ISSN 2311-4738 (print)
ISSN 2413-3000 (online)

УДК 519.68 DOI: 10.20998/2413-3000.2017.1224.9

В. В. ІВАНОВ

МОДЕЛІ ПРОЕКТУ ЗВОРОТНОГО ІНЖИНІРИНГУ

Розширено поняття зворотного інжинірингу, дано його означення. Запропоновано модифіковану модель зворотного інжинірингу, на базі моделі PMBOK, до якої додані дві фази: ідентифікації та трансформації. Даний аналіз обладнання, програмного забезпечення та евристичних методів, що використовуються при повному зворотному інжинірингу. Розроблено модель процесу виконання у вигляді евроритму концептуального зворотного інжинірингу, яка в згорнутому вигляді містить специфікацію процедур. Наведена модель, яка пов'язує економічні показники проекту зворотного інжинірингу.

Ключові слова: зворотний інжиніринг, евристичні методи, модель процесу виконання.

Расширено понятие обратного инжиниринга, дано его определение. Предложено модифицированную модель обратного инжиниринга на базе модели PMBOK, к которой добавлены две фазы: идентификации и трансформации. Дан анализ оборудования, программного обеспечения и эвристических методов, применяемых при полном обратном инжиниринге. Разработана модель процесса исполнения в виде эвроритма концептуального обратного инжиниринга, которая в свернутом виде содержит спецификацию процедур. Приедена модель, которая связывает экономические показатели проекта обратного инжиниринга.

Ключевые слова: обратный инжиниринг, эвристические методы, модель процесса исполнения.

Reverse engineering decided 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 base of heuristic analysis were created. The concept of reverse engineering and its division into three types: conceptual, aggregate and complete was expanded. The use of heuristic methods for reverse engineering concept was showed. The modification model of Reverse engineering based at the model of PMBOK was developed. Our model includes two new phases: identification and transformation. At the identification phase technical control are made. At the transformation phase search heuristic idea of new applied existing technical product was made. The model of execution phase that included heuristic methods, metrological equipment and CAD/CAM/CAE program complex was created. The model that connected economic indicators of reverse engineering project was developed.

Keywords: reverse engineering, heuristic methods, model of executive phase.

Вступ. Для інжинірингових компаній, що працюють в галузі машинобудування, актуальними є наступні напрямки: аналіз відповідності продукції сертифікатам і стандартам; встановлення причин виходу устаткування з ладу (розслідування аварій); розробка сумісних вузлів і агрегатів для імпортних виробів; вивчення конструкції і аналіз технічних параметрів виробу; пошук альтернативного використання устаткування, що вийшло з ладу. Пошук альтернативного призначення є найбільш перспективним з точки зору масштабності організаційних і науково-технічних завдань, які необхідно вирішувати інжинірингової компанії. Всі ці напрямки потребують вирішення завдання відновлення конструкції, технічних характеристик і технічної документації за наявними зразками виробів. Проекти такого роду носять назву зворотний інжиніринг [1]. Нами запропоновано наступне визначення зворотного інжинірингу: комплекс науково-дослідних, проектних, економічних і організаційних заходів мета якого - підвищення цінності наявного технічного вироби - може бути конкретизована лише на базі евристичного аналізу його фактичного стану.

Аналіз показав, що розв'язання задач зворотного інжинірингу слабко 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 нераціональних 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.

Моделі проектів зворотного інжинірингу повинні встановити зв'язок між людськими, матеріальними, і інформаційними ресурсами – а саме між командою проекту, метрологічним обладнанням та програмними комплексами автоматизованого проектування - в процесах планування та виконання.

