

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра цифрових технологій та проєктно-аналітичних рішень

## **АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»  
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

**на тему «Дослідження та проектування програмних  
компонентів системи бюджетних контролів»**

Здобувач



Яна БУГАЄЦЬ

КРИВИЙ РІГ 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень.

Керівник:



САГАЙДА Павло Іванович,  
д-р техн. наук, доцент, професор  
каф. ЦТПАР

Захист відбудеться 24 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні  
екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting\\_M2U2NzIlMmQtMDU1NS00NDAzLWI4YzltM2VmNjNhOVM0NWI1%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d](https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_M2U2NzIlMmQtMDU1NS00NDAzLWI4YzltM2VmNjNhOVM0NWI1%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 20 січня 2024 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Вдосконалення бізнес-процесів через впровадження цифрових методів є важливою умовою розвитку сучасних підприємств, що сприяє підвищенню їх ефективності та конкурентоспроможності.

З метою автоматизації управління ресурсами підприємства та систематизованими бізнес-процесами, компанії можуть обирати впровадження програмного забезпечення на базі систем ERP. Такі рішення є виправданими економічно та з точки зору операційної ефективності. Але ці рішення можуть не відповідати всім потребам компанії чи не враховувати особливості умов ведення бізнесу. Тому підприємства, що орієнтовані на розвиток та працюють в середовищі безперервних покращень, досліджують та впроваджують інноваційні підходи до змін, в тому числі наявних програмних комплексів, через доопрацювання їх компонентів. Такий метод автоматизації управління дозволяє одночасно покращувати результати операційної діяльності та оптимізувати витрати. Одним з таких підходів є роботизація бізнес-процесів або їх роботизована автоматизація.

Технологія RPA (англ. Robotic Process Automation) використовує програмних роботів та можливості штучного інтелекту для виконання поставлених завдань без втручання людини. Robotics Process Automation (RPA) – технологія з автоматизації бізнес-процесів на базі платформ, що ґрунтуються на виконанні роботом запрограмованого алгоритму дій в інтерфейсі інформаційних систем компанії.

Роботи програмуються з використанням підходу низького рівню залучення програмного коду Low Code Automation (LCA). Ця методологія створення програмного забезпечення дозволяє розробникам створювати програми швидко та ефективно, використовуючи інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та попередньо побудовані компоненти з мінімальним написанням програмного коду або взагалі без його написання.

Актуальність теми.

Актуальність використання технологій RPA обумовлена рядом причин, основні з них – це ті переваги, які отримує компанія за рахунок роботизації бізнес-процесів:

- підвищення продуктивності та оптимізація використання людського ресурсу за рахунок прискорення виконання задач.
- зниження витрат на оплату праці;
- аналіз великого об'єму даних;
- зменшення помилок;
- гнучкість та швидкість реагування, роботи можуть бути швидко скореговані при зміні бізнес-середовища;
- швидка інтеграція з інформаційними системами компанії;

- покращення клієнтського сервісу;
- якість аналітики;
- підвищення безпеки.

Актуальність теми визначається насущною потребою бізнес-середовища в автоматизації саме процесу "Бюджетні контролі" у системі SAP ERP. Ефективне управління бюджетними ресурсами вирішально впливає на фінансовий стан підприємства, взаємодіючи з іншими крос-функціональними процесами та фінансовими показниками.

Мета дослідження.

Метою дослідження є вивчення проблематики та розробка автоматизованого рішення, спрямованого на оптимізацію існуючих недоліків бізнес-процесів "Бюджетні контролі" з використанням технології роботизації RPA.

Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є бізнес-процес "Бюджетні контролі" в ERP системі SAP та вплив дефіцитів системних бюджетних контролів на ефективність функціонування системи.

Предмет дослідження.

Предметом дослідження є розробка програмних компонентів або систем, спрямованих на оптимізацію бізнес-процесу та дослідження можливостей автоматизації процесів за допомогою роботизованих рішень RPA.

Задачі дослідження.

