

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Іванов Віктор Володимирович

УДК 519.68

**МОДЕЛІ ТА ЕВРИСТИЧНІ МЕТОДИ
УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЗВОРОТНОГО ІНЖИНІРИНГУ**

Спеціальність 05.13.22 – управління проектами та програмами

АВТОРЕФЕРАТ
на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Одеса 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському національному політехнічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Дащенко Олександр Федорович директор інституту машинобудування Одеського національного політехнічного університету.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, Бушуєва Наталія Сергіївна, Київський національний університет будівництва та архітектури, професор кафедри управління проектами;

доктор технічних наук, професор, Шахов Анатолій Валентинович, проректор Одеського національного морського університету;

доктор технічних наук, професор, доктор технічних наук, професор, Вартанян Василь Михайлович, Харківський національний аерокосмічний університет ім.М.Є. Жуковського "ХАІ", завідувач кафедри маркетингу

Захист відбудеться 31 травня 2016 р. о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01 в Одеському національному морському університеті за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського національного морського університету за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

Автореферат розісланий "30" квітня 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент

_____ О.В. Акімова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. У сучасних важких, для вітчизняної економіки, умовах особливо актуальним є питання імпортозаміщення. Через російську агресію зв'язки з багатьма підприємствами суміжниками перервані, а кращі західні аналоги коштують дуже дорого. Специфікою портфеля замовлень інжинірингових компаній є проекти із відтворення конструкції, технічних характеристик та технічної документації за наявними зразками виробів. Відтворення конструкції і технічних характеристик є передумовою розслідування аварій та визначення фінансової відповідальності фірми постачальника обладнання і фірми, яка його експлуатує. Більш детальне дослідження технічних характеристик окремих агрегатів або вузлів потрібно при необхідності їх заміни через пошук інших виробників. Найчастіше завданням інжинірингової компанії є повне відтворення технічної документації виробу з метою його подальшого виробництва в Україні, при цьому не йдеться лише про копіювання. Розроблена конструкція може мати обмежену функціональність для здешевлення або, навпаки, мати покращені характеристики через запровадження оригінальних конструктивних рішень.

Загальновідомим є науково-технічний напрям зворотного інжинірингу з метою відтворення 3-D моделей деталей на базі існуючих деталей, перш за все це праці VineshRaja, Kiran J. Fernandes, В.Л. Добросюка, В.Ю. Клименко, А.И.Грабченко. Реальні завдання з імпортозаміщення вимагають набагато ширшого розуміння поняття зворотного інжинірингу і створення теоретичних засад з управління даним типом проектів. У роботах українських вчених В.О.Вайсмана, В. Д. Гогунського, Г. О. Оборського, С. В. Руденко, А. В. Усова, А.В.Шахова основна увага приділяється методологічному та метрологічному забезпеченню зворотного інжинірингу. Питанням розробки та застосування евристичних методів в управлінні проектами присвячено роботи С.Д.Бушуєва, Г.Я.Буша, Н. С. Бушуєвої, В. М. Заєнчика, J. ChristopherJones, Alex F. Osborn, EdwardMatchett, ChristopherAlexander.

Замість чисельних колективів проектувальників, із усталеними для великих підприємств формами організації процесу проектування, працюють невеличкі колективи інжинірингових компаній. Ефективність роботи таких колективів обумовлюється досконалістю форм управління проектами, яка може бути досягнута при використанні сучасних інформаційних технологій, а також підбором команд проекту, з урахуванням компетентності та психотипу членів цих команд.

Зазвичай спостерігається часткова або повна відсутність відповідної документації для обладнання виробленого іноземними фірмами, тому спочатку потрібно встановити: за якими стандартами виготовлено виріб. Інформація про стандарти, уніфіковані або стандартні агрегати і вузли, а також стандартні деталі та елементи деталей зосереджена у програмних комплексах

CAD/CAM/CAE. Отже актуальним є визначення місця цих засобів в процесах планування та виконання.

Розв'язання проблеми відтворення конструкції та технічних характеристик виробу неможливе без використання евристичних методів, які широко застосовуються в управлінні проектами. Можна стверджувати, що здійснення процесів планування неможливе без їх використання. В той же час, відомості про типи евристичних методів, їх структуру та межі використання ще не достатньо систематизовані. При зворотному інжинірингу евристичні методи використовуються, як в управлінні проектами, так і в операційній діяльності, спрямованій на відтворення та розробку проектної документації. Доцільним є також певна систематизація і уніфікація евристичних методів, яка використовується в управлінні проектами та операційній діяльності.

Складність завдань при відтворення конструкції, технічних характеристик та технічної документації вимагають розробки нових ефективних методів організації управління проектами зворотного інжинірингу, які характеризуються:

- складністю відтворюваних виробів;
- складною структурою взаємозв'язків потоків проектної інформації;
- високим рівнем невизначеності при розв'язанні задач, які передбачають застосування евристичних методів;
- істотними обмеженнями щодо терміну прийняття рішень;
- обмеженням кількості членів проектної команди;
- наявністю агрегатів, вузлів, деталей та елементів деталей, виконаних за різними стандартами;
- частковою або повною відсутністю документації;
- неможливістю розв'язання задачі без використання сучасних програмних комплексів CAD/CAM/CAE.

Аналіз показав, що розв'язання задач зворотного інжинірингу слабо структуроване, частково формалізоване й, в основному, базується на досвіді. Комплексне використання евристичних методів, сучасних інформаційних технологій та формалізація моделей управління проектами зворотного інжинірингу дозволить уникнути грубих помилок на початкових етапах планування і прийняття нерациональних рішень під час процесу виконання. Існуючі методи не дозволяють створити адекватні моделі проектів зворотного інжинірингу, щодо відтворення не тільки форм поверхні деталей, а й конструкції та технічних параметрів виробу в цілому. Перелічені обставини обумовлюють актуальність розробки евристичних методів та моделей зворотного інжинірингу для всіх груп процесів управління проектом і, в першу чергу, для груп процесів планування і виконання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Наукові результати дисертаційної роботи отримані при виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт Одеського національного політехнічного університету:

— д/б НДР № 0107U0112266 «Розробка та визначення кінематичних і динамічних параметрів технічних систем»,

— д/б НДР № 0106U013175 «Розробка методів проектування машин і механізмів високого технічного рівня».

— д/б НДР № 0111U006767 «Наукові обґрунтування визначення динамічних, міцностних та якісних параметрів технічного рівня механічних систем».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення цінності наявного технічного виробу шляхом реалізації проекту з трансформації його в виріб з іншими функціями або конструкцією через евристичний аналіз технічного стану і відтворення конструкції, технічних параметрів, технічної документації існуючого виробу, та побудову моделей процесів виконання зворотного інжинірингу на базі інтеграції евристичних методів з програмними комплексами проектування, при урахуванні психотипів членів команди проекту.

Задачі, що вирішуються в дисертаційній роботі:

- провести аналіз наукової проблеми, порівняльний огляд існуючих підходів і методів управління проектами зворотного інжинірингу;
- виконати класифікацію і структурування евристичних методів та прийомів, які використовуються в управлінні проектами;
- розробити евристичні методи управління проектами зворотного інжинірингу;
- розробити моделі проектів для різних типів зворотного інжинірингу;
- розробити рекомендації щодо формування складу команди проекту з урахуванням психологічних особливостей членів команди проекту.
- запровадити результати дослідження в практику проектів з відтворення технічних виробів.

Об'єкт дослідження– процеси управління проектами зворотного інжинірингу в галузі машинобудування.

Предмет дослідження – моделі та евристичні методи управління проектами зворотного інжинірингу

Методи досліджень. *Евристичні методи* – для пошуку рішень та оцінювання властивостей проектів при недостатності вхідної інформації; *методи аналізу психотипів*, які використовуються для підбору та функціонування команди проекту; *системний аналіз* – для встановлення структурних зв'язків між елементами досліджуваного виробу; *методи теорії ймовірності* – при моделюванні ризиків проекту; *комп'ютерні інформаційні технології* – при реалізації процесу виконання та операційній діяльності; *методи проектування* технічних виробів – при розробці моделей процесів виконання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше розроблена модель проекту зворотного інжинірингу;
- набула подальшого розвитку класифікація та термінологія проектів зворотного інжинірингу;

— вперше розроблені моделі процесів виконання для трьох типів проектів зворотного інжинірингу: концептуального, агрегатного і повного, які визначають склад команди проекту з урахуванням компетентності її членів, необхідне метрологічне обладнання, програмне забезпечення, умови використання узагальнених евристичних методів;

— набула подальшого розвитку модель прийняття рішень на базі застосування евристичних методів, з урахуванням психотипів члени команди проекту відповідно до типології Майєрс-Бріггс;

— вперше розроблені евроритми для процесів виконання концептуального, агрегатного і повного зворотного інжинірингу, які у згорнутому вигляді містять специфікацію методів, прийомів та процедур, що послідовно мають бути застосовані при розв'язанні питань організації управління проектами зворотного інжинірингу;

— набула подальшого розвитку класифікація та термінологія евристичних методів, сформульовані: *аксіома* – евристичний метод повинен містити хоча б один евристичний прийом та обґрунтована *теорема* – якщо два евристичних метода містять однакові евристичні прийоми і відрізняються лише процедурами, то це модифікації одного методу;

— на підставі сформульованих аксіоми і теореми, розглянуто структуру евристичних методів та вперше розроблено переліки евристичних прийомів, які складають евристичні методи управління проектами зворотного інжинірингу;

— вперше розроблено узагальнений метод активізації творчої діяльності, який містить евристичні прийоми, що застосовуються у певній послідовності: колективне обговорення; розмежування висунення ідей та їх критики за часом; використання випадкових асоціацій; використання чотирьох типів аналогії; складання матриці; використання експертних оцінок;

— вперше розроблено узагальнений метод дослідження структури проблеми, який включає евристичні прийоми, що застосовуються в певній послідовності: виділення елементів; встановлення взаємозв'язків між елементами; визначення входів і виходів системи; виявлення взаємозалежних і незалежних груп елементів; використання графа або матриці;

— вперше розроблено узагальнений метод оцінки варіантів конструктивного рішення, який включає в себе евристичні прийоми, що застосовуються у такій послідовності: визначення функції і якості кожного елемента; виявлення елементів, якими проектувальник може варіювати, і незмінних елементів; підготовка списку завдань, яким повинні відповідати проектні рішення; розподілення завдань за ступенем вагомості; надання числових значень кожному поєднанню елементів, оцінка ступеня відповідності проектного рішення щодо завдання.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені моделі та евристичні методи зворотного інжинірингу, які дозволяють скоротити терміни проектів зворотного інжинірингу, знайти нові патентоспроможні рішення та підвищити показники технічного рівня відтворених виробів.

Модель концептуального зворотного інжинірингу, використовувалася у рамках дослідження причин руйнувань гвинтокермових колонок моделі US155 виробництва компанії Rolls-Royce, встановлених на судах проекту 005RSD03, побудованих на підприємстві «ОнежскийСудостроительный завод». Результати, отримані за допомогою узагальнених евристичних методів, використані для розробки регламенту безпечної експлуатації суден.

Результати, отримані за допомогою повного зворотного інжинірингу, дозволили розробити конструкцію великогабаритного зубчастого колеса, яке встановлено в автоматичній лінії з гранулювання добрив підприємства «Трансінвестсервіс».

За допомогою повного зворотного інжинірингу, проведена модернізація редукторів фірми «Bredford», що використовуються на вантажному комплексі підприємства «Трансінвестсервіс».

За допомогою агрегатного зворотного інжинірингу, розроблена нова конструкція вузла перекачування шестеренного насосу. Випробовування насосів, проведене на Кіровоградському ВАТ «Гідросила», показало працездатність нової конструкції та більшу, ніж в насосів виготовлених серійно, подачу.

Узагальнені евристичні методи, увійшли до робочої навчальної програми курсу «Машинознавство» Металургійного факультету «ХимикоТехнологичен и МеталургиченУниверситет» м. Софія Болгарія.

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, які містяться в дисертації, отримані здобувачем самостійно і, в основному, викладені в роботах, що опубліковані одноосібно [2, 3, 5, 8, 16, 18, 23-25, 28, 34, 35, 37, 47-49, 51-53, 55, 56]. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору належить: у роботах [1] – три параграфи з чотирьох в першому розділі і три параграфи з чотирьох в другому розділі; [6, 43-46, 50, 54, 57]– розробка математичної моделі; [9, 10, 11, 41, 42]– розробка математичної моделі та аналіз результатів досліджень [7, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 30, 36, 38-40]– постановка задачі, розробка математичної моделі і методів розв'язання; [12, 13]– моделі процесів виконання для трьох класів проектів зворотного інжинірингу; [4, 14]– постановка задачі та аналіз результатів досліджень; [58] – розділи перший, другий і третій; [59] – розділи перший, другий і третій; [60] – розділ четвертий; [31-33] –формулювання відмінних ознак винаходу.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях: XV JUPITER konferencija. – 1989, Cavtat, Yugoslavija; 2ndInternationalConference «Researchanddevelopmentinmechanicalindustry» RADMI – 2002 – VrnjachkaBanja, Yugoslavija; 3rdInternationalConference «Researchanddevelopmentinmechanicalindustry» RADMI – 2002, HercegNovi, SerbiaandMontenegro; The 3rdInternational DAAAM Symposium. «Intelligentmanufacturing&Automation». – 2004, Vienna, Austria; 29 nauconstrucnogskupazamedunarodnimucescem – HIPNEF – 2004, Niš, Serbia; Първаконференция с международноучастие «Машинознание и машински

елементи» – 2004, София, Болгария; Втора конференция с международноучастие «Машинознание и машински елементи» – 2005, София, Болгария; Trans&Motauto'05, – 2005, VelikoTarnovo, Bulgaria; II Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании». – 2006, Варна, Болгария; III Международная конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – 2007, Варна, Болгария; IV Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – 2008, The 3rd International conference «Power Transmissions 2009». – 2009, Kallithea, Greece; Варна, Болгария; V Международная конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании». – 2009, Варна, Болгария; The International Conference Mechanical Engineering in XXI Century PROCEEDINGS – 2010, Niš, Serbia; Актуальные задачи машиноведения, деталей машин и триботехники: Труды международной научно-технической конференции – 2010, г. Санкт-Петербург, Россия; Десятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові – 2011, Львів; 2013 Asian Pacific conference on chemical, Material and Metallurgical Engineering. – 2013, Peking, China; X Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 6 - 13 июня 2014 г., Варна. Болгария; XI Міжнародна конференція «Управління проектами у розвитку суспільства» Тема: Розвиток компетентності організації в управлінні проектами програмами та портфелями проектів» м. Київ 23-24 травня. – Київ. – 2014; VI Міжнародна науково-практична конференція «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій». Буковель 10-13 лютого. – 2015; III Міжнародна наукова – практична конференція «Актуальні проблеми вищої професійної освіти» м. Київ 19 березня. – Київ. – 2015; Друга міжнародна науково-практична конференція «Управління розвитком технологій» м. Київ 21-23 травня. – Київ. – 2015; XII Міжнародна науково-практична конференція “Управління проектами у розвитку суспільства” Тема: «Компетентносте управління проектами розвитку в умовах нестабільного оточення» м. Київ 22-23 травня – Київ. – 2015; Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації: Всеукраїнська наукова конференція Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара 4-5 грудня 2015 р. – Дніпропетровськ – 2015.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 60 наукових праць: 26 статей у фахових виданнях за переліком ВАК України; 1 стаття у іноземному виданні; 3 навчальні посібники у співавторстві; 1 монографія у співавторстві та 2 монографії одноосібні, відповідно до вимог ДАК; 24 матеріали конференцій, з них 8 закордонні; 3 авторські свідоцтва на винаходи.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 258 найменувань і 3 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 436 сторінки, включаючи 76 ілюстрації, 82 таблиць, список використаних джерел на 25 сторінках і додатків на 46 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** розкрито сутність і стан наукової проблеми та обґрунтовано актуальність розглянутої теми, сформульовано мету, основні задачі дослідження та шляхи їх вирішення.

