

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах процесного управління
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи УПГІТм-21-1
Олександр ГАЛАЙДА
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)


Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
(повна назва освітньої програми)

Керівник професор каф. ІУС Сергій ЧАЛИЙ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри


(підпис)


Костянтин ПЕТРОВ
(власне ім'я, прізвище)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Інформаційних управляючих систем
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)
« 03 » квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Галайді Олександр Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах процесного управління
затверджена наказом університету від 03 квітня 2023 р. № 319Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 16 05 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації та інтернет джерела з тематики кваліфікаційної роботи

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Провести аналіз матеріалів та загальний огляд створення моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ проектах процесного управління. Провести збір та аналіз даних про самі ІТ проекти, про виявлення різних моделей та їх відмінності, їх характеристики та зв'язки. Дослідити розроблення та застосування моделей. Провести аналіз та узагальнення результатів дослідження.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання для кваліфікаційної роботи	3.04.2023	Виконано
2	Аналіз предметної області для кваліфікаційної роботи	4.04.2023 – 8.04.2023	Виконано
3	Формування плану роботи на кваліфікаційною роботою	9.04.2023 – 11.04.2023	Виконано
4	Робота над теоретичними відомостями для кваліфікаційної роботи	12.04.2023 – 19.04.2023	Виконано
5	Аналіз існуючих моделей послідовностей робіт з обмеженнями в IT-проектах процесного управління	20.04.2023 – 22.04.2023	Виконано
6	Аналіз моделей робіт з обмеженнями в IT-проектах процесного управління на практиці	22.04.2023 – 25.04.2023	Виконано
7	Оформлення звіту та висновків	25.04.2023 – 30.04.2023	Виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи	19.05.2023	Виконано

Дата видачі завдання 3 квітня 2023 р.

Студент _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

професор каф. ІУС Сергій ЧАЛИЙ

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 78 с., 13 рис., 3 табл., 35 джерел.

МОДЕЛІ РОБІТ, ОБМЕЖЕННЯ, ПОСЛІДОВНІТЬ РОБІТ, ПРОЦЕСНЕ УПРАВЛІННЯ

Об'єкт дослідження – моделі послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах процесного управління.

Мета дослідження – дослідити, порівняти та проаналізувати моделі послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах процесного управління.

Метод рішення – за дослідити існуючі методи побудови моделей послідовностей робіт з обмеженнями, порівняти різні методи їх організації, визначити структури та зв'язки різних обмежень, їх використання, типи та взаємодії.

ABSTRACT

Explanatory note to the Master's thesis: 78 pages, 13 figures, 3 tables, 35 sources.

CONSTRAINTS, PROCESS MANAGEMENT, SEQUENCE WORK, WORK MODELS

The object of the study is models of work sequences with limitations in IT process management projects.

The purpose of the study is to investigate, compare and analyze models of work sequences with limitations in IT-projects of process management.

The solution method is to investigate the existing methods of building work sequence models with constraints, to compare different methods of their organization, to determine the structures and connections of various constraints, their use, types and interactions.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ.....	8
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Аналіз особливостей процесного управління.....	10
1.2 Дослідження моделей бізнес процесів	17
1.3 Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями.....	22
1.4 Постановка задачі дослідження.....	31
2 Моделі послідовностей робіт з обмеженнями на основі правил.....	32
2.1 Структуризація правил, що обмежують послідовність робіт бізнес процесу.....	32
2.2 Порівняння та вдосконалення модель послідовностей робіт з бізнес правилами.....	38
3 Розробка ІТ-проєкту модулю підтримки обмеження на основі бізнес правил при процесного управління	51
3.1 Розробка моделі проєкту за допомогою інформаційної технології....	51
3.2 Оптимізація проєкту за показниками час – вартість.....	54
3.3 Оптимізація проєкту за ресурсами.....	55
4 Реалізація моделі послідовностей робіт з обмеженнями.....	63
4.1 Атрибути та особливості для реалізації моделі з обмеженнями.....	63
4.2 Архітектура системи та прототип моделі з обмеженнями.....	66
4.3 Приклад і реалізації моделі.....	68
Висновки.....	73
Перелік джерел посилання.....	74

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БП – Бізнес-процес

ІПТ – Інформаційно-пошукові технології;

ІС – Інформаційна система;

ВОД – Обмеження обов'язковість обов'язків

BPMN – Business Process Model and Notation

CBRS – Content based recommender systems

CBPM – Constraint-based Business Process Management Mode

CCM – Critical Chain Method

CPM – Critical Path Method

IR – Information Retrieval System

IMDB – Internet Movie Database

PERT – Program Evaluation and Review Technique

ВСТУП

У сучасному світі ІТ-проекти є невід'ємною складовою багатьох сфер діяльності, від бізнесу до науки та громадського сектору. При цьому ефективне управління такими проектами дуже важливо для досягнення успіху та отримання бажаних результатів. Одним з ключових елементів процесу управління є моделювання послідовностей робіт, яке враховує обмеження, такі як час, ресурси, вартість та інші. У даному дослідженні буде розглянуто детально різні моделі таких послідовностей робіт та їх застосування в процесі управління ІТ-проектами. Також будуть розглянуті важливі аспекти, пов'язані з вибором оптимальної моделі та її параметрів, а також питання взаємодії з іншими елементами процесу управління ІТ-проектом.