Відповідно до зазначеної мети поставлено наступні задачі:

огляд та вивчення підходів та концепцій з проблеми усунення програмних недоліків бізнес-процесу «Бюджетні контролі», дослідження методів та алгоритмів роботизації бізнес-процесів, проектування та розробка програмно-методичного комплексу для аналізу даних та інформаційної підтримки діяльності процесу автоматизації бюджетних контролів, проведення та аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень, економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень, тестування та впровадження розроблених програмних компонентів.

Методи дослідження.

Дослідження базується на комбінації наукових та технічних методів, спрямованих на досягнення поставлених завдань. В роботі використовуються методи моделювання та аналізу даних. Розроблені діаграми активностей з чітким та структурованим описом роботизованих процесів, що використовуються для відображення послідовності дій у процесі, допомагають візуалізувати робочі кроки, умови та рішення, які будуть реалізовані в роботизованому середовищі.

Наукова новизна.

Запропоновано розробку роботизованої системи, яка дозволить забезпечити прийняття рішень на базі аналізу даних системи без упередженого впливу людського фактору з використанням заданих сценаріїв та розробленої логіки процесу з доказом її ефективності.

Практичне значення отриманих результатів.

Полягає в розробці додаткових інструментів контролю за використанням фінансових ресурсів компанії.

Апробація отриманих результатів: Основні положення та результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції «MININGMETALTECH 2023 – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти»,

29 - 30 листопада 2023 року в ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» [1]

Структура та обсяг роботи.

Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків. Загальний обсяг роботи становить 88 сторінок, робота містить 25 рисунків, 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 33 джерел.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Впровадження ERP-систем є ключовим етапом для оптимізації бізнес-процесів підприємств і суттєво автоматизує їх та систему управління ресурсами підприємства загалом. Тим не менше, підприємства мають специфіку внутрішнього та зовнішнього бізнес-середовища, яка вимагає додаткових змін і доопрацювання стандартних рішень цієї системи. Технологія роботизації RPA є ефективним інструментом для реалізації усунення деяких системних дефіцитів системи SAP ERP, дозволяючи роботизувати передбачувані бізнес-процеси та підвищити точність та ефективність управління ресурсами підприємства, збільшити продуктивність та спростити вирішення завдань, зменшуючи вплив людського фактору та покращити реагування на зміни. Вона є ефективним інструментом для автоматизації рутинних завдань та підвищення продуктивності бізнес-процесів.

Поєднання RPA з розширеною аналітикою даних визначається як стратегічна ініціатива, що дозволяє підприємствам швидше приймати обґрунтовані рішення та підвищує їх здатність адаптуватися до змін.

Низькокодова автоматизація, така як методологія Low Code Automation, все частіше розглядається як ключовий фактор для

швидкого та ефективного розгортання програмного забезпечення, спрощуючи процес розробки та забезпечуючи гнучкість у використанні.

Для забезпечення оптимальних результатів при використанні технології RPA важливо ретельно обирати проблему для вирішення, враховуючи проблематику та недоліки, такі як змінюваність інтерфейсу технологій RPA та потреба в адмініструванні та оновленні технічної документації. Необхідно враховувати потребу активного управління ризиками для забезпечення стабільності та ефективності впроваджених рішень. Використання математичних моделей при розробці роботизованого рішення є обґрунтованою і важливою необхідністю, що забезпечує стандартизацію та гнучкість у встановленні умов і дій, а також управління змінами. Такий підхід сприяє підтримці високої ефективності та адаптивності в умовах змінного бізнес-середовища.

За напрямком "Бюджетні контролю" існують системні дефіцити. Це означає, що система дозволяє користувачам здійснювати дії, які не були передбачені розробниками ERP-системи і які мали бути обмежені. Ці дії призводять до нецільового відволікання робочого капіталу, наприклад, в закупівлю запасів товарно-матеріальних цінностей без можливості їх використання через обмеження ліміту витрат. Тобто дії користувача призводять до необґрунтованих закупівель запасів для ремонтів без можливості списання. Ця ситуація впливає на інші види бюджетів, таких як бюджет закупівель, бюджет платежів, а також на інші крос-функційні процеси. Цей основний ризик пов'язаний з відмовою від потреби в матеріалах та видаленні такої потреби, при тому, що закупівлі відмінити неможливо. Ці ризики можуть виникати на різних етапах бюджетного процесу і потребують розробки ефективного програмно-методичного рішення.