Перший розділ присвячений аналізу об'єкта дослідження, а також критичному огляду існуючих методів і прийомів, обладнання та програмного забезпечення, яке використовується для зворотного інжинірингу.

Проект зворотного інжинірингу це комплекс науково-дослідницьких, проектувальних, економічних і організаційних заходів мета якого – підвищення цінності наявного технічного виробу – може бути конкретизована лише на базі евристичного аналізу його фактичного стану. Даний проект є різновидом інноваційного проекту, але на відміну від нього конкретна мета проекту з початку не відома і визначається на базі аналізу фактичного стану виробу. Такий аналіз потребує висококваліфікованої команди, яка має бути сформована вже на початку проекту.

Специфіку проектів даного типу найбільш наочно можна представити у якості трифазної моделі: ідентифікація, трансформація, проектування – виготовлення. Фаза ідентифікації складається зі стадій: аналіз фактичного стану та розшифрування.

Розшифрування передбачає аналіз конструкції, встановлення агрегатів і вузлів, що її складають, визначення технічних параметрів та повне відтворення технічної документації наявного виробу. Поряд з метрологічними дослідженнями, розшифрування параметрів виробу спирається на програмні комплекси CAD/CAM/CAE, які містять модулі з бібліотеками уніфікованих вузлів, стандартних деталей та стандартних елементів деталей. Проаналізовано можливості використання при зворотному інжинірингу програмних комплексів MechSOFT, MechanicalDesktop, Pro-Engineer, SolidWorks, T-FLEX.

У фазі трансформації відбувається конкретизація мети на базі евристичних методів. В залежності від складності завдання може бути одна стадія побудована на використанні одного евристичного методу. Якщо послідовно використовується декілька евристичних методів то кількість стадій співпадає з кількістю застосованих методів.

В моделі проекту зворотного інжинірингу показано наявний технічний виріб у вигляді метелика (Рис.1). У першій фазі на стадії аналізу фактичного стану встановлюється, що пошкоджені крила. Окрім того проводиться розшифрування і встановлюються характеристики метелика. На стадії аналізу фактичного стану потрібна команда, що складається з висококваліфікованих спеціалістів, які мають досвід наукових досліджень при чому ми не можемо сказати в якій саме царині вони мають бути фахівцями. Через те, що невідомо який кінцевий продукт проекту. Можливо це фахівці з метеликів, а те що знадобляться фахівці з гусениць спочатку проекту невідомо. Єдина загальна вимога до членів команди проекту, яку ми можемо сформулювати – володіння евристичними методами.

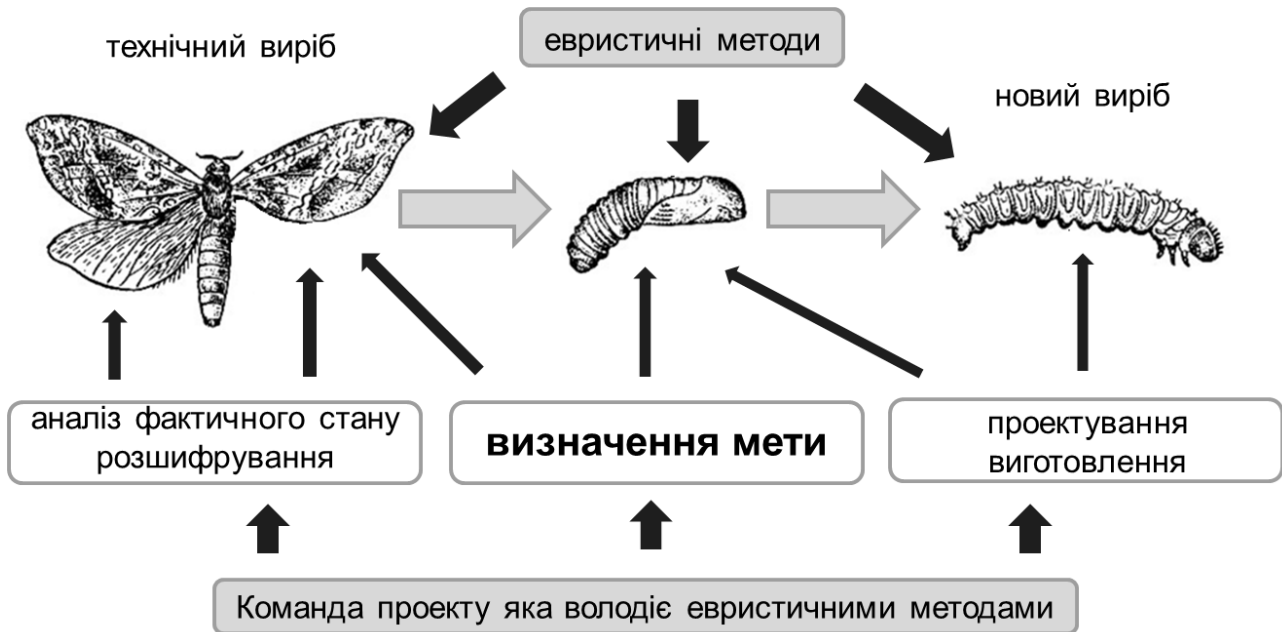


Рис. 1. Модель проекту зворотного інжинірингу

Мета проекту підвищення цінності метелика. Найпростіший шлях – ремонт, може бути економічно недоцільним, через моральну застарілість виробу, високу ціну ремонту тощо. Тоді постає питання яким чином можна використати наявний технічний виріб. Розв’язання цього питання можливе суто шляхом евристичного аналізу. У фазі трансформації яка представлена у вигляді лялечки формується ідея – на що можна перетворити метелика, щоб використати наявну конструкцію, вузли та прилади (див. Рис. 1). Після того як, на базі застосування евристичних методів мета проекту конкретизована – перетворити метелика у гусеницю – переходять до третьої фази. Яка тотожна проектам з розробки проектної документації та включає стадії: технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект і виготовлення нового виробу.

У порівнянні з загальновідомою моделлю однофазного проекту за стандартом РМВОК у проекті зворотного інжинірингу додаються дві фази – ідентифікація та трансформація (Рис.2).

Аналіз моделі проекту зворотного інжинірингу дозволив встановити наступні особливості з управління знань:

- При управлінні термінами проектів зворотного інжинірингу спочатку модель розкладу може бути впорядкована тільки для перших двох фаз проекту.
- Вартість проекту має бути меншою ніж вартість технічного виробу який можна придбати взамін наявного.
- Детальні вимоги до продукту не можна встановити спочатку. Тому, що не вирішено, який продукт є кінцевою метою проекту. Цінність нового виробу має бути більшою ніж залишкова вартість наявного виробу.

- Вимоги до якості можуть бути повністю сформовані лише після виконання другої фази проекту.
- Формування команди проекту відбувається на початку проекту. Вона складається з висококваліфікованих спеціалістів з різних галузей, які мають досвід наукових досліджень і володіють евристичними методами.

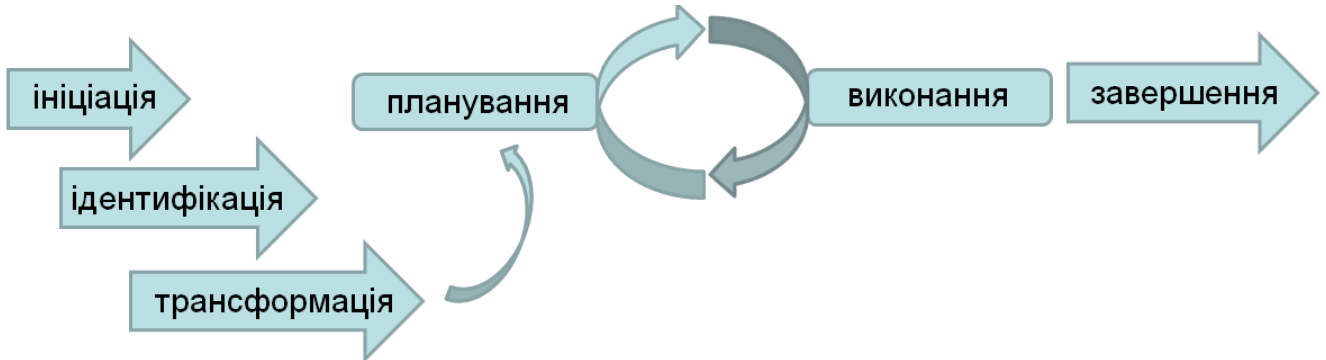


Рис. 2. Модель проекту зворотного інжинірингу

Евристичні методи застосовуються в усіх областях знань управління проектами. Управління змістом даних проектів взагалі неможливо без використання евристичних методів. Евристичні методи і команда проекту здатна їх використовувати це необхідні умови будь якого проекту зворотного інжинірингу

Другий розділ присвячено питанням класифікації евристичних методів і прийомів та розробці узагальнених евристичних методів. Проведений аналіз показав, що відсутня єдина термінологія і понятійний апарат для задач, які розв'язуються в управлінні проектами. У науково-технічній літературі описуються десятки евристичних методів, а деякі автори, навіть, вважають, що кількість методів доходить до сотні. Для обґрунтування того, які з описаних методів є насправді евристичними, і для створення наукової класифікації евристичних методів нами запропонована аксіоматична база евристики, з урахуванням специфіки задач зворотного інжинірингу, яка складається з означень, аксіоми і теореми.

Означення основних термінів:

метод це шлях вирішення конкретної задачі, який включає сукупність прийомів і процедур;

евристика – сукупність методів інтенсифікації і організації розумової діяльності;

евристичний метод – сукупність евристичних прийомів і процедур, що дозволяє інтенсифікувати та організувати розумову діяльність;

евристичний прийом – процедура, що містить операцію, яка потребує участь людини.

Сформульована аксіома і обґрунтована теорема.

Аксіома. Евристичний метод має містити хоча б один евристичний прийом.

Теорема. Якщо два евристичних методи містять одні й ті ж самі

евристичні прийоми і відрізняються лише процедурами, то це модифікації одного й того ж самого методу.

За допомогою створеної аксіоматичної бази вирішена проблеми щодо виокремлення оригінальних евристичних методів з їх численних модифікацій. Всі відомі методи розбиті на три групи: активізації творчої діяльності, дослідження структури проблеми, оцінки варіантів рішення. Класифікація методів базується на аналізі їх структури. Для цього з кожного методу виділені евристичні прийоми, які в ньому використовуються.

Найбільш відомим з методів активізації творчої діяльності є метод мозкового штурму. У науково-технічній літературі зустрічаються також методи мозкової атаки, прямого мозкового штурму, подвійного мозкового штурму, електронного мозкового штурму, масового мозкового та індивідуального мозкового штурму.

Аналіз методу мозкового штурму дозволив виокремити евристичні прийоми, які є загальними для всіх його численних модифікацій і відкинути рекомендації та вказівки, які не вносять істотних змін у його реалізацію. Вважаємо, що метод мозкового штурму можна звести до трьох евристичних прийомів, які повністю відображають сутність методу: колективне обговорення; рознесення висунення ідей та їхньої критики за часом; використання експертних оцінок.

На основі аксіоматичної бази та аналізу структури, описаних у літературі, методів активізації творчої діяльності, нами відібрано дванадцять оригінальних методів: мозковий штурм, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковості та асоціацій, синектика, метод вільних асоціацій, аналогія, емпатія, перемикання стратегії, морфологічний аналіз, метод фокус-груп, семінари за участю модератора, метод складання інтелект-карт. Серед представлених виявлені методи «багаті» за змістом, які містять кілька евристичних прийомів, і методи, у яких використовується лише один евристичний прийом (Табл. 1).

Враховуючи, що кількість евристичних прийомів, які використовуються в усіх методах активізації творчої діяльності невелика, доцільно рекомендувати застосування виокремлених шести прийомів в одному методі. Такий підхід дозволив сформулювати **узагальнений метод активізації творчої діяльності**, який включає в себе евристичні прийоми, які застосовуються в певній послідовності:

- колективне обговорення;
- рознесеність в часі висунення ідей та критики;
- використання випадкових асоціацій;
- використання чотирьох типів аналогії;
- складання матриці;
- використання експертних оцінок.

До методів дослідження структури проблеми нами віднесені такі: матриця взаємодії, мережа взаємодії, матричні діаграми, потокові графи SFG, аналіз взаємопов'язаних областей розв'язання (AIDA), метод організованих

стратегій, проектування нововведень шляхом зміщення кордонів, визначення компонентів (за Александером), системотехніка та проектування систем «людина-машина» (Табл. 2).