Будь-який ІТ-проект має складну структуру та вимагає послідовного виконання робіт з дотриманням обмежень термінів, бюджету та якості. Процесне управління дозволяє ефективно керувати проектами та виконувати роботи відповідно до плану. Однак, з розвитком сучасних інформаційних технологій з'являється все більше обсягів даних та складніших завдань, що можуть затримувати процес виконання проекту. Тому, дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах процесного управління є актуальним напрямом досліджень. У цій роботі буде розглянуто різні моделі та їх ефективність в реальних умовах.

Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах процесного управління може допомогти удосконалити існуючі методики та розробити нові рішення для ефективного вирішення задач в умовах обмежень. У цій роботі ми досліджуємо існуючі моделі послідовностей робіт з обмеженнями, проводимо їх порівняльний аналіз, а також розробляємо нову модель і перевіряємо її ефективність на прикладі конкретного ІТ-проекту. Метою робіт є знаходження найкращих рішень для процесного управління в ІТ-проектах з обмеженнями, щоб забезпечити їх вчасне та якісне завершення.

У зв'язку з ростом конкуренції в галузі ІТ-розробки та зростанням вимог до якості продукту, ефективність процесного управління стає все важливішою. Моделі послідовностей робіт з обмеженнями можуть допомогти підвищити ефективність процесів управління, що в свою чергу може привести до більш якісного та швидкого завершення проектів, що відповідають вимогам замовника. Також дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями може допомогти підвищити рівень довіри замовників до компаній-розробників, оскільки забезпечення якості та вчасного завершення проекту - це важливі чинники для успіху будь-якої компанії.

У цьому дослідженні ми досліджуємо проблему ефективного процесного управління в ІТ-проектах з обмеженнями, що є ключовою проблемою для багатьох компаній. Результати нашого дослідження можуть бути корисними для менеджерів проектів та розробників програмного забезпечення, які прагнуть підвищити ефективність своєї роботи та отримати конкурентну перевагу на ринку ІТ-послуг.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз особливостей процесного управління

Метою цього дослідження є дослідження моделей управління процесами та обмежених процедур в ІТ-проектах, щоб покращити ефективно управління цими проектами та забезпечити швидке та своєчасне виконання проектів відповідно до вимог замовника.

Для досягнення поставленої мети в рамках дослідження будуть проведені аналіз наявних методів та підходів до управління проектами в ІТ-галузі з обмеженнями, вивчення та порівняння різних моделей послідовностей робіт з обмеженнями, а також дослідження практичних прикладів використання цих моделей можуть включати різні сфери в реальних проектах. Результатом дослідження буде створення рекомендацій щодо вибору та використання певних моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах процесного управління для досягнення максимальної ефективності та якості роботи [1].

Процес — це набір взаємозалежних або інтерактивних видів діяльності, які змінюють вхідні дані у вихідні.

На вході можуть бути різні ресурси: матеріали, дані, фінанси, робоча сила, технології. На виході процесу - продукт, отриманий в результаті зміни або серії змін.



Рисунок 1.1.1 – Діяльність організації як процес перетворення входів у виходи

Якщо на вході до процесу входить сировина, то на виході ми маємо матеріальну продукцію, а якщо на вході інформація про товар, то на виході отримуємо рішення про вибір товару. В тексті описуються основні категорії перетворень, такі як фізичні, розташування, економічні та інформаційні перетворення. Вимоги до процесу стосуються результативності та ефективності, а їх ступінь можна оцінити в балах або відсотках.

У TQM виділяються 4 категорії перетворень: фізичні, розташування, економічні та інформаційні. Результативність процесу оцінюється ступенем досягнення запланованих результатів, а ефективність - зв'язком між результатом та використаними ресурсами. Процеси можна класифікувати за рівнем деталізації та значущістю. Наприклад, макропроцеси - це процеси на найвищому рівні деталізації.