Аналіз стану питання. Існують різні моделі проекту, в тій чи іншій мірі придатні для опису проектів зворотного інжинірингу. Найбільш проста модель проекту, складається з трьох фаз: передінвестиційної, інвестиційної та експлуатаційної, представлена в програмі промислового розвитку ООН (UNIDO) [2]. Найбільш відомою є модель проекту, наведена в стандарті PMBOK [3]. Дана модель містить фази ініціації, планування, моніторингу, виконання і завершення. Універсальною моделлю для інвестиційних проектів вважають модель Світового банку [4]. У даній моделі шість фаз: ідентифікація, розробка, експертиза, переговори, реалізація та завершення. Для нас цікавим є наявність фази ідентифікація. При цьому фаз всього дві: проектування та впровадження. Проект зворотного інжинірингу є наукомістким високотехнологічним інноваційним проектом, але на відміну від інших проектів, конкретна мета з початку невідома і визначається на основі аналізу фактичного стану вироби.

Найбільш поширена модель інноваційного проекту запропонована Campbell McConnell і Stanley Brue [5]. У цій моделі для нас представляє інтерес фаза

© В. В. Іванов, 2017

«Сирі ідеї», яка повинна виконуватися в проекті зворотного інжинірингу при пошуку нового застосування технічного вироби. Фази проекту «Сирі ідеї» і «Концептуальна», передують власне традиційному проекту з виготовленню проектної документації та технічного виробу.

У моделі запропонованій Бушуєвим С. Д. та Бушуєвою Н.С. також перша фаза «Ідея», а друга стадія «Бачення», яка за змістом відповідає фазі «Концептуальна» і конкретизує знайдену у першій фазі ідею при виконанні трьох стадій: бізнесової, технічної і організаційної [6]. Реалізація цієї моделі можлива за допомогою концепції «Управління та аналізу проектів» запропонованій у статті [7]. У даній концепції також особливо виділені етапи «Власні ідеї» та «Розробка ідеї».

Метою дослідження є розробка моделей управління проектом зворотного інжинірингу. А саме: Загальних, що відбивають специфіку проектів даного типу. Спеціалізованих моделей по кожному типу проекту, що включають необхідне програмне забезпечення та обладнання, команду проекту, а також евристичні методи управління проектом. А також деталізованих моделей які представляють в згорнутому вигляді специфікацію проектних процедур.

Матеріали досліджень. Найбільш наочно уявити відмінні риси проекту зворотного інжинірингу можна за допомогою трифазної моделі: ідентифікація, трансформація, проектування – виготовлення. Фаза ідентифікації складається з стадій: аналіз фактичного стану і розшифрування. Під розшифруванням мається на увазі відтворення конструкції, технічних характеристик і технічної документації за наявними зразками виробів. 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. Фаза проектування складається з стадій: технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, а також виготовлення. У фазі трансформації відбувається конкретизація мети на базі застосування евристичних методів. Залежно від складності завдання може бути одна стадія, яка побудована на використанні одного евристичного методу. Якщо послідовно використовується кілька евристичних методів, то кількість стадій збігається з кількістю застосовуваних 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.

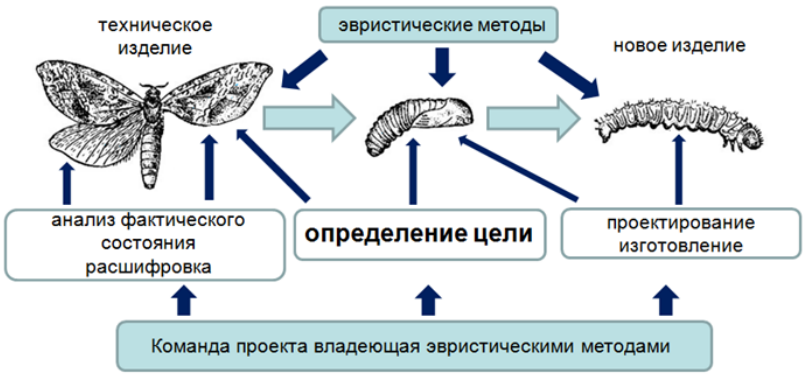

Рис. 1 – Модель проекту зворотного інжинірингу

Метою проекту є підвищення цінності метелика. Найпростіший шлях – ремонт, може бути економічно недоцільним, через моральну застарілість виробу, високу ціну ремонту тощо. Тоді постає питання якім 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 PMBOK у проекті зворотного інжинірингу додаються дві фази – ідентифікація та трансформація (рис. 2).