Таблиця 1

Методи і прийоми активізації творчої діяльності

Назва методу	Назва прийому	Колективне обговорення	Рознесення висунення ідей та їхньої критики за часом	Використання випадкових асоціацій	Використання чотирьох типів аналогії	Використання експертних оцінок	Складання матриці
Мозковий штурм		+	+			+	
Метод фокальних об'єктів				+			
Метод гірлянд випадковостей і асоціацій				+	+		+
Синектика		+			+	+	
Метод вільних асоціацій			+	+			
Аналогія					+		
Емпатія					+		
Перемикання стратегії				+			
Морфологічний аналіз						+	+
Метод фокус-груп		+					
Семінари за участю модератора		+					
Метод складання інтелект-карт			+				

Аналіз методів, які ми віднесли до групи дослідження структури проблеми, показав, що у більшості з них першим евристичним прийомом є поділ системи на елементи. Евристичний прийом встановлення взаємозв'язків між елементами є наступним кроком. Для встановлення взаємозв'язків застосовують графи або матриці.

На базі виокремлених евристичних прийомів сформульований **узагальнений метод дослідження структури проблеми**, який містить шість прийомів, які мають бути застосовані у певній послідовності:

- виділення елементів;
- встановлення взаємозв'язків між елементами;
- визначення входів і виходів системи;
- виявлення взаємозалежних і незалежних груп елементів;
- використання графа;
- використання матриці.

До методів оцінки варіантів рішення нами віднесені: функціонально-вартісний аналіз; контрольні переліки якості, метрики якості, контрольні карти, ранжування і зважування, індекс надійності (за Квіркком), упорядкований пошук, фундаментальний метод проектування Метчетта (Табл. 3).

Таблиця 2.

Методи і прийоми дослідження структури проблеми

Назва методу \ Назва прийому	Виділення елементів	Встановлення взаємозв'язків між елементами	Виявлення взаємозалежних і незалежних груп елементів	Визначення входів і виходів системи	Використання графу	Використання матриці
Матриця взаємодії	+	+				+
Мережа взаємодії	+	+			+	
Матричні діаграми	+	+				+
Метод потокових графів SFG	+	+		+	+	
Аналіз взаємопов'язаних областей рішення (AIDA)	+		+			+
Метод організованих стратегій		+	+			
Проектування нововведень шляхом зміщення кордонів	+	+	+			
Визначення компонентів (за Александером)	+		+			+
Системотехніка	+		+	+		
Проектування систем «людина- машина»	+		+	+		

На основі аналізу цих методів виявлені характерні для даної групи методів прийоми і сформований **узагальнений метод оцінки варіантів конструктивного рішення**, який включає евристичні прийоми у такій послідовності:

- визначення функції і якості кожного елемента;
- виявлення елементів, якими проектувальник може варіювати, і незмінних елементів;
- підготовка переліку завдань, контрольних питань, яким повинні відповідати проектні рішення;
- розподіл завдань за ступенем переваги, призначення кожній задачі коефіцієнту вагомості;
- надання чисельних значень (рангу, вагового коефіцієнту, вартості, ймовірності відмов тощо) кожному з поєднань елементів;

- оцінка ступеня, у відповідності з яким проектне рішення відповідає завданню.

Таблиця 3.

Методи і прийоми оцінки варіантів конструктивного рішення

Назва методу	Назва прийому	Визначення функції і якості кожного елементу	Підготовка переліку завдань, контрольних питань, яким повинні відповідати проектні рішення	Розподіл завдань за ступенем переваги, призначення кожній задачі коефіцієнту вагомості	Оцінка ступеня, за яким проектне рішення відповідає завданню	Виявлення елементів, якими проєктувальник може варіювати і незмінні елементи	Надання чисельних значень (ранг, ваговий коефіцієнт, вартість) кожному з поєднань елементів
Функціонально-вартісний аналіз		+					+
Контрольні переліки якості			+		+		
Метрики якості			+		+		
Контрольні карти		+			+		+
Ранжування і зважування		+		+	+		
Індекс надійності (за Квірком)		+	+		+		+
Упорядкований пошук		+			+	+	+
Фундаментальний метод проєктування Метчетта		+			+	+	+

Розроблені узагальнені евристичні методи дозволяють замінити всі інші методи, що використовуються в управлінні проектами зворотного інжинірингу. Надані рекомендації щодо застосування розроблених евристичних методів для всіх груп процесів і галузей знань управління проектом. У таблиці 4 прийняті наступні скорочення: активізації творчої діяльності (АТД); дослідження структури проблеми (ДСП); оцінки варіантів рішення (ОВР), навчання евристичним методам (НЕМ).

Третій розділ присвячено встановленню оптимальних ролей в процесі використання евристичних методів для членів команди проекту, а також оптимальному механізму їх взаємодії в процесі вирішення завдань з використанням евристичних методів. Командна роль є описом моделі поведінки, яка сприяє взаємодії членів команди для досягнення поставленої мети. Існують різні типології командних ролей. В управлінні проектами найбільш поширеною є класи-

фікація командних ролей по Р. Белбіну. Особливості роботи в команді є основою класифікації, запропонованою П.Мучінські. Відома також типологія MTR-і, яка використовується, в основному, для опису відносин у виробничому колективі. Українські дослідники Л.М.Карамушка і О.А. Філь класифікували типові командні ролі сфери освіти.

Таблиця 4

Групи процесів та групи евристичних методів

Галузь знань	Групи процесів управління проектом								
	Управління змістом	Управління термінами	Управління якістю	Управління ризиками	Управління вартістю	Управління інтеграцією	Управління закупками	Управління комунікаціями	Управління персоналом
Група процесів ініціації	АТД					АТД			
Група процесів планування	АТД	АТД ДСП	АТД ДСП ОВР	АТД ДСП	ДСП ОВР				
Група процесів виконання							ДСП ОВР	НЕМ	НЕМ
Група процесів моніторингу і управління			ОВР	ОВР					
Група процесів завершення			ОВР						

У психології загальноприйнятою є типологія К. Юнга і його послідовників. Так, А. Аугустинавичюте запропонувала свою оригінальну модифікацію типології К.Юнга, що отримала назву «соціоніка». Найбільш широко використовується в менеджменті типологія Майєрс-Бріггс. Психотип, відповідно до типологією Майєрс-Бріггс, відображає психологічні особливості людини, в меншій мірі залежні від зовнішніх обставин і досвіду, а більшою мірою – від вроджених особливостей нервової системи. З точки зору спонтанного вираження ідей, притаманного евристичному аналізу, важливі саме вроджені здібності людини. Розглянуто зв'язок психотипу індивіда, відповідно до тестом Майєрс-Бріггс, і природної, оптимальної роллю при використанні евристичних методів,

на прикладі методу мозкового штурму, як загальновідомого, а також запропонованого нами «узагальненого методу активізації творчої діяльності». Необхідно відзначити, що результати, отримані для психотипів по типології Майерс-Бріггс, можуть бути, певною мірою, використані для класифікацій Р. Белбіна і MTR-і.

Розглянута взаємодія членів команди проекту різних психотипів при вирішенні завдань методом мозкового штурму. На першому етапі в процесі колективного обговорення повинні брати участь психотипи ENTP, ENFP, ENTJ, ENFJ, INTJ, ESTJ, ESTP (Табл. 5).

Таблиця 5.

**Оптимальна роль членів команди проекту –
представників певних психотипів в процесі мозкового штурму**

Роль членів команди Психотип	Колективне обговорення	Висування ідей	Критика, вибір рішення	Модератор	Доведення
ENTP	+	+	+		
ENFP	+	+			+
ENTJ	+	+	+	+	
ENFJ	+	+			
INTP		+	+		
INFP		+			
INTJ	+	+	+		
INFJ		+			
ESFP	+				
ESFJ	+				
ISTJ					+
ISFJ					+
ISTP			+		+
ISFP			+		
ESTJ	+		+	+	+
ESTP	+			+	

Вони висувають ідеї, обговорюють їх. Психотипи ESFP і ESFJ доцільно залучити до обговорення для створення творчої атмосфери. Психотипи INTP, INFP, INFJ можуть висувати ідеї, але колективне обговорення може бути для них перешкодою. Для даних психотипів більш відповідним є індивідуальний, письмовий мозковий штурм, мозковий штурм з використанням електронної пошти та ін. Психотипи ESTJ, ESTP не часто висувають власні ідеї, однак можуть підхопити і розвинути ідеї інших членів команди проекту. Ідеї, які згодом були відібрані для реалізації, висувають, в основному, психотипи ENTP, ENFP, ENTJ, ENFJ, INTP, INFP, INTJ, INFJ. У разі мозкового штурму індивідуального, письмового, з використанням електронної пошти доцільно залучати тільки даних членів команди. У процесі відбору ідей доцільна участь психотипів ENTP, ENTJ, INTP, INTJ, ISTP, ISFP, ESTJ. Природно, що члени команди, які брали

участь у висуванні ідей, не повинні брати участь у їх відборі. Втім, можливі й винятки з цього правила при команді з чотирьох і менш членів. Необхідно відзначити, що при малому числі членів команди проекту існує ієрархія переваг використання членів команди в певній ролі. Так екстравертні типи ENTP, ENTJ, доцільніше використовувати при висуванні ідей, а інтровертів INTP, INTJ при відборі ідей. Після попереднього етапу відбору ідей доцільно залучити членів команди ISTJ і ISFJ, які можуть детально проаналізувати недоліки ідей і перешкоди на шляху їх реалізації. Крім того ISTJ – хороші кандидатури для підготовки та фіксації результатів мозкового штурму. Найкращими модераторами дискусії є психотипи ENTJ, ESTJ, ESTP. У команді з кількох людей модератором доцільно призначити ESTP, так як ENTJ і ESTJ можуть виконувати й інші ролі. ENTJ може брати участь у висуванні ідей, а ESTJ – в їх відборі.

Члени команди проекту, що працюють в інжинірингових компаніях, як правило, мають схильність до даного виду діяльності. Про це опосередковано свідчать результати дослідження психотипів студентів технічних університетів США і Канади. Аналіз наведених даних показує, що схильністю до технічної творчості володіють студенти з конструктом Т – мислення (до даного типу належать сім з восьми розглянутих психотипів; не увійшов до цього числа лише психотип ESTP, мабуть, через нехтування деталями і невміння довести почате до кінця). Єдиний представник конструкту F (почуття) – психотип ENFP – перфекціоніст, що важливо для остаточного доведення інженерної розробки. Загальна кількість студентів – представників зазначених вище психотипів 76,6%, отже, інші психотипи також складають вагомую частину контингенту. Однак, можна припустити, що кар'єру в інжинірингових компаніях зроблять саме представники розглянутих психотипів.

Опосередковано про розподіл психотипів працівників інжинірингових компаній свідчать також дані по ІТ компаніям. Більшість професійних програмістів належить до двох психотипів – INTJ і ISTJ (42%). Далі, за поширеністю, психотипи INTP і ENTP. Поєднання NTP, дозволяє віднести цю категорію до управлінців, мабуть, це керівники окремих проектів або підрозділів.

Результати аналізу літературних джерел наочно представлені у вигляді діаграми когнітивних функцій співробітників інжинірингових організацій (Рис.3). На цій діаграмі психотипи, домінуючі в інжинірингових компаніях даються на білому фоні, причому розмір шрифту аббревіатури психотипу відповідає частці співробітників – представників психотипу.

Розглянуто взаємодію членів команди проекту при використанні *«узагальненого методу активізації творчої діяльності»*. На початковому етапі необхідним є генерування варіантів рішень. Для цього використаний евристичний прийом *«колективне обговорення»*. Мета обговорення - виявлення двох класів ознак виробу. У цьому випадку евристичний прийом *«колективне обговорення»* включає наступні операції: формулювання мети і обмежень; формування складу учасників за чисельністю і психотипу, вибір модератора і розподіл ролей серед інших учасників; генерація ідей з відбору двох класів ознак.

За евристичним прийомом, що генерує варіанти рішення повинні слідувати евристичні прийоми, що відсікають варіанти вирішення. Такими прийомами є «разнесенность в часі висунення ідей та їх критики» і «експертні оцінки». Прийом «разнесенность в часі висунення ідей та їх критики» дозволяє зменшити кількість варіантів, а прийом «експертні оцінки» дозволяє вибрати один варіант і остаточно сформулювати два класи ознак, що характеризують даний тип виробу (Рис. 4).

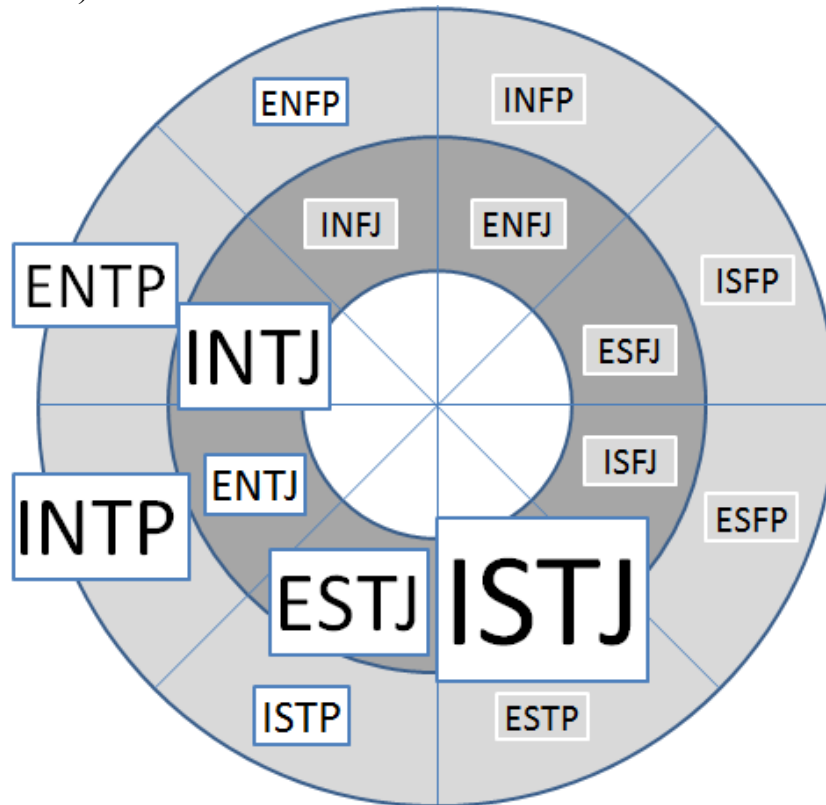


Рис. 3. Діаграма когнітивних функцій співробітників інжинірингових організацій

За прийомами, які відсікають варіанти вирішення, повинні слідувати прийоми, що розширюють межі пошуку. Це прийоми «вільні асоціації» і «аналогія». Вважаємо, що метою застосування даних прийомів є змістовне наповнення виявлених двох класів ознак. Так, ефективна аналогія ознак проєктованого виробу з існуючими, призначеними для виконання схожих функцій, а прийом «вільні асоціації» передбачає розгляд раніше неіснуючих ознак, а також фантастичних властивостей або вузлів. Доцільно сформувати перелік одного класу ознак за допомогою прийому аналогії, а другого класу – за допомогою прийому вільних асоціацій. Остаточний відбір набору варіюваних ознак здійснюють з повторним використанням прийому експертних оцінок. У процесі виконання евристичного прийому колективне обговорення над формулюванням мети і обмежень працюють потенційні «модератори» ENTJ, ESTJ і «критики» ISTP, INTP, INTJ. Далі вибирають модератора і виділяють в команді проєкту групу колективного обговорення від трьох до дев'яти осіб (ENTJ, ESTJ, ENTP, ENFP, INTJ). Проводиться колективне обговорення за вибором двох класів ознак. До групи критиків включають від трьох до п'яти чоловік (ESTJ, ENTP, ENTJ, ISTP,

INTP, INTJ). Частина групи колективного обговорення обов'язково повинна входити в число групи критиків, однак серед критиків необхідно мати кілька членів команди проекту, які не брали участь в обговоренні.