Дослідивши існуючі потреби в доопрацюванні деяких компонентів системи бюджетних контролів та завдання такого доопрацювання, необхідно розробити моделі і алгоритмічне забезпечення роботизованих компонентів автоматизованого процесу, який є об'єктом дослідження. Розроблена модель і алгоритми обробки даних та відповідне рішення для оптимізації роботизованих компонентів автоматизації процесу "Бюджетні контролю" має на меті запобігання нецільовому використанню ліміту для лімітованих статей бюджетних витрат, зокрема для ремонтів. Модель і методика обробки і аналізу даних включає в себе впровадження математичних перевірок, взаємодію роботів RPA, аналіз даних. Запропоноване рішення забезпечує також автоматизацію процесу перепланування ремонтних планів та потреби в товарно-матеріальних цінностях.

Моделювання виконано з використанням діаграмних методик Unified Modeling Language (UML) переважно у вигляді діаграм активностей, які відображають структуру всіх груп роботів та їх взаємодію. Так як модель є багатомірною та складною, перш за все необхідно опрацювати загальну концепцію роботизованого рішення.

Модель передбачає взаємодію трьох груп роботів. Деякі з роботів також взаємодіють з користувачами, хмарними сховищами, іншими програмними модулями, наприклад, Microsoft Power BI.

Виконана розробка програмно-методичного комплексу, який спрямований на аналіз даних та інформаційну підтримку процесу автоматизації бюджетних контролів. Серед результатів розробки, представлені: роботизований процес "Обробка запитів на перепланування та коригування матеріалів ТОРО" (представлено основні етапи та використані UML-діаграми для зображення взаємодії роботів); роботизований процес "Закупівлі", що включає коригування потреб на закупівлю ТМЦ з блокуванням ліміту (наведено опис та UML-діаграми для ілюстрації взаємодії складових); роботизований процес "Перенесення бюджету між резервними СПП" (наведено основні компоненти та UML-діаграму для процесу перенесення ліміту); роботизований процес "Видача ліміту бюджету для деблокування замовлень ТОРО" (наведено відповідний опис та UML-діаграма). Результатом розробки є логічні моделі комплексу, які ілюструють загальний підхід, а також особливості реалізації та оптимізації бюджетних контролів через використання роботизованих процесів.

Цей етап має вирішальне значення при використанні роботизованих рішень: в продуктивній системі робот зчитує завдання, які він має виконувати, саме з детально розроблених діаграм активностей, і діє згідно заданих алгоритмів. В цьому програмно-методичному комплексі використовується переважно технологія Blue Prism, роботи працюють на окремій віртуальній машині.

Детальні описи роботизованих процесів є базовими чіткими інструкціями для команди розробників. Фактично якість розробки програмно-методичного комплексу у вигляді описів процесів та діаграм активностей впливає на швидкість та якість впровадження таких рішень.

Наведено результати експериментальних досліджень функціональності та ефективності роботи програмно-методичного комплексу, а саме детальний опис роботи роботизованих програмних компонентів по переносу бюджетних лімітів між резервними елементами структурних планів проекту, їх взаємодію з користувачем-ініціатором через відповідну платформу, а також взаємодію робота з системою SAP ERP, поштовою програмою, хмарним сховищем та Power BI. Опис саме цього процесу наведено

як приклад. Повний пакет документів містить опис усіх роботизованих процесів та їх взаємодію та не може бути включений до кваліфікаційної роботи в повному об'ємі через великий розмір та непублічність цієї інформації. Цей опис дає розуміння формату взаємодії бізнес-аналітиків та програміста-розробника та містить частину проектної документації без якої впровадження неможливо.

Для прийняття рішення доцільності впровадження програмно-методичного комплексу потрібно провести економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень.