Крім того, процеси можна класифікувати за рівнем деталізації та їх ролі. Узагальнена схема процесу виробництва може бути виражена за допомогою моделі "чорної скриньки", яка була запропонована М. Вінером у середині ХХ

століття. У цій моделі перетворення відбуваються в так званій "чорній скриньці". Результативність вимагає виконання запланованих результатів, а ефективність відображає зв'язок між результатом та використаними ресурсами. Класифікація процесів може бути проведена за рівнем деталізації та значущості [2]. На макрорівні відбуваються макропроцеси, на субмакрорівні - субпроцеси, а на мікрорівні - мікропроцеси. Процеси можуть мати різні ролі в системі виробництва: вони можуть бути основними, допоміжними або доповнювальними.

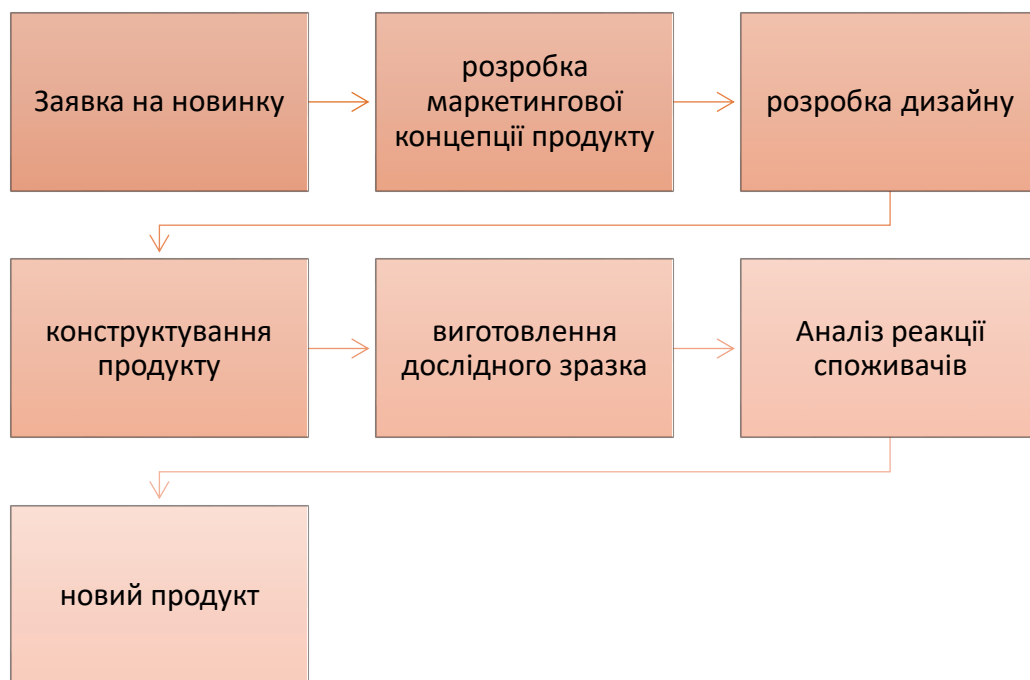


Рисунок 1.2.1– Спрощена схема процесу розробки нової продукції для компанії, що виробляє промислові товари

Це пов'язаний процес, у якому вхідні дані будуть перетворені на новий продукт, готовий для комерційного застосування. Для бізнес-плану треба визначити його елементи. Механізми включають: входи, виходи, зацікавлені сторони, процеси, підпрограми, структури та дії. Імпорт товарів і матеріалів неможливий. Вхідними матеріалами можуть бути заяви, документи, постанови.

Наприклад, вхідними даними для нової лінії продуктів є запити на вдосконалення, які відносяться до відділу маркетингу. Так само результатом процесу може бути інформація, матеріали, документи, продукти, рішення. Фактори процесу також включають зацікавлені сторони, тобто власників, безпосередніх операторів і потреби.

Крім того, у цьому дослідженні будуть розглянуті ключові проблеми та виклики, які можуть виникати при впровадженні моделей послідовностей робіт з обмеженнями в процесне управління IT-проєктами, такі як складність визначення обмежень та їх пріоритетів, розподіл завдань між командою розробників, управління ризиками та забезпечення взаємодії між різними етапами проєкту.

Також у дослідженні будуть визначені основні переваги та недоліки використання різних моделей послідовностей робіт з обмеженнями, а також визначені критерії, за якими можна обирати певну модель залежно від потреб проєкту та його характеристик.

Дане дослідження можуть бути корисними для фахівців з процесного управління та керівників проєктів в IT-галузі, які бажають оптимізувати процес управління проєктами та досягти більш ефективних результатів. Крім того, це дослідження може стати базою для подальших досліджень та допомогти удосконалити практики процесного управління в IT-сфері.

Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями є актуальним у сучасному IT-світі, оскільки інформаційні технології завдяки розвиваються, а з ними зростає складність процесів управління проєктами. Управління послідовністю робіт є одним з ключових елементів процесного управління та є важливим фактором успіху проєкту.