Остаточне рішення щодо вибору двох класів ознак, приймають «експерти», в першу чергу, це представники психотипів ISTJ і ENFP, а також ENTJ, ESTJ. Запропоновані ідеї знову проходять відбір за допомогою методу «експертні оцінки», який реалізують, в першу чергу, члени команди з психотипом ISTJ, а також ENFP і ESTJ, яким властиво стратегічне бачення проблеми. При пошуку нових рішень ефективний прийом використання матриць. Наприклад, складають матрицю, стовпці якої – властивості виробу, а рядки – вузли. Складання матриці доцільно доручити ISTJ і INTP.

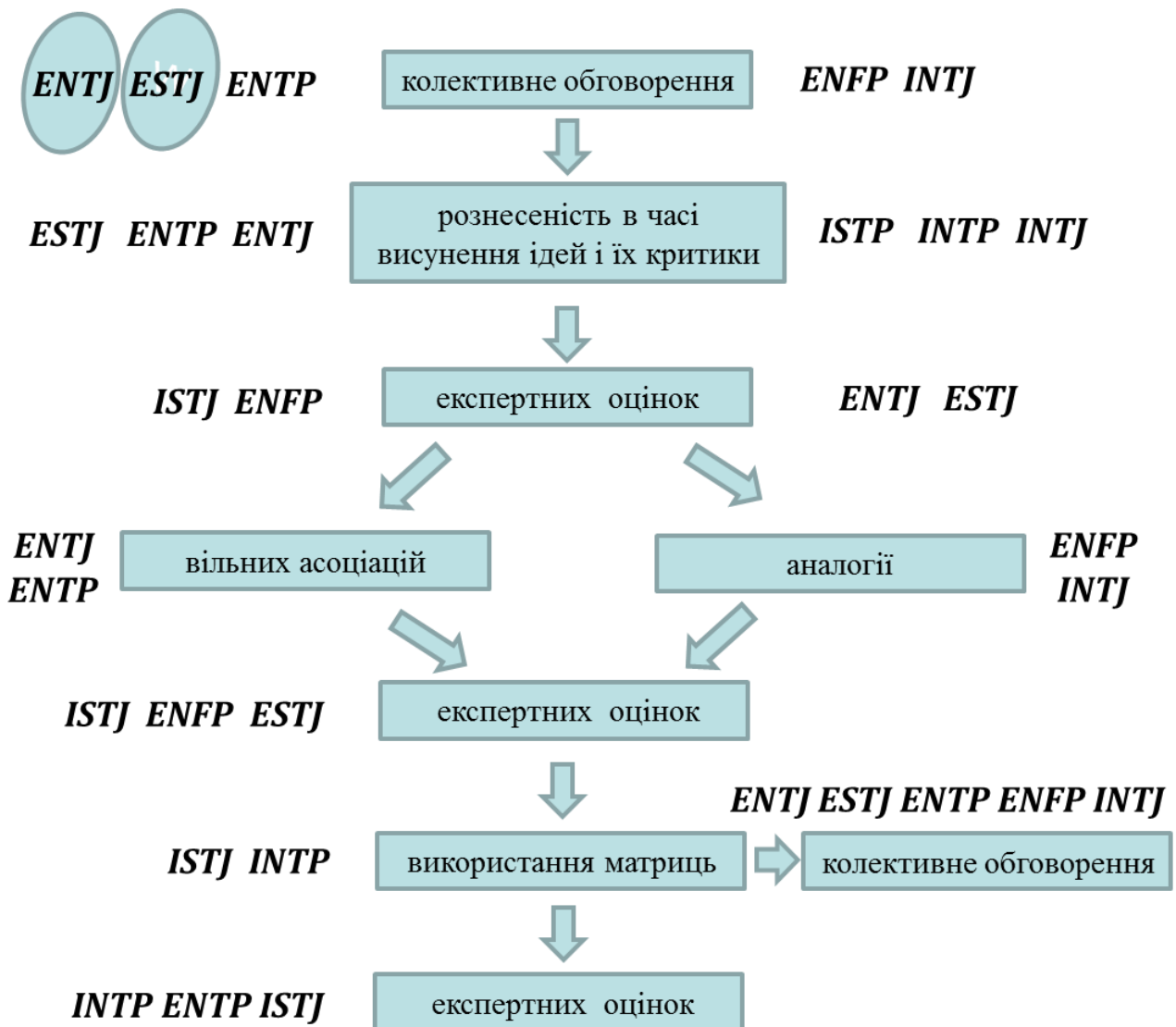


Рис. 4. Модель прийняття рішень на базі застосування евристичного методу, з урахуванням психотипів члени команди проекту

Для аналізу можливих поєднань двох типів ознак знову використовують прийом «колективне обговорення», в якому можуть брати участь усі члени команди проекту. Всі відібрані поєднання розбиваються на чотири види: існуючі

реалізовані рішення для даного типу завдань; не реалізуються, з урахуванням різних факторів; існуючі рішення, але не реалізовані; рішення, які в принципі можливі, але для реалізації, яких необхідно вирішення завдань переважаючих по складності безпосередньо завдання, вирішуване даною командою проекту.

Для подальшого розгляду відбирають поєднання третьої групи, а до сполученням четвертої групи повертаються, якщо опрацювання варіантів на основі третьої групи не дала позитивний результат. Реалізація поєднань третьої групи не завжди є очевидною і для отримання рішень, в окремих випадках знову може бути використаний прийом аналогії. Поєднання, для яких вдалося отримати рішення, порівнюють, і відбір остаточного рішення проводять з використанням прийому експертних оцінок. Аналіз сполучень двох видів ознак доцільно доручити INTP і ENTP, що володіють хорошим логічним мисленням, а також фахівцю, який «доводить проект» ISTJ.

Четвертий розділ присвячено розробці моделей управління проектами зворотного інжинірингу, які включають методики використання необхідного програмного забезпечення та метрологічного обладнання, узагальнені евристичні методи управління проектом, а також модель прийняття рішень, з урахуванням психотипів члени команди проекту.

Запропоновано розділити завдання зворотного інжинірингу на три типи: **концептуальні, агрегатні і повні**. Завдання концептуального типу полягають у встановленні причин виходу виробів з ладу (розслідування аварій). Завдання агрегатного типу спрямовані на повне розшифрування параметрів виробу, їх виконання дозволяє встановити агрегати і вузли, що входять у даний виріб. Виконання завдань цього типу містить аналіз можливостей щодо придбання вузлів, які вийшли з ладу у виробника, або заміни їх продукцією іншого виробника, у тому числі вітчизняного. Завдання повного зворотного інжинірингу передбачають розшифрування параметрів всіх вузлів і деталей, що входять у виріб. А також визначення матеріалу і розмірів деталей і, в кінцевому підсумку, виготовлення проектної документації, яка дозволяє організувати виробництво виробу з іншою конструкцією або функціями.

Концептуальний зворотний інжиніринг включає дві фази ідентифікації та трансформації. Фаза ідентифікації складається з стадій: аналіз фактичного стану та розшифрування. Обов'язковою умовою для членів команди проекту є володіння евристичними методами і досвід їх використання. Перед початком виконання фази трансформації члени команди мають опанувати узагальнені евристичні методи. Найбільш бажано мати в команді виконавців з психотипами ENTJ, ENTP, INTJ. У фазі трансформації на базі аналізу встановлених фактів знаходять причину виходу виробу з ладу. Фаза трансформації може бути побудована на використанні одного евристичного методу. Або складатися з двох стадій одна з яких побудована на використанні узагальненого методу активізації творчої діяльності; а друга узагальненого методу дослідження структури проблеми. Стадії складаються з процедур якими є евристичні прийоми.

Модель процесу виконання концептуального зворотного інжинірингу, для випадку, коли фаза трансформації має одну стадію побудовану на використанні *узагальненого методу дослідження структури проблеми*, представлена на рисунку 5.



Рис.5. Модель процесу виконання концептуального зворотного інжинірингу

Накопичена в процесі аналізу технічного стану інформація є першим кроком до формування переліку елементів, тобто виконання першого евристичного прийому – *«виділення елементів»*. Найчастіше в якості елементів розглядають пошкоджені елементи або найбільш пошкоджені елементи.

Фази аналіз фактичного стану та розшифрування складаються з однакових процедур, а саме: метрологічних вимірювань, дефектації, використання бібліотек уніфікованих вузлів, стандартних деталей та елементів деталей, розрахунків з використанням модулів САЕ.

Розташування і сполучення пошкоджених елементів в конструкції виробу, розрахункові схеми для визначення міцності пошкоджених деталей дають інформацію для виконання наступного евристичного прийому – *«встановлення взаємозв'язків між елементами»*. Це дає можливість формалізувати частину конструкції виробу, яка містить пошкоджені вузли і деталі у вигляді графа або матриці – евристичні прийоми *«використання*

графів», «використання матриць». Дана графова або матрична модель із залученням розрахункових залежностей, які описують міцність, жорсткість і інші критерії представляє собою математичну модель конструкції. Яка, із залученням розрахунків проведених з використанням модулів САЕ, трансформується в математичну модель пошкоджень деталей конструкції, що повинна дати відповідь на причини аварії.

Проектагратного зворотного інжинірингу також є двофазним. Зміст фази ідентифікації у випадку концептуального та агрегатного проектів співпадають. У фазі трансформації долучається, ще одна стадія – логістична, у якій вирішується яким чином подолати наслідки аварії.

У фазі трансформації узагальнений евристичний метод оцінки варіантів конструктивного рішення застосують двічі. Спочатку необхідно вирішити чи є технічна можливість ремонту даного виробу. З цією метою виконують евристичний прийом «визначити функцію і якість кожного елемента». «Якість», тобто ступінь пошкоджень визначається з використанням необхідного обладнання. Перелік контрольних питань (евристичний прийом - підготувати перелік завдань, контрольних питань яким повинні відповідати проектні рішення) в даному випадку виглядає таким чином: як часто доведеться надалі замінювати пошкоджені агрегати і вузли, чи є можливість проводити заміну персоналом компанії яка експлуатує виріб, чи є в Україні комплектуючі подібного роду, чи є обладнання і технології для організації виробництва. Далі необхідно виявити елементи, якими проектувальник може варіювати і незмінні елементи (п'ятий евристичний прийом методу). Наприклад, оригінальна лебідка може бути замінена лебідкою іншої конструкції, але з такими, ж характеристиками, а замінити пошкоджену головну передачу автомобіля необхідно такою самою, передачею (Рис. 6).

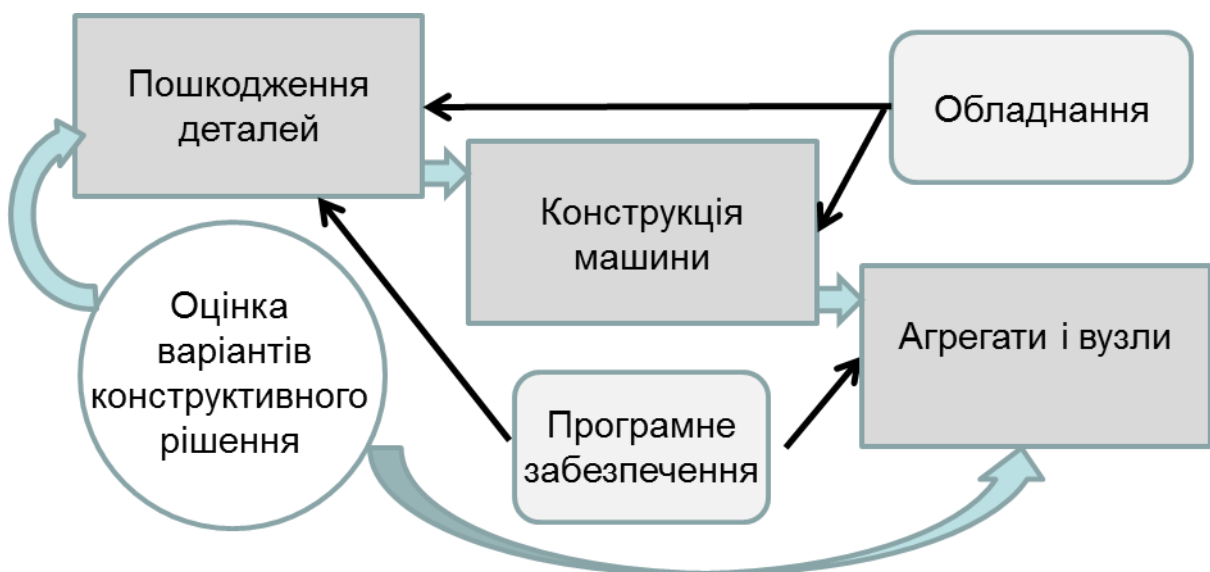


Рис. 6. Модель процесу виконання агрегатного зворотного інжинірингу

Найбільш бажано мати в команді виконавців з психотипами ENTJ,, INTJ, а для розрахунків та кінцевого оформлення рішення ISTJ.

Після того як необхідна інформація про конструкцію машини зібрана виконується процедура вибору варіантів заміни пошкоджених агрегатів і вузлів. Вони можуть бути замовлені компанії виробнику обладнання; уніфіковані і стандартні агрегати і вузли можуть бути куплені у сторонніх виробників; або спеціально виготовлятися. Рішення доцільно приймати з використанням *узагальненого евристичного методу оцінки варіантів конструктивного рішення*.

