формат 60x90/16. Спосіб друку – лазерний друк.
Умов. друк. аркушів – 1,89. Тираж – 100 примірників.
Замовлення №18/02-06. Ціна – договірна.

Віддруковано: навчально-науковий видавничо-поліграфічний центр
«Точка Оперативного Друку» (ФОП «Барабаш Микита Геннадійович»);
65045, м. Одеса, вул. Троїцька, 54;
тел. (38063) 933-42-00