У специфікації проєкту процесного управління можуть бути відображені ключові показники продуктивності, зокрема, показники, що стосуються виконання термінів, бюджету та якості роботи. Крім того, специфікація може включати в себе вимоги до забезпечення безпеки та охорони праці, а також вимоги до сертифікації та документування. Окрім того, вона містить

інформацію про організацію та управління проектом, про залучення відповідальних осіб та комунікацію між ними. Всі ці елементи допомагають забезпечити ефективне та успішне виконання проекту процесного управління.

Документ, який описує проєкт процесного управління та містить інформацію про його мету, обсяг, терміни, бюджет, ресурси, ризики та вимоги до якості, називається специфікацією проєкту. Вона містить детальний опис усіх етапів проєкту та можливих ризиків, що можуть виникнути під час його реалізації, а також вимоги до якості виконання проєкту. Специфікація проєкту є важливим документом для успішної реалізації проєкту, оскільки вона допомагає визначити потрібні ресурси, витрати та часові рамки для досягнення мети проєкту. Специфікація проєкту процесного управління може містити інформацію про використані методи та інструменти управління процесами, такі як Lean Six Sigma, BPMN, Kaizen. Це дозволяє забезпечити уніфікацію підходів до управління процесами та забезпечити однаковий рівень якості при реалізації проєктів. Крім того, специфікація може включати інформацію про методи залучення зацікавлених сторін, такі як клієнти, партнери та інші особи, які можуть бути включені в проєкт. Загалом, документ процесного управління є ключовим документом, який допомагає забезпечити ефективне та успішне виконання проєкту з управління процесами.

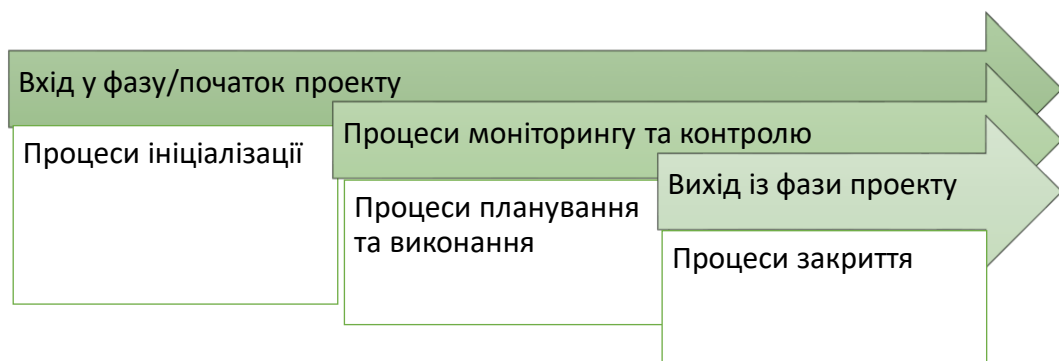


Рисунок 1.3.1 – Взаємозв’язок процесів управління

До проєкту процесного управління можуть відноситись такі аспекти, як визначення стратегії проєкту та його цілей, опис процесів, що підлягають управлінню, встановлення вимог до інформаційних систем та технологій, що використовуються для управління процесами, а також визначення вимог до персоналу, що залучається до реалізації проєкту [3]. Також у специфікації можуть бути відображені вимоги до моніторингу та оцінки ефективності проєкту, включаючи показники, що стосуються якості, витрат та термінів виконання. Крім того, специфікація може містити інформацію про підходи до управління ризиками та контролю якості робіт, що виконуються під час проєкту.

ІТ-галузь дуже швидко змінюється і розвивається, тому підходи до процесного управління в цій галузі також постійно еволюціонують. Існує кілька підходів до процесного управління в ІТ-галузі, серед них Agile, Waterfall та Lean. Розглянемо основні відмінності між ними:

- agile - це ітеративний та інкрементний підхід, який базується на постійній комунікації з клієнтом та швидкій зміні вимог. Waterfall - це лінійний підхід, де кожен етап виконується послідовно та завершується перед початком наступного етапу;

- lean зосереджується на мінімізації витрат та максимізації вартості, тоді як Agile та Waterfall зосереджуються на досягненні конкретних результатів та задоволенні потреб клієнтів. Це підхід, спрямований на зниження витрат та підвищення якості. Lean використовує принципи, які базуються на зменшенні витрат, підвищенні продуктивності та максимізації цінності для клієнта;

- у waterfall звіти та документація мають велике значення, оскільки кожен етап повинен бути документований, тоді як Agile та Lean більш уважні до робочих процесів та швидкої комунікації;