Повний зворотний інжиніринг поєднує в собі концептуальний і агрегатний зворотний інжиніринг тобто має фази ідентифікація та трансформація з тотожним змістом, а також включає фазу проектування – виготовлення. Так як масштаб і складність завдань, що стоять при повному зворотному інжинірингу більше, доцільно застосовувати у фазі трансформації послідовно *«Узагальнений метод активізації творчої діяльності»* та *«Узагальнений метод дослідження структури проблеми»* (Рис. 7).

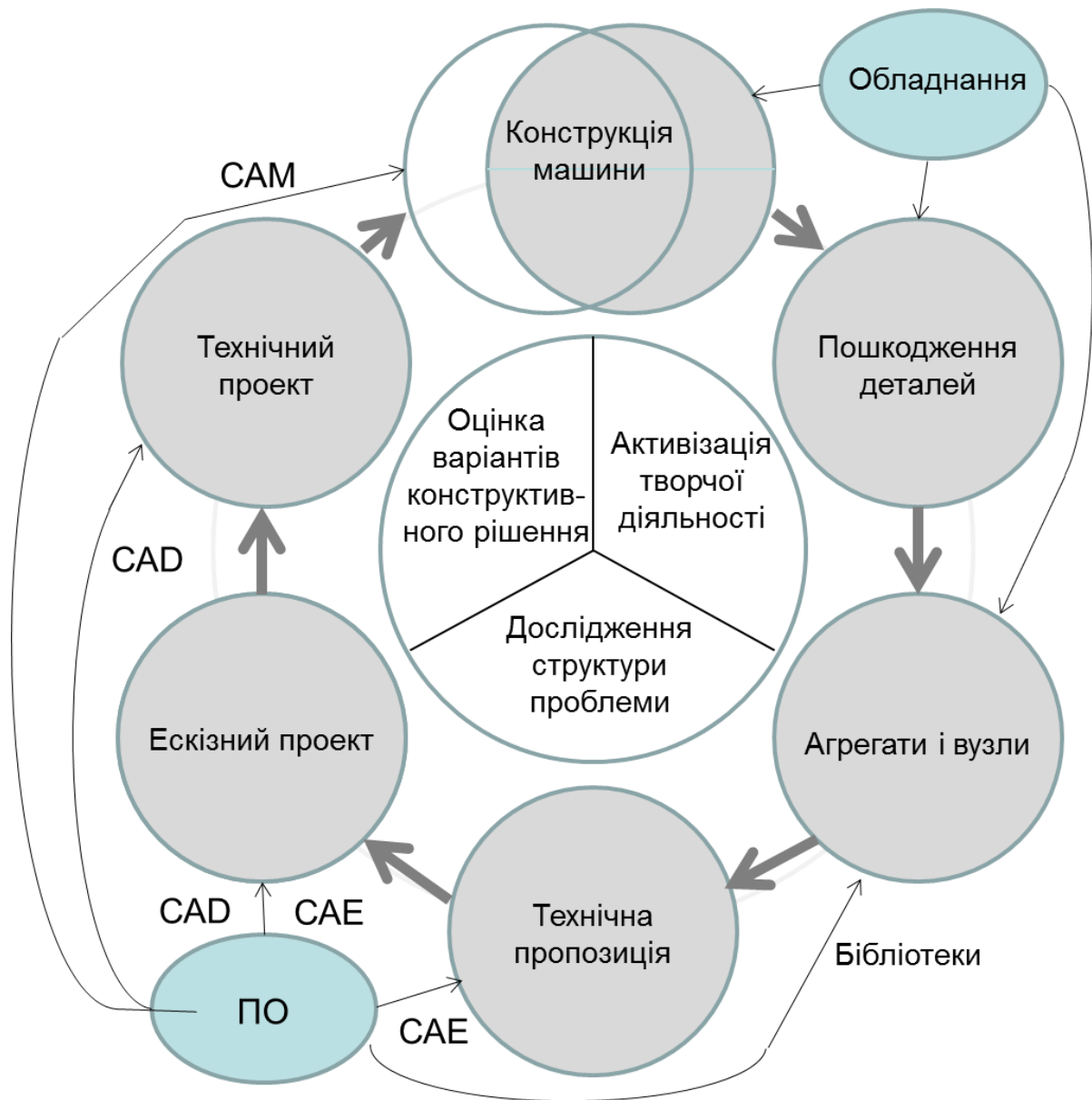


Рис. 7. Модель процесу виконання повного зворотного інжинірингу

Таким чином у фазі трансформації принаймні дві стадії, може також бути і третя стадія логістична, як і при інжинірингу агрегатного типу. Найбільш бажано мати в команді виконавців з психотипами ENTJ, INTJ у фазі трансформації оригінальні ідеї може запропонувати ENFP. При виконанні проектувальних робіт корисними є ISTJ та ESTJ.

Третя фаза проектування виробу включає стадії: технічна пропозиція, ескізний проект і технічний проект. Розробляють проектну документацію з використанням модулів CAD і технологічний процес з використанням модулів CAM. У третій фазі обов'язково застосовується «узагальнений метод оцінка варіантів рішення» але можливо застосування всіх трьох узагальнених евристичних методів.

Проекти зворотного інжинірингу є високо ризиковими. Проаналізовано фактори ризику фаз ідентифікації та трансформації, які є специфікою проектів зворотного інжинірингу та найбільше впливають на ризик проекту в цілому. По кожному з факторів ризику вказано: його *передбачуваність*, *чутливість* ризику проекту до кожного з факторів ризику та *час* виникнення (Табл. 6).

Таблиця 6

Фактори ризику проекту зворотному інжинірингу

ФАКТОРИ РИЗИКУ	Передбачуваність	Чутливість	Час
Негативного результату – технічний виріб пошкоджений з вини замовника	низька	середня	перша фаза
Неможливості відновити документацію	висока	середня	перша фаза
Неможливості встановити причину аварії	середня	висока	перша фаза
Неможливості знайти ідею	низька	висока	друга фаза
Помилкового вибору ідеї	середня	висока	друга фаза
Пошуки ідеї вийшли за встановлені терміни	висока	середня	друга фаза
Напрацьована ідея не може бути втілена, через свою вартість, технологічні обмеження	середня	середня	друга фаза
Недостатній рівень кадрового забезпечення	висока	висока	обидві фази
Неможливості забезпечити права власності на розробку	висока	низька	друга фаза
Недостатнього забезпечення проекту фінансуванням	висока	низька	обидві фази
Недосягнення технічних параметрів, що були заплановані заздалегідь	середня	середня	друга фаза

За допомогою матриці чутливості і передбачуваності виконано ранжування та встановлено, що в першу зону подальшого аналізу потрапили фактори: негативного результату – технічний виріб пошкоджений з вини замовника; неможливості встановити причину аварії; неможливості знайти ідею; помилкового вибору ідеї. До другої зони пильної уваги потрапили фактори: напрацьована ідея не може бути втілена, через свою вартість,

технологічні обмеження; недостатній рівень кадрового забезпечення; недосягнення технічних параметрів, що були заплановані заздалегідь.

До третьої зони найбільшого благополуччя потрапили фактори: неможливості відновити документацію; пошуки ідеї вийшли за встановлені терміни; неможливості забезпечити права власності на розробку; недостатнього забезпечення проекту фінансуванням.

З метою розрахунку ризиків проекту зворотного інжинірингу використаємо рівняння, що зв'язує економічні показники проекту

$$D - W = Q_N - (Z_1 + Z_2 + Z_3) - S_0,$$

W – ризик;

S_0 – залишкова вартість;

Z_1 – вартість робіт фази ідентифікації;

Z_2 – вартість робіт фази трансформації;

Z_3 – вартість робіт фази проектування та виготовлення;

Q_N – вартість нового технічного виробу;

D – прибуток.

Необхідно зазначити, що для проектів зворотного інжинірингу мають виконуватись умови:

$$(Z_1 + Z_2 + Z_3) \leq S_0 + Z_p,$$

$$(Z_1 + Z_2 + Z_3) \ll Z,$$

де Z_p – вартість ремонту, Z – вартість придбання нового виробу ідентичного наявному.

Розрахункове значення ступеня ризику

$$\alpha = W/D.$$

Загальний ризик проекту залежить від помилкових рішень по кожному з факторів ризику $W = W_1 + W_2 + \dots + W_i + \dots + W_n$.

При чому $W_i = \alpha_i D$, де D – втрати прибутку, α_i – ймовірності прийняття помилкових рішень.

Розрахункове значення ступеня ризику

$$\alpha = k_1 \alpha_1 + k_2 \alpha_2 + \dots + k_i \alpha_i + \dots + k_n \alpha_n,$$

де k_i – вагові коефіцієнти (D_i/D), що враховують вплив ризику кожного факторів на загальний ризик. З урахуванням рівнів інфляції i_1, i_2, \dots, i_n .

$$\alpha = k_1 \alpha_1 i_1 + k_2 \alpha_2 i_2 + \dots + k_i \alpha_i i_i + \dots + k_n \alpha_n i_n.$$

Фактори ризиків фаз ідентифікації та трансформації майже повністю визначаються ризиком творчого пошуку команди проекту – $\alpha \rightarrow \alpha_{мс.н.}$. Ймовірність знаходження вірного рішення (ЙЗВР) по завершенню фази трансформації $\beta = 1 - \alpha_{мс.н.}$.

$$\beta = k_1 \beta_1 + k_2 \beta_2 + \dots + k_i \beta_i + \dots + k_n \beta_n,$$

де β_i – ЙЗВР по кожному з факторів ризиків творчого пошуку команди проекту, які залежить в першу чергу від часу, який відведено на прийняття рішення. Розрахунок розподілення щільності ЙЗВР в залежності від розподілу

щільності ймовірностей кожного з факторів визначено з використанням методу Монте-Карло.

П'ятий розділ присвячено аналізу специфіки операційної діяльності процесу виконання проектів зворотного інжинірингу. Множина процедур які виконує команда проекту залежить від для наявного технічного виробу але існує інваріантна до об'єкта множина процедур, яке виконується завжди (Табл. 7).

При концептуальному зворотному інжинірингу доцільна наступна послідовність процедур: фотофіксація (P_{18}), макро- і мікроаналіз металів і сплавів (P_{19}), визначення твердості (P_{20}), випробування механічних властивостей матеріалів (P_{21}), віброакустичні вимірювання (P_{22}). Виявлені в процесі дефектації пошкоджені елементи дозволяють виконати евристичний прийом – *виділення елементів* (P_7). Необхідна детальна інформація про конструкцію пошкоджених елементів та деталей, що з ними з'єднані. Вимірюють міжосьові відстані (P_{23}), посадочні поверхні (P_{24}), а при необхідності робочі поверхні зубчастих коліс, шліців, кулачків та інших спеціальних профілів (P_{25}). Використовують бібліотеки стандартних деталей (P_{30}) та встановлюють стандарти, на основі яких спроектовано виріб (P_{38}), Використовують бібліотеки стандартних елементів деталей (P_{31}) та визначають стандартні вузли, деталі, елементи деталей (P_{39}). Використовують модулі САЕ що реалізують стандартні методики розрахунку деталей (P_{32}) та встановлюють розрахункові навантаження для вузлів і деталей (P_{40}). Розташування і сполучення пошкоджених елементів, а також використані розрахункові схеми дають можливість виконати наступну процедуру – *виявлення взаємопов'язаних і не залежних груп елементів* (P_9). Після вивчення конструкції виробу (P_{41}) встановлюють *входи і виходи системи* (P_{10}). Частина конструкції виробу, що містить пошкоджені вузли і деталі має бути формалізована у вигляді *графа* або *матриці* (P_{11}). Ця модель із залученням розрахункових залежностей перетворюється на математичну модель конструкції (P_{42}). На підставі створеної моделі роблять висновок про причину ушкоджень.

Таблиця 7.

**Інваріантна множина процедур
процесу виконання зворотного інжинірингу**

№	ЗМІСТ ПРОЦЕДУРИ	Позначення процедури
1	Колективне обговорення	P_1
2	Рознесеність в часі висунення ідей і їх критики	P_2
3	Використання випадкових асоціацій	P_3
4	Використання чотирьох типів аналогії	P_4
5	Складання матриці	P_5
6	Використання експертних оцінок	P_6
7	Виділення елементів	P_7
8	Встановлення взаємозв'язків між елементами	P_8
9	Виявлення взаємопов'язаних і не залежних груп елементів	P_9
10	Визначити входи і виходи системи	P_{10}

11	Використання моделей у вигляді матриць і графів	<i>P₁₁</i>
12	Визначити функцію і якість кожного елемента	<i>P₁₂</i>
13	Підготувати перелік завдань, контрольних питань яким повинні відповідати проектні рішення	<i>P₁₃</i>
14	Розподілити завдання по мірі переваги призначити кожній задачі коефіцієнт вагомості	<i>P₁₄</i>
15	Виявити елементи, якими проектувальник може варіювати і незмінні елементи	<i>P₁₅</i>
16	Присвоїти чисельні значення (ранг, ваговий коефіцієнт, вартість, оцінка) кожному з поєднань елементів	<i>P₁₆</i>
17	Оцінити ступінь, з якою проектне рішення відповідає завданню	<i>P₁₇</i>
18	Фотофіксація	<i>P₁₈</i>
19	Макро- і мікроаналіз металів і сплавів	<i>P₁₉</i>
20	Визначення твердості	<i>P₂₀</i>
21	Випробування механічних властивостей матеріалів	<i>P₂₁</i>
22	Віброакустичні вимірювання.	<i>P₂₂</i>
23	Вимірювання міжосьових відстаней корпусних деталей	<i>P₂₃</i>
24	Вимірювання посадочних поверхонь	<i>P₂₄</i>
25	Вимірювання зубчастих коліс, шліців, кулачків та інших спеціальних профілів.	<i>P₂₅</i>
26	Вимірювання складних поверхонь	<i>P₂₆</i>
27	Визначення твердості поверхонь	<i>P₂₇</i>
28	Випробування механічних властивостей матеріалів	<i>P₂₈</i>
29	Використання бібліотеки уніфікованих вузлів	<i>P₂₉</i>
30	Використання бібліотеки стандартних деталей	<i>P₃₀</i>
31	Використання бібліотеки стандартних елементів деталей	<i>P₃₁</i>
32	Використання модулів САЕ. Стандартні методики розрахунку деталей	<i>P₃₂</i>
33	Використання модулів САЕ з розрахунку динаміки	<i>P₃₃</i>
34	Використання модулів САЕ з розрахунку МСЕ	<i>P₃₄</i>
35	Створення 3-D моделі складних поверхонь	<i>P₃₅</i>
36	Проектування з використанням модулів CAD	<i>P₃₆</i>
37	Проектування з використанням модулів CAM.	<i>P₃₇</i>
38	Визначення стандартів відповідно, до яких виготовлено виріб	<i>P₃₈</i>
39	Визначення стандартних вузлів, деталей, елементів деталей	<i>P₃₉</i>
40	Встановлення розрахункових навантажень для вузлів і деталей	<i>P₄₀</i>
41	Вивчення конструкції виробу	<i>P₄₁</i>
42	Створення математичної моделі конструкції	<i>P₄₂</i>
43	Пошук і вибір аналогів	<i>P₄₃</i>
44	Використання принципу уніфікації і методів секціонування, базового агрегату, конвертування, компаундування, модифікування, параметричних рядів	<i>P₄₄</i>
45	Використання принципу стандартизації та принципу технологічності	<i>P₄₅</i>
46	Використання принципу оптимального підбору матеріалу і принципу місцевого якості	<i>P₄₆</i>

Певну послідовність дій прийнято звати алгоритмом. Однак дана послідовність не може бути реалізована у вигляді програми, тому що містить процедури – евристичні прийоми, що виконуються безпосередньо членами команди проекту. Тому точніше таку множину процедур назвати евристичним алгоритмом *S*.