До основних елементів проекту зворотного інжинірингу відносять:

- підбір команди проекту здатної використовувати евристичні методи для вирішення управлінських і науково-технічних завдань;

ISSN 2311-4738 (print)
ISSN 2413-3000 (online)

- визначення конкретної мети на базі евристичного аналізу технічного виробу; комплекс проектних заходів щодо вирішення проблеми і реалізації поставлених цілей;
- організація виконання проектних заходів;
- основні показники проекту.

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.

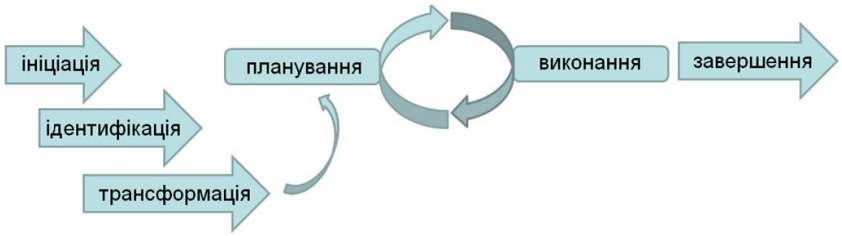

Рис. 2 – Модель проекту зворотного інжинірингу

Проекти зворотного інжинірингу, мають у якості об'єкту вироби з різним ступенем ушкоджень, внаслідок чого завжди мають ознаки унікальності. Зазвичай спостерігається часткова або повна відсутність відповідної документації для виробів, вироблених іноземними фірмами. Тому, спочатку потрібно встановити, за якими стандартами виготовлено виріб. Інформація про стандарти, уніфіковані або стандартні агрегати і вузли, а також стандартні деталі і елементи деталей зосереджена в програмних комплексах CAD/ CAM/CAE. Евристичні методи застосовуються в усіх галузях знань управління проектами. Рішення проблеми відтворення конструкції та технічних характеристик виробу неможливо без використання евристичних методів. Отже, актуальним є визначення місця евристичних методів і програмних комплексів CAD/CAM/CAE в процесах планування та виконання.

Нами запропоновано розділити завдання зворотного інжинірингу на три типи: **концептуальний, агрегатний і повний** [9]. 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. При повному зворотному інжинірингу нам необхідно знайти нове застосування наявного пошкодженому виробу. Розглядаються варіанти: відновлення конструкції вироби, але з обмеженою функціональністю, зміни в конструкції при збереженні виконуваних функцій або використання виробу в іншій якості, наприклад переобладнання корабля під плавучий готель. В кінцевому підсумку, виготовляють проектну документацію, яка дозволяє організувати виробництво виробу з іншою конструкцією або функціями.

Розглянемо повний інжиніринг більш детально. Формування команди проекту має відбуватися на початку фази ініціації. Обов'язковою умовою для членів команди проекту є володіння евристичними методами і досвід їх використання. В процесі ініціації проекту приймають рішення про тип зворотного інжинірингу. У процесі планування вирішують питання вибору обладнання, програмного забезпечення та евристичних методів, які будуть застосовуватися. В роботі [10] показано, що всі евристичні методи, що застосовуються в управлінні проектами, можуть бути замінені наступними трьома методами: активізації творчої діяльності, оцінки варіантів конструктивного рішення, дослідження структури проблеми (МДСП). *Члени команди мають опанувати узагальнені евристичні методи.*

Початком процесу виконання зворотного інжинірингу є аналіз фактичного стану і розшифровка параметрів деталей і вузлів виробу (рис. 3). Виявляються зміни структури металу, зміщення деталей від їх номінального положення і т.п. Звичайним є уявлення про інжинірингову компанію як про проектну організацію, яка працює з документацією і проводить необхідні розрахунки. Однак для розслідування аварій компанія повинна мати необхідне обладнання для дослідження пошкоджень. В першу чергу це обладнання для перевірки: твердості поверхонь; механічних характеристик матеріалу; фактичної точності виготовлення і монтажу.