- devops підхід поєднує розробку (Dev) та експлуатацію (Ops) програмного забезпечення в один процес. DevOps передбачає збільшення швидкості та ефективності випуску програмного забезпечення шляхом автоматизації тестування, розгортання та моніторингу;

- six sigma підхід зосереджений на досягненні високої якості продукту та процесів. Six Sigma використовує статистичні методи та інструменти для виявлення та виправлення дефектів;
- kanban базується на візуалізації процесу розробки та зменшенні часу на розв'язання проблем. Kanban передбачає використання дошок з завданнями та індикаторів для контролю за процесом розробки;
- scrum підхід базується на самоорганізації та ітеративному підході до розробки. Scrum передбачає використання коротких ітерацій (спринтів), під час яких команда працює над конкретними завданнями та має можливість регулярно отримувати зворотний зв'язок від клієнта;
- extreme programming (XP) базується на практиках програмування та тестування, спрямованих на зниження витрат та підвищення якості. XP передбачає використання парного програмування, тестування на початкових етапах розробки та регулярну комунікацію з клієнтом.

Вибір підходу до процесного управління в ІТ-галузі залежить від характеру проекту та вимог клієнта. Agile покладається на гнучкість та здатність до швидкої зміни, тоді як Waterfall покладається на строгу послідовність та контроль кожного етапу. Agile та Lean дозволяють працювати над проектом в режимі колективного власництва, коли кожен учасник команди має можливість вносити свої ідеї, тоді як Waterfall передбачає виконання робіт згідно з визначеними ролями та обов'язками. Agile та Lean часто використовуються в проектах з великою кількістю змін, тоді як Waterfall може бути корисним у проектах зі строгими вимогами до контролю та документації. DevOps може бути корисним для швидкого випуску продукту, тоді як Six Sigma може бути корисним для досягнення високої якості продукту.

Важливою частиною специфікації є також опис процесу затвердження та зміни вимог до проекту, що дозволяє забезпечити прозорість та відповідальність під час управління процесами. Усі ці елементи допомагають забезпечити успішне та ефективне виконання проекту процесного управління,

а також забезпечити відповідність проєкту вимогам та очікуванням зацікавлених сторін.

Для проєктів процесного управління може бути важливим також визначення додаткових вимог щодо безпеки та стандартів якості, що необхідні для забезпечення успішної реалізації проєкту та задоволення вимог клієнта.

Нарешті, в специфікації можуть бути відображені вимоги до процесу документування та звітності, включаючи вимоги до структури документів, процедур документування та документаційного забезпечення.

Усі ці елементи дозволяють забезпечити високу якість та ефективність виконання проєкту процесного управління, а також забезпечити відповідність проєкту вимогам та очікуванням зацікавлених сторін.

Моделі послідовностей робіт з обмеженнями дозволяють керівникам проєктів раціонально розподіляти ресурси, визначати порядок виконання завдань та забезпечувати контроль над ходом проєкту. Це дозволяє ефективно планувати та виконувати проєкти, зменшувати ризики та витрати, а також підвищувати якість продукту.

Однак, досі не існує єдиного підходу до моделювання послідовності робіт з обмеженнями, тому у дослідженні будуть проаналізовані різні підходи та їхні переваги та недоліки. Крім того, у дослідженні будуть визначені кращі практики управління проєктами та рекомендації щодо використання моделей послідовності робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах процесного управління.

1.2 Дослідження моделей бізнес процесів

Дослідження різних моделей бізнес-процесів зазвичай має аналіз, оцінку ефективності, ефективності існуючих процесів, визначення областей для вдосконалення та розробку нових моделей для оптимізації операцій. Ці

моделі можуть включати різні методи, які відображають процеси, аналіз процесів, моделювання, інструменти моделювання.

Різні цілі дослідження бізнес-процесів можуть включати підвищення продуктивності, зниження витрат, покращення задоволеності споживачів і забезпечення дотримання правил і стандартів. Дослідження також можуть бути спрямовані на виявлення тенденцій і закономірностей у даних процесів, щоб допомогти організаціям приймати рішення на основі даних і покращити загальну ефективність. Деякі поширені методи дослідження моделей бізнес-процесів включають:

- відображення процесу передбачає створення візуальних діаграм або блок-схем для документування етапів і взаємодії бізнес-процесу. Це може допомогти виявити вузькі місця, надмірності та області для вдосконалення;

- аналіз процесу передбачає аналіз даних процесу для визначення ключових показників ефективності, таких як тривалість циклу, час виконання та показники якості. Це може допомогти організаціям виміряти результативність і результативність своїх процесів і визначити області для вдосконалення;

- симуляція передбачає створення віртуальних моделей бізнес-процесів для імітації різних сценаріїв і перевірки впливу змін. Це може допомогти організаціям оптимізувати процеси, не порушуючи роботу;

- інструменти моделювання дозволяють користувачам створювати, моделювати та аналізувати моделі бізнес-процесів [4]. Ці інструменти можуть допомогти організаціям оптимізувати процеси та визначити можливості для вдосконалення.