Для урахування специфіки наявного технічного виробу дана інваріантна множина може бути об'єднана з додатковим множиною процедур S^* і створений спеціалізований евристичний метод $S_{special} = S \cup S^*$.

Евритм для процесу виконання концептуального зворотному інжинірингу, якщо друга фаза складається з однієї стадії, можливо представити у вигляді наступної послідовності процедур

$$S_{IK} - (P_{18}, P_{19}, P_{20}, P_{21}, P_{22}, P_7, P_{23}, P_{24}, P_{25}, P_{30}, P_{38}, P_{31}, P_{39}, P_{32}, P_{40}, P_9, P_{41}, P_{10}, P_{11}, P_{42}).$$

Ймовірність знаходження вірного рішення при концептуальному зворотному інжинірингу

$$\beta = k_{18}\beta_{18} + k_{19}\beta_{19} + k_{20}\beta_{20} + k_{21}\beta_{21} + k_{22}\beta_{22} + k_7\beta_7 + k_{23}\beta_{23} + k_{24}\beta_{24} + k_{25}\beta_{25} + k_{30}\beta_{30} + k_{38}\beta_{38} + k_{31}\beta_{31} + k_{39}\beta_{39} + k_{32}\beta_{32} + k_{40}\beta_{40} + k_9\beta_9 + k_{41}\beta_{41} + k_{10}\beta_{10} + k_{11}\beta_{11} + k_{42}\beta_{42}. \quad \text{Евро}$$

ритм для процесу виконання при агрегатному зворотному інжинірингу (ІА) виглядає наступним чином

$$S_{IA} - (P_{18}, P_{19}, P_{20}, P_{21}, P_{22}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{17}, P_{23}, P_{24}, P_{25}, P_{26}, P_{29}, P_{30}, P_{31}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{17}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}).$$

При для процесу виконання при повному зворотного інжинірингу (ІІ) евритм має наступний вигляд

$$S_{II} - (P_{18}, P_{19}, P_{20}, P_{21}, P_{22}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{17}, P_{23}, P_{24}, P_{25}, P_{26}, P_{29}, P_{30}, P_{31}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_{12}, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{17}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_{32}, P_{36}, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{32}, P_{33}, P_{34}, P_{42}, P_{36}, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_{35}, P_{36}, P_{37}).$$

Розділ шостий присвячено прикладам застосування моделей управління проектами зворотного інжинірингу та евристичних методів в машинобудуванні.

У зв'язку з аваріями, через вихід з ладу гвинто-кормових колонок (ГКК) фірми Rolls-Royce, на кількох судах Онезького суднобудівного заводу, виконаний проект зворотному інжинірингу. ГКК включає верхній конічний редуктор 1, вузол зубчастої муфти 2, нижній конічний редуктор 3 (Рис.8). До складу нижнього редуктору входять конічні шестерня А і колесо В, опорні вузли шестерні С і D та колеса Е і F. Змащування редуктора і муфти здійснюється за допомогою шестеренного насоса. Дефектація деталей ГКК, показала, що мається викришування робочих поверхонь зубів шестерні (Рис. 9) і колеса (Рис. 10) нижнього редуктора. Є також викришування робочих поверхонь зубів шестерні верхнього редуктора та зубчастої муфти.

Зношені ущільнення нижнього редуктора, які перешкоджають потраплянню морської води в картер редуктору. Мається викришування поверхні тіл кочення підшипників верхнього редуктора. У підшипниках нижнього редуктора встановлено викришування, як тіл кочення так і кілець (Рис. 11). На одному із судів сферичний роликопідшипник валу шестерні в нижньому редукторі повністю вийшов з ладу, що не дозволило далі експлуатувати ГКК (Рис. 12).

В процесі виконання проведено розшифрування параметрів зубчастого зачеплення. На підставі параметрів знайдених вимірюванням (P_{25}) визначені інші параметри за допомогою програмного комплексу MechSoft (P_{32}).

Встановлено, що, передача спроектована, відповідно до стандарту ANSI (P_{38}, P_{39}, P_{32}).

Для пошуку першопричини руйнувань нижнього редуктора скористались

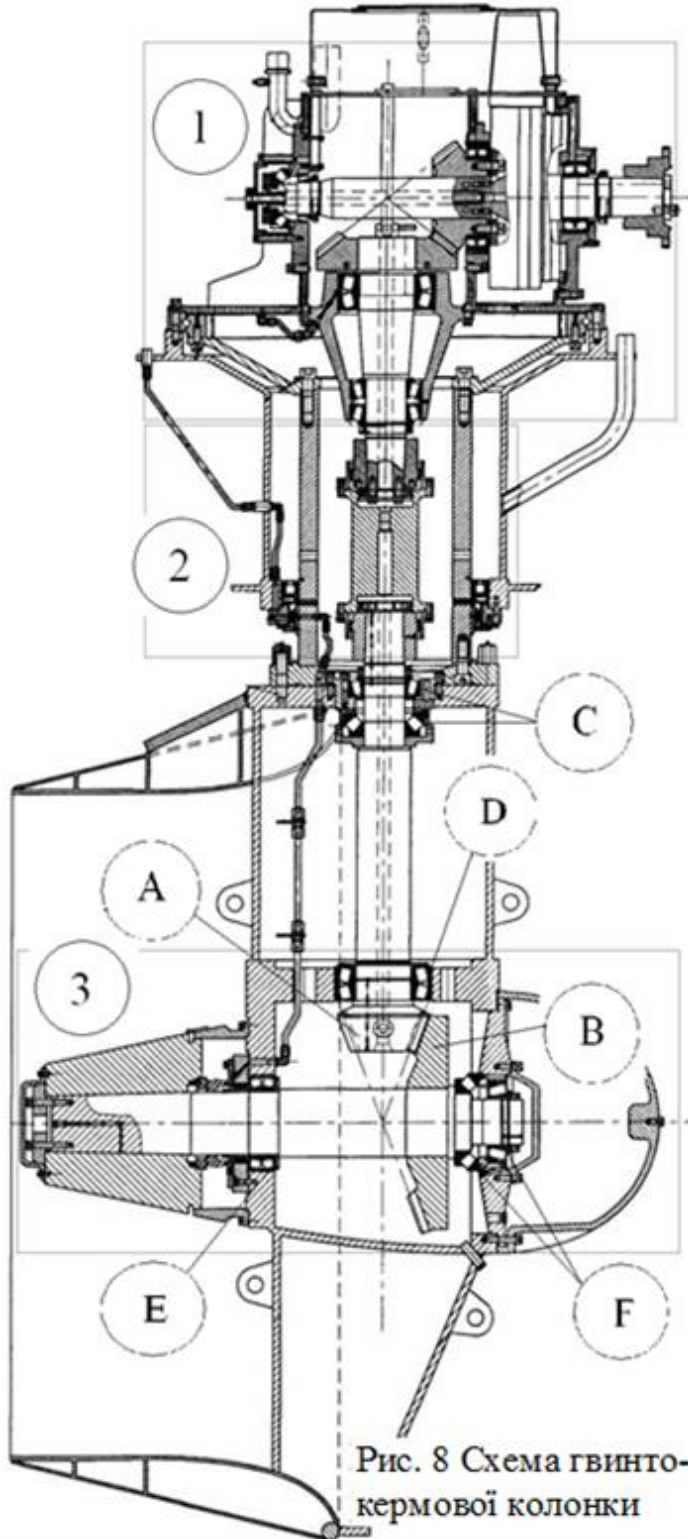


Рис. 8 Схема гвинто-кермової колонки

методом активізації творчої діяльності. *Операція формулювання мети і обмежень.* (P_1). *Мета:* пошук першопричини руйнувань і сценарію, за яким, відбувалися подальші руйнування елементів ГКК. *Обмеження:* розглянемо нижній кінцевий редуктор, з урахуванням однотипного характеру руйнувань виключимо з розгляду зовнішні аварійні фактори (зіткнення судна з перешкодою, сильне хвилювання на морі і т.п.) *Операція відбір двох класів ознак* (P_2). В якості *першого класу ознак* розглянемо елементи нижнього редуктора. В якості *другого класу ознак* розглянемо ступінь пошкодження. *Евристичний прийом генерація ідей щодо змістовного наповнення одного класу ознак* (P_3).

Елементи нижнього редуктора: шестерня, колесо, підшипники верхнього опорного вузла валу шестерні, нижній підшипник валу шестерні, підшипники правого опорного вузла валу колеса, лівий підшипник валу колеса, вал шестерні, вал колеса, шпонкові з'єднання валу шестерні, шпонкові з'єднання валу колеса, ущільнення валу шестерні, ущільнення валу колеса.

Евристичний прийом генерації ідей щодо змістовного наповнення другого класу ознак на основі прийому аналогії (P_4). Ступінь пошкодження: відсутні, дозволяють продовжити плавання, створили аварійну ситуацію. *Прийом складання матриці – моделі процесу руйнування* (P_5) (Табл. 13).



Рис. 9. Викришування робочих поверхонь зубів шестерні

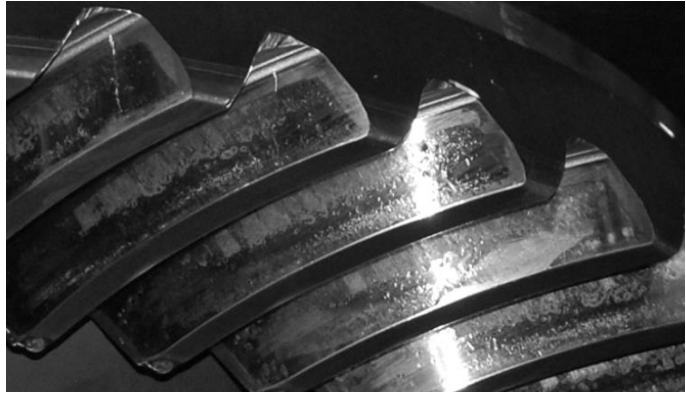


Рис. 10. Викришування робочих поверхонь зубів колеса



Рис. 11. Викришування тіл кочення сферичного роликотидшипника

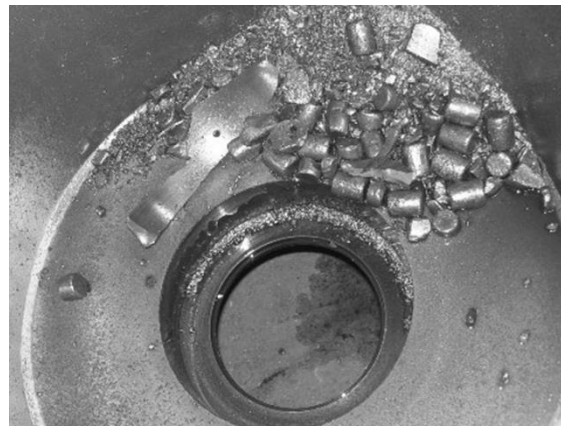


Рис. 12. Руйнація сферичного роликотидшипника

Евристичний прийом аналіз всіх можливих поєднань елементів і ступеня руйнування та пошук причини руйнувань (P_6). Для розгляду, як першопричина аварії відібрані наступні варіанти:

- Потрапляння морської води через ущільнення нижнього валу.
 - Недостатнє змащування через поломку шестеренного насоса.
 - Абразивні елементи в мастилі через пошкодження у верхньому редукторі.
 - Поломка зубів зубчастої муфти.
 - Дефекти матеріалу зубів шестерні і колеса, похибки виготовлення і монтажу зубчастої передачі.
 - Недостатня навантажувальна спроможність передачі.
 - Неприпустима деформація підшипників опорного вузла шестерні.
 - Недостатня довговічність підшипників опорного вузла колеса.
- Для кожного з цього варіантів складені матриці – моделі процесу руйнування.

Операція аналіз всіх можливих поєднань властивостей і вузлів (P_6). Співставили матрицю фактичних ушкоджень з матрицями – моделями процесу руйнування всіх розглянутих першопричин аварії. Матриця для варіанту

«неприпустима деформація підшипників опорного вузла шестерні» повністю збігається з матрицею фактичних пошкоджень. Таким чином, встановлена першопричина аварії – неприпустима деформація підшипників опорного вузла шестерні.