Накопичена в процесі аналізу фактичного стану інформація є першим кроком до формування переліку елементів, тобто виконання першого евристичного прийому – «виділення елементів» (МИСП) [10]. Найчастіше в якості елементів розглядають пошкоджені елементи або найбільш пошкоджені елементи.

Для формування розрахункових моделей деталей і вузлів необхідна детальна інформація про конструкцію машини. Вимірюють міжосьові відстані, посадочні розміри і т.п. За допомогою бібліотек, що містяться в програмних комплексах, виявляють відповідність: вузлів, деталей і елементів деталей - типовим вузлам, стандартним деталям і стандартним елементам деталей. Встановлюють стандарти, на основі яких спроектовані і виготовлені вузли машини. Це дає можливість встановити розрахункові навантаження для вузлів і деталей. Перевірка правильності отриманих даних здійснюється на основі розрахунку на міцність вузлів і деталей інженерними методами з допомогою модулів CAE програмних комплексів. Розташування та сполучення пошкоджених елементів в конструкції машини, розрахункові схеми для визначення міцності пошкоджених деталей дають інформацію для виконання наступного евристичного прийому - «встановлення взаємозв'язків між елементами» (МДСП). Це дає можливість формалізувати частину конструкції машини, що містить пошкоджені вузли та деталі у вигляді графу або матриці – евристичні прийоми «використання графів» (МДСП), «використання матриць» (МДСП). Дана графова або матрична модель із залученням розрахункових залежностей, які описують міцність, жорсткість і інші критерії, представляє математичну модель конструкції.

Модулі CAE програмних комплексів дозволяють, при необхідності, більш детально вивчати можливі причини пошкодження вузлів і деталей, вирішувати науково-дослідні завдання такі як, визначення напружень і деформацій методом скінчених елементів. Використання модулів CAE змінює вимоги до складу команди проекту - науково-дослідні завдання можуть вирішувати інженери конструктори за умови навчання роботі з програмними комплексами. Математична модель конструкції, з залученням розрахунків проведених з використанням модулів CAE, трансформується в математичну модель пошкоджень деталей конструкції, яка повинна дати відповідь на причини аварії.