Загалом, дослідження моделей бізнес-процесів є важливим процесом для будь-якої організації, яка прагне оптимізувати свою діяльність і підвищити продуктивність. Аналізуючи існуючі процеси, визначаючи області для вдосконалення та розробляючи нові моделі, організації можуть оптимізувати роботу, зменшати витрати та покращити ефективність і результативність.



Рисунок 1.2.1 – Схема життєвого циклу управління бізнес-процесами

Ведення бізнесу викликає великий тиск у всьому світі через велику конкуренцію, бізнес-середовище, що швидко змінюється, і все більш вимогливих клієнтів. Є три тенденції, які сприяють цьому тиску, і вони такі:

- глобалізація;
- технологічні, законодавчі та нормативні модифікації;
- організації стають більш спритними та гнучкими.

Управління бізнес-процесами поєднує управлінський підхід з адекватними технологіями з метою підвищення ефективності компанії. Управління бізнес-процесами — це методичний підхід до вдосконалення бізнесу, заснований на моделюванні, показниках, аналізі, вдосконаленні та управлінні процесами. Управління бізнес-процесами базується на бізнес-підході до управління модифікаціями для вдосконалення бізнес-процесів з кінцевою метою досягнення бізнес-цілей, у ході яких модифікації охоплюють весь життєвий цикл процесу: від проектування та моделювання до виконання, аналізу та оптимізації процес.

Процесне управління є ключовим аспектом ефективного функціонування бізнесу, яке допомагає досягти високої продуктивності,

ефективності та оптимізації бізнес-процесів. Це система планування, контролю та координації всіх бізнес-процесів. Аналізуючи особливості процесного управління, можна виявити слабкі місця та потенційні можливості для покращення бізнес-процесів.

Об'єкти можуть мати назви процесів, для цієї мети використовуємо найпростішу класифікацію, представлену нижче:

- зовнішні;
- внутрішні;
- основні (які додають цінність);
- допоміжні (що додають вартість);
- верхнього рівня;
- детальні;
- елементарні (операції, що не потребують більш детального описи).

З наведеної вище класифікації видно, що поняття «процес» можна віднести до різних об'єктів. В залежності від контексту може сприйматися по-різному. Для реальної роботи важливо дати чітке та зрозуміле визначення процесу як об'єкт та управління, що ми зробимо далі. Наївно було б вважати, що це процеси організації можна класифікувати.

Ця робота забрала б надто багато часу і не принесла реальних, практично важливих результатів. Для прояснення ситуації розглянемо приклади процесів для кожної групи класифікатора.



Рисунок 1.2.2 – Схема класифікації процесів

Однією з основних особливостей процесного управління є підхід "знизу-вгору", де спочатку детально вивчаються окремі бізнес-процеси, їх етапи та складові, а потім з'єднуються в єдину систему. Цей підхід дозволяє більш точно і ефективно описувати та контролювати кожен етап бізнес-процесу.

Ще однією особливістю процесного управління є те, що воно вимагає від керівництва організації та всіх співробітників певного рівня відповідальності та взаємодії. Для успішної реалізації процесного управління необхідно, щоб кожен співробітник розумів свої обов'язки та мав чітку картину взаємодії з іншими в рамках бізнес-процесу. При цьому не лише кінцевий результат є важливим, але й ефективність і якість різних етапів бізнес-процесу. Завдяки такому підходу можна покращити якість продукту або послуги, а також скоротити час на їх виробництво або надання [5].

Отже, процесне управління є ефективним інструментом для досягнення ефективної організації та управління бізнес-процесами. Воно дозволяє

покращити якість продукту або послуги, скоротити час на їх виробництво або надання, збільшити взаємодію та відповідальність співробітників.

1.3 Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями

Моделі процесів визначають обмеження на екземпляри процесів, які належать до моделі процесу. Тому важливо правильно визначити не тільки процес моделі, а також екземпляри процесів. Моделювати екземпляри процесу нелегко завдання через їх нематеріальний характер. Запускається екземпляр процесу, і він живе протягом обмеженого періоду часу, перш ніж припиняє своє існування, подібно до діяльності екземпляри.

Екземпляр процесу складається з ряду екземплярів діяльності, а також події та екземпляри шлюзу. Впорядковані відносини екземплярів діяльності в екземплярі процесу визначається зв'язками моделей діяльності в модель процесу.