Загалом евристиконцептуального зворотному інжинірингу ГКК
 $S_{ГКК} - (P_{25}, P_{32}, P_{38}, P_{39}, P_{32}, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{11}, P_{32}, P_{33})$
 Ймовірність знаходження вірного рішення при виконанні евристикона
 $\beta_{ВРК} = k_{25}\beta_{25} + k_{32}\beta_{32} + k_{38}\beta_{38} + k_{39}\beta_{39} + k_1\beta_1 + k_2\beta_2 + k_3\beta_3 + k_4\beta_4 +$
 $k_5\beta_5 + k_6\beta_6 + k_7\beta_7 + k_8\beta_8 + k_9\beta_9 + k_{11}\beta_{11} + k_{32}\beta_{32} + k_{33}\beta_{33}.$

Таблиця 13

Модель процесу руйнації

Елемент	Ступінь пошкодження	Пошкодження відсутні	Пошкодження, які дозволяють продовжити плавання	Пошкодження, які створили аварійну ситуацію
Шестерня			+	
Колесо			+	
Підшипники верхнього опорного вузла валу шестерні			+	
Нижній підшипник валу шестерні				+
Підшипники правого опорного вузла валу колеса			+	
Лівий підшипник валу колеса			+	
Вал шестерні		+		
Вал колеса		+		
Шпонкове з'єднання валу шестерні		+		
Шпонкове з'єднання валу колеса		+		
Ущільнення валу шестерні			+	
Ущільнення валу колеса			+	

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення й нове вирішення важливої проблеми управління проектами зворотного інжинірингу шляхом евристичного аналізу технічного стану та пошуку ідеї трансформації наявного виробу у новий виріб з іншими функціями або конструкцією, а також побудови моделей процесів виконання зворотного інжинірингу на базі інтеграції евристичних методів з програмними комплексами проектування, при урахуванні психотипів членів команди проекту. Для розв'язання цієї проблеми проведені дослідження, які дозволили зробити суттєві висновки щодо розвитку теорії зворотного інжинірингу:

1. При відтворенні конструкції, технічних характеристик та технічної документації за наявними зразками виробів у групі процесів ініціації має бути

зроблено вибір типу зворотного інжинірингу – концептуальний, агрегатний або повний. Завданням концептуального інжинірингу є встановлення причин виходу виробу з ладу. Завдання агрегатного спрямовані на повне розшифрування параметрів виробу, дозволяють встановити агрегати і вузли, які в нього входять. Повний зворотний інжиніринг передбачає розшифрування параметрів всіх вузлів і деталей, що входять у виріб, виготовлення конструкторської документації, яка дозволяє організувати виробництво даного виробу.

2. Розроблена трифазна модель зворотного інжинірингу. Встановлено, що у порівнянні з загальновідомою моделлю однофазного проекту за стандартом РМВОК у проекті зворотного інжинірингу додаються дві фази – ідентифікація та трансформація. Фаза ідентифікації складається з стадій аналіз фактичного технічного стану і розшифрування. У фазі трансформації кількість стадій співпадає з кількістю застосованих евристичних методів.

3. Встановлено, що евристичні методи, що застосовуються в управлінні проектами зворотного інжинірингу, слід розбити на три групи: активізації творчої діяльності, дослідження структури проблеми та оцінки варіантів рішення. У якості оригінальних до першої групи віднесено дванадцять, до другої десять, до третьої вісім методів.

4. Розроблена аксіоматична база евристики з урахуванням специфіки задач зворотного інжинірингу, яка складається з означень, аксіом і теорем. Встановлено, що евристичні методи складаються з евристичних прийомів. Усі евристичні методи, які використовуються в управлінні проектами можуть бути зведені до трьох узагальнених методів: активізації творчої діяльності, дослідження структури проблеми та оцінки варіантів рішення, по шість евристичних прийомів в кожному. Визначено, що розроблені узагальнені евристичні методи замінюють всі інші евристичні методи, які застосовувались зворотному інжинірингу. З'ясовано що найширше евристичні методи використовуються в групах процесів планування і виконання та для галузей знань: управління змістом, управління якістю, управління ризиками.

5. Встановлено, що найкраще взаємодію членів команди проекту в процесі застосування евристичних методів описує типологія Майєрс-Бріггс. Визначено оптимальну роль представників певних психотипів в команді проекту при застосуванні методу мозкового штурму та узагальненого методу активізації творчої діяльності. Розроблена модель прийняття рішень на базі застосування евристичного методу, з урахуванням психотипів членів команди проекту.

6. Встановлено фактори ризику проекту. Відповідно до матриці чутливості та передбачуваності виконано їх ранжування та встановлено, що в першу зону подальшого аналізу потрапили фактори: негативного результату – технічний виріб пошкоджений з вини замовника; неможливості встановити причину аварії; неможливості знайти ідею; помилкового вибору ідеї.

7. Встановлено, що витрати на реалізацію проекту мають бути меншими за витрати придбання нового виробу ідентичного наявному. Цінність нового виробу має бути більшою ніж залишкова вартість наявного виробу.

бу. Прибуток зменшений на ризик дорівнює вартості нового технічного виробу мінус витрати на реалізацію проекту та залишкову вартість.

8. Розроблені моделі процесів виконання для трьох типів завдань зворотного інжинірингу: концептуального, агрегатного і повного. Для кожного з них визначені: склад команди проекту, який передбачає наявність певної компетентності її членів; необхідне метрологічне обладнання; програмні комплекси для проектування машинобудівних виробів; умови використання узагальнених евристичних методів.

9. Розроблені евристичні моделі для процесів виконання концептуального, агрегатного і повного зворотного інжинірингу, які у згорнутому вигляді містять специфікацію методів, прийомів та процедур, що послідовно мають бути застосовані при розв'язанні питань організації управління проектами зворотного інжинірингу.

10. Реалізовано апробацію теоретичних положень і виконана оцінку запропонованих моделей та методів шляхом їх впровадження в управління проектами зворотного інжинірингу на промислових підприємствах, що підтверджено актами впровадження. Результати дисертації впроваджено на підприємстві «Онежский Судостроительный завод». (Росія), автоматичній лінії з гранулювання добрив підприємства «Трансінвестсервіс», вантажному комплексі підприємства «Трансінвестсервіс», Кіровоградському ВАТ «Гідросила», «Хіміко-Технологічен и Металургичен Университет» м. Софія (Болгарія) та при виконанні держбюджетних НДР Міністерства освіти і науки України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації *Монографії*

1. Иванов, В.В. Автоматизация проектирования механических приводов: Монография / В.В. Иванов, Б.В. Мотулько, А.М. Харсун. – Одесса: АО Бахва, 2003. – 135с.
2. Иванов, В.В. Эвристические модели в машиностроении Монография: / В.В. Иванов. – Одесса: АО Бахва, 2012. – 268с.
3. Иванов, В.В. Формирование команды проекта обратного инжиниринга: Монография / В.В. Иванов – Одесса: АО Бахва, 2015. – 156с.

Статті

4. Иванов, В.В. Распределение ролей членов команды проекта, с учетом психотипов, при использовании эвристических методов / В.В. Иванов, С.В. Иванова // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: науковий журнал. – Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2015. – № 5 (49). – С. 125 – 136. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних IndexCopernicusMasterList, CEJSH.*
5. Иванов, В.В. Обобщенные эвристические методы проектирования трансмиссий / В. В. Иванов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 5. – С. 24–28. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних IndexCopernicusMasterList, PИИЦ.*

6. Kalinin, D. Bending capacity assessment for tooth was made rack and gear-shaper cutter. / D. Kalinin, V. Ivanov // Annals of DAAAM for 2004 & PROCEEDINGS of the 15th International DAAAM Symposium. – Vienna. – 2004. – S. 195 – 196. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних EBSCO, GaleCengagebibliographicdatabases.*
7. Иванов, В.В. Исследование концентрации нагрузки в конических передачах с учетом податливости опор / В.В. Иванов, А.И. Ливинский // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 1999. – Вып. 4. – С. 48 – 50. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich'sPeriodicalsDirectory, РІНЦ.*
8. Иванов, В.В. Оптимизация распределения нагрузки с учетом случайного характера погрешностей монтажа / В.В. Иванов // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2000. – Вып. 1(10). – С. 50–53. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich'sPeriodicalsDirectory, РІНЦ.*
9. Дашенко, А.Ф. Трансформация конструкции машин с использованием метода графов / А.Ф. Дашенко, В.В. Иванов // Сборник научных работ «Теория и практика процессов подріблення, разделение, смешивание и уплотнение». – 2008. – Вип. 13. – С. 34–43.
10. Дашенко, А.Ф. Методологические основы проектирования машин / А.Ф. Дашенко, В. В. Иванов // Научно–производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2009 – № 2. – С. 85–92.
11. Дашенко, А.Ф. Исследование прочности сварного обода зубчатого колеса / А.Ф. Дашенко, В.В. Иванов, Д.Б. Крыжний // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2009 – № 3. – С. 91–96.
12. Коноплев, А.В., Управление проектами обратного инжиниринга / А.В.Коноплев, В.В.Иванов// Научно-виробничий журнал «Проблеми техніки» Одеського національного морського університету, Хмельницького національного університету. – 2014. – №4. – С. 165–175
13. Коноплев, А.В. Обратный инжинирингвинто-рулевых колонок / А.В.Коноплев, В.В.Иванов// Научно-виробничий журнал «Проблеми техніки» Одеського національного морського університету, Хмельницького національного університету. – 2014. – №4. – С.179–187
14. Иванов, В.В. Когнитивная модель зубчатого колеса с переменным шагом / В.В. Иванов, А.В. Коноплев // Научно-виробничий журнал «Проблеми техніки» Одеського національного морського університету, Хмельницького національного університету. – 2015. – №1. – С. 22–27.
15. Иванов, В.В, Математическая модель циклоидального зацепления В.В. Иванов, Н.В. Чумак, Я.Я. Данило / Вестник НУ «Львовская політехніка». «Динамика, міцність и проектирования машин и приборов» – 2011 – № 701. – С. 29–34.
16. Иванов, В.В. Управление проектами обратного инжиниринга / В.В.Иванов // Вісник національного технічного університету ХПІ. – 2015. – №1 – С. 122–127.

17. Иванов, В.В. Эвристические методы при проектировании машин / В.В. Иванов, А.М. Харсун // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2010 – № 1. – С. 49–58.
18. Иванов, В.В. Обобщенный метод активизации творческой деятельности / В.В. Иванов // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета, Хмельницкого национального университета. – 2011 – № 1. – С. 48–56.
19. Иванов, В.В. Сравнительный анализ изгибной прочности циклоидальных зубьев с различной геометрией профиля / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2008. – № 3. – С. 41–46.
20. Иванов, В.В. Сравнительный анализ изгибной прочности передач циклоидальных и шестеренчатых насосов / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Холодильная техника и технология. – 2008. – №3. – С. 82–84.
21. Белоус, В.А. Исследование изгибных напряжений в галтели циклоидальных зубьев с использованием МКЭ и МГЭ / В.А. Белоус, В.В. Иванов, Н.В. Чумак // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2009 – № 2. – С. 93 – 100.
22. Иванов, В.В. Реечная передача системы подачи очистного комбайна / В.В. Иванов, Д.Б. Крыжний, И.А. Чумаченко // Научно-производственный журнал «Проблемы техники» Одесского национального морского университета. – 2010 – № 3. – С. 81–88.
23. Иванов, В.В. Влияние деформации обода на распределение нагрузки в конических передачах / В.В. Иванов // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2000. – Вып. 2(11). – С. 39–42. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich's Periodicals Directory, РІНЦ.*
24. Иванов, В.В. Влияние перекоса осей на коэффициент трения при гидродинамическом режиме работы в контакте качения / В.В. Иванов // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2003. – Вып. 1(19). – С. 26–28. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich's Periodicals Directory, РІНЦ.*
25. Иванов, В.В. Влияние перекоса осей на коэффициент трения при гидродинамическом режиме работы подшипника скольжения / В.В. Иванов // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2003. – Вып. 2(20). – С. 28–30. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich's Periodicals Directory, РІНЦ.*
26. Иванов, В.В. Анализ изгибной прочности зубьев с циклоидальным профилем / В.В. Иванов, В.М. Кочмар // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2003. – Вып. 2(20). – С. 30–32. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich's Periodicals Directory, РІНЦ.*
27. Иванов, В.В. Сравнительный анализ изгибной прочности зубьев нарезанных рейкой и долбяком / В.В. Иванов, А.И. Ливинский, Д.А. Калинин // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2004. – Вып. 1(21). – С. 28–30. *Індексується і реферується в зарубіжних базах даних Ulrich's Periodicals Directory, РІНЦ.*

28. Иванов, В.В. Исследование тепловых процессов в зубчатых передачах / В.В.Иванов // Труды Одесского политехнического университета. –Одесса. – 2004. –Вып. 2(22). – С. 31–34. *Індексується і реферується в зарубіжних базах данихUlrich'sPeriodicalsDirectory, РІНЦ.*

29. Иванов, В.В. Анализ изгибной прочности зубьев с цевочным профилем / В.В. Иванов, И.А. Чумаченко // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 2005. –Вып. 1(23). – С. 29–32.*Індексується і реферується в зарубіжних базах данихUlrich'sPeriodicalsDirectory, РІНЦ.*

30. Иванов, В.В. Сравнительный анализ изгибной прочности циклоидальных и эвольвентных зубьев / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Труды Одесского политехнического университета. – 2008. – № 2(30). – С. 16–19.*Індексується і реферується в зарубіжних базах данихUlrich'sPeriodicalsDirectory, РІНЦ.*

Авторські свідоцтва на винаходи

31. Зубчатый вариатор скорости: А.с. 750187 СССР МПК F16H3/00/ Б.М. Щекин, В.В. Иванов (СССР). – №2593830/25–28; Заявл. 23.03.78; Оpubл. 23.07.80, Бюл. №27.

32. Цепная передача: А.с. 1441115 СССР МПК F16H7/06/ В.В. Иванов, В.М. Бессараб (СССР). – №4194846/25–28; Заявл. 16.02.87; Оpubл. 30.11.88, Бюл. №44.

33. Червячный редуктор со смазыванием: А.с. 1580092 СССР МПК F16H1/16, F16 H57/04/ В.М. Бессараб, В.В.Иванов (СССР). – №4331757/25–28; Заявл. 23.07.90; Оpubл. 23.07.90, Бюл. №27.

Опубліковані праці апробаційного характеру.

34. Иванов, В.В. Исследование тепловых процессов в зубчатых передачах / В.В. Иванов // Zbornik radova 2nd International Conference «Research and development in mechanical industry» RADMI 2002 g. Vrnjачka Banja, Yugoslavija. –Vrnjачka Banja. – 2002. –S. 222 – 225.

35. Ivanov V. Influence of axes' cocking on friction coefficient in hydrodynamic type of bearing functioning / V. Ivanov // Zbornik radova 29 naučno-stručnog skupa sa međunarodnim ucesecem HIPNEF 2004 g. Vrnjачka Banja, Yugoslavija. – Vrnjачka Banja. – 2004. – S. 273 – 278.

36. Иванов, В.В. Анализ изгибной прочности зубьев с цевочным профилем / В.В. Иванов, И.А. Чумаченко // Сборник приклада вот първа конференция с международно участие «Машинознание и машински елементи» 4–6 ноября 2004 / Под.ред. Л. Димитров. – София, Болгария. – София 2004. – С. 165 –169.