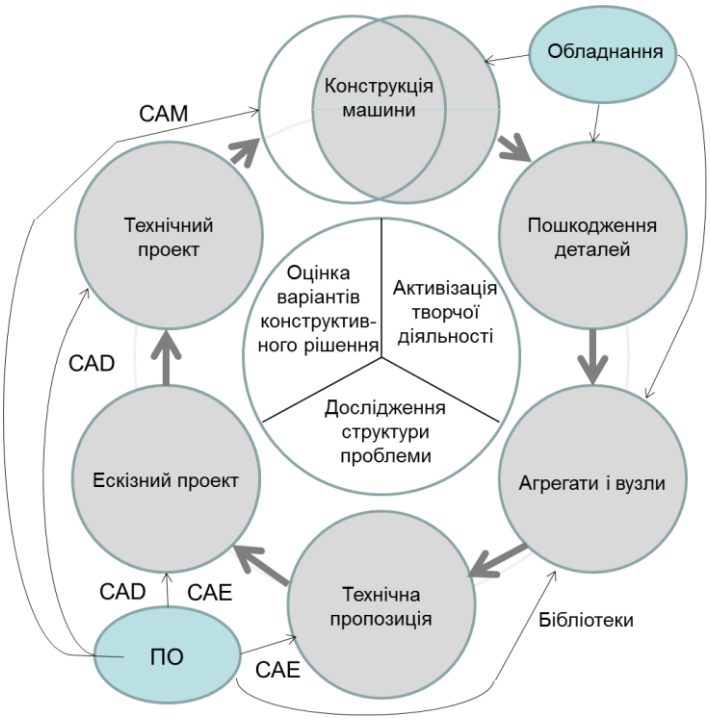

Рис. 3 – Модель проекту зворотного інжинірингу

Після того як розшифровані параметри агрегатів і вузлів практично вирішують задачу пошуку концепції нового виробу з новими функціями або зміненою конструкцією з використанням методу активізації творчої діяльності. Проектування включає стадії: технічна пропозиція, ескізний проект і технічний проект [8]. При цьому широко використовують метод оцінки варіантів конструктивного рішення, як для контролю, так і в операційній діяльності [10]. Розробляють проектну документацію з використанням модулів CAD і технологічний процес з використанням модулів CAM. При управлінні проектом виконують наступні процедури: визначення типу зворотного інжинірингу, визначення ієрархічної структури робіт для вибраного типу зворотного інжинірингу, визначення типу операцій, визначення послідовності операцій і ін. Кожний проект зворотного інжинірингу включає процес проектування. Відмінними рисами управління процесом проектування в проектах зворотного інжинірингу, є те, що процес проектування є операційною діяльністю, а групи процесів управління проектами і процес проектування містять, в тому числі, однакові процедури. Це процедури, які пов’язані із

ISSN 2311-4738 (print)
ISSN 2413-3000 (online)

застосуванням евристичних прийомів, таких як: колективне обговорення, складання матриці, використання експертних оцінок і т.п. Крім того, це процедури організаційно-технічного характеру, такі як: використання принципу уніфікації та стандартизації, методів секціонування і базового агрегату і т.п.

Моделі процесів виконання зворотного інжинірингу включають процедури проектування, але процес виконання не зводиться тільки до проектування. Процедури, що використовуються при зворотному інжинірингу можна розділити на чотири групи процедур, які: реалізують евристичні методи; реалізують можливості програмних комплексів CAD/CAM/CAE; метрологічні вимірювання і випробування матеріалів і організаційно-технологічні. Такий підхід дав можливість сформувати модель процесу виконання зворотного інжинірингу в вигляді послідовності процедур.

У якості приклада розглянемо концептуальний зворотній інжиніринг. Аналіз фактичного стану і розшифрування параметрів деталей і вузлів виробу потребує, зазвичай, виконання наступних процедур: фотофіксація (P_5), макро- и мікроаналіз металів та сплавів (P_6), визначення твердості (P_7), випробовування механічних властивостей (P_8), віброакустичні вимірювання (P_9). Виявленні в процесі аналізу фактичного стану пошкоджені елементи дозволяють виконати евристичний прийом - виділення елементів (P_1).

Необхідна детальна інформація про конструкцію пошкоджених елементів і деталей, з ними пов'язаних. Для цього вимірюють міжосьові відстані (P_{10}), посадочні поверхні (P_{11}), а при необхідності робочі поверхні зубчастих коліс, шліців, кулачків та інших спеціальних профілів (P_{12}).

Використовують бібліотеки стандартних деталей (P_{13}) і встановлюють стандарти, на основі яких спроектовано виріб (P_{16}), використовують бібліотеки стандартних елементів деталей (P_{14}) і визначають стандартні вузли, деталі, елементи деталей (P_{17}). Використовують модулі CAE для реалізації стандартних методик розрахунку деталей (P_{15}) і встановлюють розрахункові навантаження для вузлів і деталей (P_{18}), а також розташування і сполучення пошкоджених елементів. Це дозволяє виконати наступну процедуру – виявлення взаємозалежних і незалежних груп елементів (P_2).

Після вивчення конструкції виробу (P_{19}) встановлюють входи і виходи системи (P_3). Частина конструкції виробу, що містить пошкоджені вузли та деталі, повинні бути формалізована у вигляді графа або матриці (P_4). Ця модель із залученням розрахункових залежностей перетворюється в математичну модель конструкції (P_{20}). На підставі створеної моделі роблять висновок про причини пошкоджень.