Наприклад, якщо модель процесу визначає обмеження порядку виконання між моделями діяльності А і В, потім для кожного окремого екземпляра процесу, екземпляр діяльності, який належить до моделі діяльності А, повинен бути завершений перш ніж можна буде запустити примірник діяльності для В.

Є додаткові класи для екземплярів процесу та екземплярів вузла які є узагальненням екземплярів діяльності, подій і екземплярів шлюзу. Існують відносини «один до багатьох» між відповідними поняттями в на рівні моделі та на рівні екземпляра, як показано в метамоделі. Кожен екземпляр процесу пов'язаний рівно з однією моделлю процесу кожна модель процесу пов'язана з довільною кількістю екземплярів процесу. Кожен екземпляр процесу складається з довільної кількості дій екземпляри. Кожен екземпляр діяльності пов'язаний рівно з однією моделлю діяльності. Те саме стосується подій і

шлюзів. Зауважте, що кожна модель діяльності пов'язана з довільною кількістю екземпляри діяльності. У випадку циклів модель діяльності пов'язана з кількома екземплярів активності. Модель діяльності, яка лежить на гілці, тобто не прийнятий під час певного екземпляра процесу, не пов'язаний ні з одним екземпляр діяльності, пояснюючи кардинальність асоціації *, що дозволяє нульові випадки асоціації, тобто в а модель процесу, для якої не потрібні жодні екземпляри діяльності для конкретного екземпляр процесу.

Після представлення подій і порядку подій для представлення екземплярів активності, цей розділ розглядає події та порядок подій, які відбуваються під час постановлення процесуальних примірників. Моделі процесу обмежують для екземпляра процесу події та впорядкування подій його екземплярів активності шляхом накладення обмеження виконання, такі як послідовне виконання екземплярів діяльності. Обмеження виконання повинні бути задоволені всіма екземплярами процесу на основі, а модель конкретного процесу.

Якщо модель бізнес-процесу визначає дії та їх виконання обмеження повністю, тоді процес є структурованим. Різні варіанти рішень, які будуть прийняті під час ухвалення процесу були визначені під час проектування. Наприклад, процес запиту кредиту може використовувати порогову суму, щоб вирішити, яка кредитна перевірка – проста чи складна потрібно, наприклад, 5000 євро. Потім кожен екземпляр процесу використовує запитуваної суми, щоб вирішити, яку галузь взяти.

Організовується бізнес-процеси відповідно до структури розмірів і повторюваності. Винаходиться термін виробничий робочий процес. Робочі процеси виробництва добре структуровані та часто повторюються. Традиційні функціональні можливості системи керування робочими процесами добре підходять для підтримки виробничих робочих процесів.

Якщо приймати рішення учасники процесу, які мають досвід і компетентність за своїми робочими процедурами виконують бізнес-процеси діяльності, структуровані процеси є радше перешкодою, ніж активом.

Пропускаючи певні дії процесу, працівник не вимагає або виконує кроки одночасно які впорядковуються послідовно в моделі процесу, неможливі в структурованій бізнес-процесі.

Щоб краще підтримувати інтелектуальних працівників, можна визначити моделі бізнес-процесів процесі в менш жорсткий спосіб, так що дії можуть виконуватися в будь-якому порядку або навіть кілька разів, доки спеціаліст не вирішить. Цілі, структура та організація 21 ці заходи були досягнуті. Так звані спеціальні дії є важливими концепція підтримки неструктурованих частин процесів.

Обробка кейсів – це підхід, який підтримує роботу інтелектуальних працівників бізнес-процесі з низьким рівнем структурованості і, відповідно, високим рівень гнучкості. Замість того, щоб призначати обмеження потоку керування між процесів, точні залежності даних використовуються для контролю виконання бізнес-процесу.

Для нашого підходу, заснованого на обмеженнях, є лише те спостереження. У бізнес-процесі можуть існувати три типи «сценаріїв»:

- заборонені сценарії ніколи не має відбуватися на практиці;
- необов'язкові сценарії дозволені, але мають бути у більшості випадків унікати;
- дозволені сценарії можна виконувати без будь-які проблеми.

Системи керування робочими процесами дозволяють визначати та виконувати моделі бізнес-процесів, які визначають упорядкування дій у бізнес-процесах. Традиційні моделі процесів систем керування робочим процесом чітко визначають упорядкування діяльності, тобто контрольний потік бізнес-процесу.

Іншими словами, під час виконання моделі можна буде виконувати бізнес-процес лише як явно зазначено в потоці керування, як показано на рисунку 1.15(b). Внаслідок високий рівень непередбачуваності бізнес-процесів, багато дозволених і необов'язкових виконання часто неможливо

передбачити та явно включити в потік керування. Тому в традиційних системах неможливо виконати суттєві підмножини дозволених сценаріїв.