Було виявлено, що компанія, яка була базою для написання роботи, має розроблений алгоритм для розрахунку витрат на впровадження проектів розробки. В роботі визначено економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень для цієї компанії. Для проектів в компанії роботизації були розроблені критерії відбору, включаючи масштаб, документованість, централізованість, економію, відповідність критеріям роботизації та інші. Процес пріоритезації враховує такі метрики, як кількість активів, чутливість даних та неоднорідність даних.

Кожен проект оцінюється за допомогою кількох критеріїв, включаючи вартість послуг розробки порівняно з очікуваним ефектом від впровадження.

Для досліджуваного проекту зроблена оцінка ключових показників, таких як відсутність зростання запасів та очікуваний відсоток скорочення запасів без потреби а також вплив на операційну ефективність, Зокрема скорочення трудовитрат та зростання ліквідності робочого капіталу.

Важливим етапом є оцінка ризиків, яку виконано за допомогою матричної візуалізації. Крім того, розглянуто ризик інтеграції через плани заміни системи SAP ERP на оновлену версію SAP 4/HANA.

Після оцінки всіх відповідних параметрів можна зробити висновок, що проект є економічно обґрунтованим та ефективним, і його було погоджено для реалізації.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано принципи управління розробкою програмних компонентів, засобів автоматизації проектування, в тому числі RPA; процедури оформлення бізнес-вимог та опису процесів роботизації.

Було виконано основні завдання роботи: аналіз проблематики та предметної області, розробка програмно-методичного комплексу роботизованого процесу RPA, аналіз методів та моделей і вибір оптимального рішення, описанні результати теоретичних та експериментальних досліджень, зроблено їх економічне обґрунтування.

Виконання роботи сприяло досягненню результатів:

- досліджений процес автоматизації та роботизації;

- переваги та недоліки інструментів RPA, перспективи використання технології RPA;
- виявлено яким чином використовуються рішення RPA для оптимізації бізнес-процесів,
- проведено огляд наукових джерел для здійснення аналізу сучасних методів, моделей та інформаційних технологій RPA для ERP-системи, зокрема SAP;
- освоєно засоби проектування і моделювання RPA;
- розроблено пропозиції для вдосконалення бізнес-процесу «Бюджетні контролі»;
- описано бізнес-ідею, сформовані основні тези бізнес-вимог;
- отримані практичні навички розробника програмних продуктів та дослідника,
- підтверджено наукову новизну досліджуваної предметної області,
- доведено ефективність та доцільність оптимізації бізнес-процесів через їх автоматизацію з використанням набутих теоретичних знань під час навчання.

## ВИСНОВКИ

У роботі обґрунтовується актуальність теми дослідження, формулюється мета та завдання, об'єкт, предмет дослідження, розкривається практичне значення одержаних результатів дослідження, наводяться данні щодо їх апробації.

Здійснено огляд наукової літератури за темою магістерської роботи, відзначено, що технології роботизованої автоматизації RPA є дієвим та результативним інструментом для покращення управління ключовими бізнес-процесами, забезпечуючи ефективне та неупереджене прийняття рішень на основі аналізу даних та стану системи ERP з елементами прогнозування та мають суттєвий економічний ефект при умові вдалого впровадження з попереднім етапом тестування можливих сценаріїв.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано принципи управління розробкою програмних компонентів, засобів автоматизації проектування, в тому числі RPA; процедури оформлення бізнес-вимог та опису процесів роботизації. Розглянуто сильні і слабкі сторони рішень, які спрощуються на базу підходу Low Code Automation, а саме платформ RPA та описано формальні підходи до управління такими ризиками.

Аналіз показав, що використання автоматизації з залученням роботизованих процесів дозволяє оптимізувати систему ERP –

систему та підвищити ефективність бізнес-процесу «Бюджетні контролю», більш достовірно прогнозувати її майбутній стан. І тому є ефективним підходом.

Було проведено ретельний аналіз та моделювання програмно-методичного комплексу. Запропоновано представити структурно-функціональну модель у вигляді діаграм активностей UML. Зроблено опис структури роботизованих процесів та їх параметрів, сформовано технічне замовлення запиту на зміни в системі SAP ERP.