Певну послідовність дій прийнято називати 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 евроритмом *S*. Евроритм для процесу виконання концептуального зворотного інжинірингу можна представити у вигляді такої послідовності процедур – моделі процесу виконання

$$S - (P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_1, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{16}, P_{14}, P_{17}, P_{15}, P_{18}, P_2, P_{19}, P_3, P_4, P_{20}).$$

Для багатофазних проектів концептуального інжинірингу узагальнений метод дослідження структури проблеми може застосовуватися кілька разів. При двофазному проект евристичний метод має наступний вигляд

$$S - (P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_1, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{12}, P_{16}, P_{14}, P_{17}, P_{15}, P_{18}, P_2, P_{19}, P_3, P_4, P_1, P_{13}, P_{16}, P_{14}, P_{17}, P_{15}, P_{18}, P_2, P_3, P_4, P_{20}).$$

Для аналізу доцільності виконання проекту зворотного інжинірингу потрібна модель, яка зв'язує економічні показники проекту зворотного інжинірингу. Нами запропонована наступна залежність

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

яка включає економічні показники проекту:

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. Сумарна вартість робот з усіх трьох фаз має бути менше ніж залишкова вартість та вартість можливого ремонту – Z_p.

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

Також сумарна вартість робот з усіх трьох фаз має бути набагато меншою ніж придбання нового виробу ідентичного наявному - *Z*.

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

Висновки. При відтворенні конструкції, технічних характеристик і технічної документація за наявними зразками виробів в групі процесів ініціації повинен бути зроблений вибір типу зворотного інжинірингу – концептуальний, агрегатний або повний. Встановлено, що в порівнянні з загальновідомою моделлю однофазного проекту по стандарту PMBOK в проекті зворотного інжинірингу додаються дві фази – ідентифікація і трансформація. Фаза ідентифікації складається з стадій аналіз фактичного технічного стану та розшифровки. У фазі трансформації кількість стадій збігається з кількістю застосовуваних евристичних методів. Моделі процесів виконання для трьох типів завдань зворотного інжинірингу повинні бути побудовані на базі

інтеграції евристичних методів з програмними комплексами проектування. Розроблено модель процесу виконання у вигляді евроритму концептуального зворотного інжинірингу, яка в згорнутому вигляді містить специфікацію процедур. Встановлено, що сумарна вартість проекту зворотного інжинірингу має бути меншою ніж залишкова вартість та вартість можливого ремонту.

Список літератури:

1. *Varady, T.* Reverse engineering of geometric models – an introduction [Text] / *T. Varady, R. Martin, J. Cox* // Computer–Aided Design. 1997. – № 29 (4). – P. 255–268. doi: 10.1016/s0010-4485(96)00054-1
2. *Behrens, W.* Manual for the preparation of industrial feasibility studies. Newly revised and expanded edition [Електронний ресурс] / *W. Behrens, P.M. Hawranek*. – Vienna : United nations industrial development organization, 1991. – 342 p. – Режим доступу: https://owaisshafique.files.wordpress.com/2011/04/manual_for_the_preparation_of_industrial_feasibility_studies.pdf. – Дата звернення : 29 листопада 2016.
3. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) [Електронний ресурс]. Project Management Institute, 2008. – Режим доступу : http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards/pmbok-guide.aspx. – Дата звернення : 29 листопада 2016.
4. *Mosse, R.* Performance Monitoring Indicators. Handbook [Text] / *R. Mosse, L. E. Sontheimer*. – Washington, D.C. : The International Bank for Reconstruction and Development, 1996 – 334 p.
5. *McConnell, C.* Economics: Principles, Problems, & Policies [Text] / *C. McConnell, S. Brue*. – New York : McGraw – Hill Education, 1994. – 773 p.
6. *Бушуев, С. Д.* Модели и методы стратегического развития организаций от видения к реальности [Текст] / *С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева* // Управління проектами та розвиток виробництва : зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. – № 4 (16). – С. 5–13.
7. *Tanaka, H.* Innovative development and meta program management of a new generation of mega projects in the oil & gas and infrastructure sectors [Text] / *H. Tanaka, S. Bushuyev* // Управління розвитком складних систем. – 2013. – № 16.
8. *Шахов, А. В.* Проектирование жизненного цикла ремонтопригодных технических систем [Текст] / *А. В. Шахов*. – Одесса : Феникс, 2005 – 164 с.
9. *Иванов, В. В.* Эвристические модели в машиностроении [Текст] / *В. В. Иванов*. – Одесса : АО Бахва, 2012. – 234 с.
10. *Иванов, В. В.* Управление проектами обратного инжиниринга [Текст] / В. *В. Иванов* // Вісник національного технічного університету ХПІ. – 2015. – № 1 – С. 122–127.