37. Ivanov, V. Methodological basic design of machine / V. Ivanov // Сборник приклада вот втора конференция с международно участие «Машинознание и машински елементи» 23–25 ноября 2005 / Под. ред. Л. Димитров. –София, Болгария. –София 2005. –С. 305 – 312.

38. Ivanov, V. Comparative analysis of the bending strength of cycloid and involute teeth / V. Ivanov, D. Karaivanov, N. Androsjuk // The 3rd International conference «Power Transmissions 2009». 1–2 October 2009 / Editor: Athanassios Mihailidis. –Kallithea, Greece. – Kallithea, 2009. – P. 106 – 113.

39. Ivanov V. Study of the geometry of rack train of a shearer loader's haulage system / V. Ivanov, D. Karaivanov, I. Chumachenko // The International Conference

Mechanical Engineering in XXI Century PROCEEDINGS 25–26 November 2010 / University of Nis Faculty of Mechanical Engineering Nis, Serbia, 2010. – P. 137 – 140.

40. Ivanov V. Improvement of hollow gear wheel design / V. Ivanov, D. Karaivanov, D. Krugnuj // Machines, technologies, materials 2011 8th International Congress PROCEEDINGS 19–21 September 2011. – Varna, Bulgaria, 2011. – P. 88–91.

41. Дашченко, А.Ф. Поискное конструирование с использованием метода графов / А.Ф. Дашченко, В.В. Иванов // Актуальные задачи машиноведения, деталей машин и приборотехники: Труды международной научно-технической конференции 27–28 апреля 2010 Г. / Балт. гос. техн. ун-т. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 74–79.

42. Дашченко, А.Ф. Напряженно-деформированное состояние сварного обода зубчатого колеса / А.Ф. Дашченко, В.В. Иванов, Д.Б. Крыжний // Актуальные задачи машиноведения, деталей машин и приборотехники: Труды международной научно-технической конференции 27–28 апреля 2010 Г. / Балт. гос. техн. ун-т. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 44–48.

43. Иванов, В.В. Анализ изгибной прочности зубьев с циклоидальным профилем / В.В. Иванов, И.А. Чумаченко // Сборник приклада в от XII международна научно-техническа конференция 23–25 ноября 2005, Велико Тырново. – София, 2005. – Том. 3. – С. 11-12.

44. Иванов, В.В. Надежность мелкомодульных открытых зубчатых передач / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Сборник материалов II Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 2-9 июня 2006 г., Варна. Болгария. – «Пороги» – ТУ– Варна. – 2006. – Том 1. – С. 396 – 399.

45. Иванов, В.В. исследование изгибной прочности циклоидального зацепления / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Сборник материалов III Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 1–8 июня 2007 г., Варна. Болгария. – «Фортуна» – ТУ – Варна. – 2007. – Том 1. – С. 237 – 339.

46. Иванов, В.В. Сравнительный анализ шестеренчатых насосов с эвольвентным и циклоидальным профилем зубьев / В.В. Иванов, Н.В. Андросюк // Сборник материалов IV Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 30 мая – 6 июня 2008 г., Варна. Болгария. – «Пороги»– ТУ – Варна. –2008. – Том 2. – С. 793–797.

47. Иванов, В.В. Методология проектирования машин / В.В. Иванов // Сборник материалов V Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 6 – 13 июня 2009 г., Варна. Болгария. – «Пороги» – ТУ – Варна – 2009. - Том 1. – С. 254 – 257.

48. Иванов, В.В. Применение обобщенных эвристических методов в проектировании трансмиссий / В. Иванов // Десятый міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Праці. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2011. – С. 195 – 196.

49. Иванов, В.В. Обобщенные эвристические методы проектирования трансмиссий / В. Иванов // Десятый міжнародний симпозіум українських

інженерів-механіків у Львові: Праці. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2011. – С.196 – 198.

50. Ivanov, V. Productivity of Gear Pumps with Cycloid Teeth / V. Ivanov, D.Karaivanov // 2013 Asian Pacific conference on chemical, Material and Metallurgical Engineering,China. Pekin.– 2013. – P. 121 – 124.

51. Иванов, В.В. Обобщенные эвристические методы проектирования / В.В.Иванов // Сборник материалов X Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», 6 - 13 июня 2014 г., Варна. Болгария. – «Пороги» – ТУ – Варна - 2014. – С. 410 - 415.

52. Иванов, В.В. Эвристические аспекты в управлении проектами / В.В.Иванов // XI Міжнародна конференція «Управління проектами у розвитку суспільства» Тема: Розвиток компетентності організації в управлінні проектами програмами та портфелями проектів» м. Київ 23-24 травня. – Київ. – 2014. – С.79–80.

53. Иванов, В.В. Управление проектами обратного инжиниринга / В.В. Иванов // VI Міжнародна науково-практична конференція «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій». Буковель 10–13 лютого. – 2015.

54. Иванов, В.В. Проектный метод обучения: учет психотипов членов команды проекта / В.В. Иванов, С.В. Иванова // III Міжнародна наукова – практична конференція «Актуальні проблеми вищої професійної освіти» м.Київ 19 березня. – Київ. – 2015.

55. Иванов, В.В. Роль психотипів членів команди проекту при застосуванні евристичних методів / В.В Иванов // XII Міжнародна науково-практична конференція “Управління проектами у розвитку суспільства ”Тема: «Компетентносте управління проектами розвитку в умовах нестабільного оточення» м. Київ 22-23 травня – Київ. – 2015. – С.110 -111.

56. Иванов, В.В. Классификация проектов обратного инжиниринга / В.В. Иванов // Друга міжнародна науково-практична конференція «Управління розвитком технологій» м. Київ 21-23 травня. – Київ. – 2015. – С.53-55.

57. Иванов, В.В. Метод проектов: системы распределения ролей в командах / В. В. Иванов, С. В.Иванова// Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах глобалізації: Матеріали Всеукраїнської наукової конференції Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара) 4-5 грудня 2015 р. - Частина I – Дніпропетровськ. – 2016. - С 72-74

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

58. Мотулько, Б.В. АТЛАС. Курсовое проектирование по деталям машин с использованием AutoCAD / Б.В. Мотулько, В.В. Иванов, А.М. Харсун. – Одесса: Астропринт, 2002. – 88с..

59. Иванов, В.В. Проектування деталей машин с использованием AutoCAD: учеб. пособие / В.В. Иванов, Б.В. Мотулько, А.М. Харсун; МОН Украины. – Одесса: – Наука и техника, 2004. – 125 с.

60. Иванов, В.В. Проектирование деталей и узлов машин в среде MechanicalDesktop: учебное пособие / В.В. Иванов, И.И. Сидоренко, – Одесса: Наука и техника, Одесса, 2005. – 272 с.

АНОТАЦІЯ

Іванов В.В. Моделі та евристичні методи управління проектами зворотного інжинірингу. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами. — Одеський національний морський університет, Одеса, 2016.

Дисертація присвячена розв'язанню важливої науково-технічної проблеми підвищення цінності існуючого технічного виробу шляхом трансформації його у виріб з іншими функціями або конструкцією. Пошук ідеї нового використання наявного виробу базується на евристичному аналізі. За допомогою створеної аксіоматичної бази, розроблена класифікація евристичних методів, заснована на аналізі їх структури, з виділенням евристичних прийомів, які в них використовуються. Сформовані узагальнені евристичні методи. Розроблено рекомендації щодо застосування узагальнених евристичних методів для всіх груп процесів управління і галузей знань проектів зворотного інжинірингу. Детально вивчено взаємодію психотипів за типологією Майерс-Бріггс при використанні евристичних методів. Описано психотипи, які притаманні співробітникам інжинірингових компаній. Проведено аналіз ризиків проекту зворотного інжинірингу за можливостями управління, ступенем прийнятності, часом виникнення, а також чутливістю ризику проекту до ризиків його складових. Встановлена формула для обчислення розрахункового значення ступеня ризику. Представлена залежність, яка зв'язує ймовірність знаходження рішення від розподілу щільності ймовірностей кожної з її складових. Розподілення щільності ймовірності знаходження рішення визначено з використанням методу Монте-Карло.

Ключові слова: зворотний інжиніринг, евристичні методи, команда проекту, типологія Майерс-Бріггс, метод Монте-Карло, моделі, ризики проекту.

АННОТАЦИЯ

Иванов В.В. Модели и эвристические методы управления проектами обратного инжиниринга. – Рукопись. Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук по специальности 05.13.22 – Управление проектами и программами. – Одесский национальный морской университет, Одесса, 2016.

В диссертации рассматривается важная научно-техническая проблема повышения ценности имеющегося технического изделия путем трансформации его в изделие с другими функциями или конструкцией средствами обратного инжиниринга.

Представлена классификация проектов обратного инжиниринга, в соответствии с которой выделены три типа: концептуальный, агрегатный и полный. Задачей концептуального инжиниринга является установление причин выхода изделия из строя. Агрегатный инжиниринг позволяет установить агрегаты и узлы, входящие в изделие, а также расшифровать их параметры. Полный обратный инжиниринг предполагает анализ фактического состояния и расшифровку параметров всех узлов и деталей, поиск идеи нового применения имеющегося изделия, изготовление конструкторской документации, которая дает возмож-

ность организовать производство изделия другой конструкции и с другими функциями.

Поиск идеи нового применения имеющегося изделия основан на эвристическом анализе. Эвристические методы применяют при анализе фактического технического состояния, воссоздании конструкции, технических параметров и технической документации существующего изделия, а также проектировании и изготовлении нового изделия.

В сравнении с общеизвестной моделью однофазного проекта по стандарту РМВОК в проекте обратного инжиниринга необходимы две дополнительные фазы – идентификации и трансформации. Фаза идентификации содержит две стадии: анализ фактического технического состояния изделия и расшифровка его параметров. Фаза трансформации включает поиск идеи обратного инжиниринга. Количество стадий, в данной фазе, соответствует числу эвристических методов, применяемых последовательно до достижения результата.

С помощью созданной аксиоматической базы разработана классификация эвристических методов, основанная на анализе их структуры, с выделением эвристических приемов, которые в них используются. Все известные методы разбиты на три группы. На основе перечня эвристических приемов, используемых в пределах выбранной группы методов, сформирован один обобщенный эвристический метод, заменяющий все методы данной группы и включающий выявленные эвристические приемы, применяемые в определенной последовательности. Это позволило разработать обобщенные эвристические методы активизации творческой деятельности, исследования структуры проблемы и оценки вариантов решения, которые заменяют ранее использовавшиеся для обратного инжиниринга эвристические методы.

Разработаны рекомендации по применению обобщенных эвристических методов для всех групп процессов управления и отраслей знаний проектов обратного инжиниринга.

При формировании команды проекта на длительный срок, учтены психотипы членов команды, в соответствии с типологией Майерс-Бриггс. Рассмотрено участие различных психотипов при использовании эвристических методов, и в частности, метода мозгового штурма. Описаны наиболее часто встречающиеся психотипы сотрудников инжиниринговых компаний. Детально изучено их взаимодействие при использовании обобщенного метода активизации творческой деятельности.

Дан анализ рисков проектов обратного инжиниринга по возможности управления, степени допустимости, времени возникновения, а также чувствительности риска проекта к риску каждой его составляющей. Установлено, что наименьшая управляемость риска найти идею и данный риск требует постоянного наблюдения, так как чувствительность риска проекта к данной составляющей наибольшая.

Приведена зависимость для определения расчетного значения степени риска. Установлено, что расчетное значение степени риска для фаз идентификации и трансформации в значительной мере определяется вероятностью

нахождения решения. Приведена зависимость вероятности нахождения решения от распределения плотностей вероятностей каждой из составляющих. Распределение плотности вероятности нахождения решения определяется с использованием метода Монте-Карло.

При работе над проектом члены команды выполняет определенный набор процедур, некоторые из которых – эвристические приемы. Последовательность процедур, включающая эвристический прием может быть выполнена только человеком и является эвритмом. Разработаны эвритмы для концептуального, агрегатного и полного инжиниринга. На базе эвритмов получены зависимости для определения вероятности нахождения решения, для каждого из типов обратного инжиниринга.

В диссертации приведены примеры проектов обратного инжиниринга, выполненных при непосредственном участии автора. В частности описан проект концептуального обратного инжиниринга, посвященный расследованию ряда аварий на судах Онежского судостроительного завода. Аварии связаны с выходом из строя винто-рулевых колонок фирмы Rolls-Royce. Применение метода активизации творческой деятельности позволило установить причину аварии.

Ключевые слова: обратный инжиниринг, эвристические методы, команда проекта, типология Майерс-Бриггс, метод Монте-Карло, модели, риски проекта.

ABSTRACT

Ivanov V.V. Models and heuristic methods of management projects of reverse engineering. – The manuscript. The dissertation is submitted for Doctor Sciences in Engineering; the specialty 05.13.22 –Project management and programs. – Odesa National Maritime University, Odesa, 2016.

The thesis is devoted to the solution of important scientific and technical problems of increasing the cost of the existing technical product by transforming it into a product with other features or design. Search ideas of the new application of existing products on the heuristic analysis were based. Classification of heuristic methods by using created axiomatic base was developed. Heuristic techniques that is component of heuristic methods were allocated. Recommendations for the use of generalized heuristic methods for all project management process groups and knowledge areas reverse engineering were developed. The interaction of psycho by typology of Myers-Briggs for applying heuristic methods was developed in detail. Psycho that inherent to employees of engineering company was described. The analysis of project risks reverse engineering for: possibilities of management, the degree of acceptability, time of occurrence and sensitivity risk of project to risk of each component of project, was made. An addiction for the calculated value of risk degree was created. An addiction that relates the probability to make decisions with a probability density function of each of the components is developed. Probability density function to make decisions using of Monte Carlo method was determined.

Keywords: reverse engineering, heuristic methods, project team, Myers-Briggs typology, Monte Carlo method, model, project risks.

Підписано до друку 28.04.16. Формат 60x90/16.
Умовн. друк. арк. 1,25. Обл.-вид. арк. 0,87 Наклад 100 прим. Зам. № 1996.

Віддруковано з готового оригінал-макету в АО БАХВА

(свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 145 від 11.08.2000)
65044, Україна, м. Одеса, пр-т. Шевченка, 1, корп.5
тел./факс (+48) 777-43-50, e-mail: mail@bahva.com
www.bahva.com, www.vuzkniga.ua