Виконання роботи сприяло досягненню результатів:

- досліджений процес автоматизації та роботизації;
- переваги та недоліки інструментів RPA, перспективи використання технології RPA;
- виявлено яким чином використовуються рішення RPA для оптимізації бізнес-процесів,
- проведено огляд наукових джерел для здійснення аналізу сучасних методів, моделей та інформаційних технологій RPA для ERP-системи, зокрема SAP;
- освоєно засоби проектування і моделювання RPA;
- розроблено пропозиції для вдосконалення бізнес-процесу «Бюджетні контролю»;
- описано бізнес-ідею, сформовані основні тези бізнес-вимог;
- отримані практичні навички розробника програмних продуктів та дослідника,
- підтверджено наукову новизну досліджуваної предметної області,

доведено ефективність та доцільність оптимізації бізнес-процесів через їх автоматизацію з використанням набутих теоретичних знань під час навчання.

Були виконані економічні розрахунки, щодо впливу ідентифікованих недоліків на економічні показники компанії. Також виконана оцінка існуючих ризиків та ризиків впровадження. Розраховані витрати на впровадження запропонованих змін та здійснено прогнозування економічного ефекту від впровадження.

## ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Bugaiets I.V., Sahaida P.I. ANALYSIS OF METHODS AND MODELS FOR DESIGNING A BUDGETARY CONTROL SYSTEM //Publishing House “Baltija Publishing”. – 2023.

АНОТАЦІЯ

Бугаєць Я.В. Дослідження та проектування програмних компонентів системи бюджетних контролів. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки та цифровий інтелект». – ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Актуальність роботи визначається потребою бізнес-середовища компанії в автоматизації бізнес-процесу «Бюджетні контролі» в системі SAP ERP. Надійно працюючі бюджетні контролі суттєво покращують фінансовий стан підприємства, впливають на інші крос-функціональні процеси і фінансові показники. Завдяки швидкому розвитку інформаційних технологій нові підходи до розробки програмних компонентів можуть значно підвищити ефективність системи бюджетних контролів. Одним з таких підходів є впровадження роботизованих процесів на базі технології RPA.

Метою роботи є дослідити проблематику та розробити автоматизоване рішення, що оптимізує існуючі дефіцити бізнес-процесів «Бюджетні контролі» на базі технології роботизації RPA.

Предмет дослідження: розробка програмних компонентів або систем, які оптимізують досліджуваний бізнес-процес, вивчення шляхів автоматизації процесів на базі роботизованих рішень RPA.

Об'єкт дослідження: бізнес-процес «Бюджетні контролі» в ERP системі SAP та вплив дефіцитів системних бюджетних контролей на ефективність функціонування системи.

Ключові слова: ERP-система, RPA, SAP ERP, автоматизація, бізнес – вимоги, бізнес – процес, роботизація, діаграма активностей.

## ABSTRACT

Bugaiets I.V. Researching and designing software components of the budgetary control system. Theses for a Master's degree in the specialty 122 Computer Science, Educational Programme "Computer Science and Digital Intelligence". – TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Kryvyi Rih, 2024.

The relevance of the work is determined by the business environment's need for automating the business process of "Budgetary Controls" in the SAP ERP system. Effective budgetary controls significantly improve the financial state of the enterprise, impacting other cross-functional processes and financial indicators. Due to the rapid development of information technologies, new approaches to developing software components can significantly enhance the efficiency of budgetary control systems. One of these approaches is the implementation of robotic processes based on RPA (Robotic Process Automation) technology.

The aim of the work is to explore the issues and develop an automated solution that optimizes existing deficiencies in the "Budgetary Controls" business processes using RPA technology.

Research subject: development of software components or systems that optimize the investigated business process, studying ways to automate processes based on robotic solutions (RPA).

Research object: the "Budgetary Controls" business process in the SAP ERP system and the impact of deficiencies in system budgetary controls on the system's performance efficiency.

Key words: ERP system, RPA (Robotic Process Automation), SAP ERP, automation, business requirements, business process, robotics, activity diagram.