References (transliterated):

1. Varady T., Martin R., Cox J. Reverse engineering of geometric models – an introduction. *Computer–Aided Design*. 1997, no 29 (4), pp. 255–268. doi.org/10.1016/s0010-4485(96)00054-1
2. Behrens W., Hawranek P. M. *Manual for the preparation of industrial feasibility studies*. Newly revised and expanded edition. Vienna, United nations industrial development organization, 1991. – 342 p. Available at: https://owaisshafique.files.wordpress.com/2011/04/manual_for_the_preparation_of_industrial_feasibility_studies.pdf. (accessed 29.11.2016)
3. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Project Management Institute, 2008. Available at: http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards/pmbok-guide.aspx. (accessed 29.11.2016)
4. Mosse R., Sontheimer L.E. *Performance Monitoring Indicators. Handbook*. Washington, D. C., The International Bank for Reconstruction and Development, 1996 – 334 p.
5. McConnell C., Brue S. *Economics: Principles, Problems, & Policies.* New York, McGraw–Hill Education, 1994. – 773 p.
6. Bushuev S. D., Bushueva N. S. Modeli i metody strategicheskogo razvitija organizacij ot videnija k real'nosti. [Models and methods of organizational strategic development from “vision” to reality]. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnytstva*. [Project management and Production Development]. Lugansk, West National University of V. Dal’ Publishing, 2005, no 4 (16), pp. 5–13.
7. Tanaka H., Bushuyev S. Innovative development and meta program management of a new generation of mega projects in the oil & gas and infrastructure sectors. *Upravlinnya rozvytkom skladnykh system* [Managing the development of complex systems]. 2013, no 16.
8. Shahov A. V. *Proektirovanie zhiznennogo tsikla remontoprigodnyih tehnicheskih sistem* [Designing serviceable life cycle of technical systems]. Odesa, Feniks, 2005. 164 p.
9. Ivanov V. V. *Evristicheskie modeli v mashinostroenii* [Heuristic models in engineering]. Odesa, A. O. Bahva, 2012. 234 p.
10. Ivanov, V. V. Upravlenie proektami obratnogo inzhiniringa [Reverse Engineering Project Management]. *Visnyk natsional'noho tekhnichnoho universytetu KhPI* [Bulletin of the National Technical University KPI]. 2015, no 1, pp. 122–127.

Надійшла (received) 03.12.16

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic description

Моделі проекту зворотного інжинірингу / В. В. Іванов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 2 (1224). – С. 52–57. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2311–4738.

Модели проекта обратного инжиниринга / В. В. Иванов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 2 (1224). – С. 52–57. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2311–4738.

Models of project reverse engineering / V. Ivanov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management. – Kharkov : NTU "KhPI", 2017. – No. 2 (1224). – P. 52–57. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2311–4738.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Author

Іванов Віктор Володимирович – доктор технічних наук, доцент, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри машинознавства та деталей машин, м. Одеса; тел.: (097) 210–14–89; e–mail: vvict@ukr.net.

Иванов Виктор Владимирович – доктор технических наук, доцент, Одесский национальный политехнический университет, профессор кафедры машиноведения и деталей машин, г. Одесса; тел.: (097) 210–14–89; e–mail: vvict@ukr.net.

Ivanov Viktor Volodymurovych – Doctor of Technical Sciences, Docent, Odesa National Polytechnic University, Professor at the Department of Machinery and elements of machine, Odesa; tel.: 097) 210–14–89; e–mail: vvict@ukr.net.