Рисунок 1.3.1 – Схема підходів послідовностей робіт

Тобто є підхід до моделей процесів на основі обмежень, що робить його можливість виконання як дозволених, так і додаткових сценаріїв у бізнес-процесах.

Замість того, щоб явно вказувати, що можливо в бізнес-процесах, моделі процесів на основі обмежень визначають, що заборонено, як показано на малюнку 1.15(с). Можливий порядок дій неявно визначається обмеженнями, тобто правилами яких слід дотримуватися під час виконання [6]. Крім того, існує два види обмеження:

- обов'язкові обмеження зосереджені на заборонених сценаріях;
- необов'язкові обмеження визначають необов'язкові.

Усе, що не порушує під час виконання можливі обов'язкові обмеження. Крім виконання, наші моделі процесів на основі обмежень також дозволяють перевіряти помилки та зміна під час виконання (тобто, так звана ad-hoc зміна).

Підхід до моделювання процесу на основі обмежень забезпечує гнучкість без шкоди для підтримки.

З одного боку, моделі на основі обмежень, як правило, пропонують більше можливостей для виконання, ніж у традиційних моделей. Це дозволяє користувачам приймати місцеві рішення про те, як виконувати бізнес-процес.

З іншого боку, модель процесу на основі обмежень підтримує користувачів, маючи можливість відстежувати численні обмеження в кількох бізнес-процесах і запобігання порушення користувачами цих обмежень. Крім того, також можна розрізняти обмеження, яких необхідно дотримуватися (тобто обов'язкові), і обмеження, яких слід дотримуватися слідувати (тобто необов'язково). У першому випадку користувачі не зможуть порушити обмеження. У другому випадку користувачі можуть порушити обмеження, але вони будуть заздалегідь попереджені про «м'яке порушення». Більше того, наш підхід на основі обмежень дозволяє досягти співвідношення між гнучкістю та підтримкою, яке є оптимальним для поточної ситуації: більше обмежень у моделі означає менше гнучкості та більше підтримки, тоді як менше обмежень означає більше гнучкості та менше підтримки.

Моделі процесів на основі обмежень складаються з обмежень, які визначають правила яких слід дотримуватися під час виконання бізнес-процесів. Мова моделювання процесів, яка використовується системою управління робочим процесом, повинна відповідати двом важливим критеріям.

По-перше, моделі процесів, розроблені мовою, мають бути зрозумілими для кінцевих користувачів.

По-друге, моделі процесів, розроблені мовою, повинні мати формальну семантику, щоб бути виконуваним у системі управління робочим процесом. Є нова мова моделювання процесів на основі обмежень ConDec, яка відповідає обома критеріям. ConDec заснований на шаблонах обмежень, тобто типах обмежень. Кожен шаблон має графічне представлення, яке буде представлено для користувачів і формула лінійної часової логіки (LTL), що визначає семантику. Наш підхід і реалізація є загальними, тобто шаблони можна легко

використовувати, видалено або додано до мови. Для створення використовуються шаблони обмеження в моделях процесів ConDec. Кожне обмеження успадковує графіку подання та семантику (тобто, LTL-формулу) зі свого шаблону. Не слід виконувати одночасно в одному екземплярі бізнес-процесу. Користувачі дивяться на це обмеження як на лінію зі спеціальними символами між двома діями, а семантика LTL залишається прихованою. Хоча семантика LTL дозволяє виконання моделей ConDec, графічне представлення робить моделі зрозумілим.

Рівень гнучкості та підтримки, що користувачі повинні отримати в системах управління робочим процесом, залежить від характеру бізнес-процес під рукою. Сучасні системи BPM зосереджені виключно на одному типі бізнес-процесів і пропонує або підтримку, або гнучкість. Однак бізнес-процеси різні типи, як правило, чергуються, навіть у межах однієї організації.

Наприклад, бізнес-процеси в медичній сфері. Непередбачувані медичні процеси, як, наприклад, лікування невідкладних важких травм, вимагають високого ступеня гнучкості щоб задіяний персонал міг приймати місцеві рішення на основі кожного конкретного пацієнта. Цей процес дуже складний і складається з кількох інших бізнес-процесів. Наприклад, при лікуванні травми може знадобитися проводити аналіз крові в лабораторії, що є ще одним бізнес-процесом. Лабораторні випробування є критично важливими процесами і, щоб гарантувати надійність результати, вони повинні бути виконані точно відповідно до попередньо визначених процедур. Іншими словами, замість гнучкості процес аналізу крові вимагає високого рівня підтримки. Медична сфера є одним із багатьох прикладів суміші процесів, які потребують значної підтримки або значної гнучкості. Тому важливо підтримувати весь спектр. Оголошений прототип можна поєднати з системою YAWL для визначення довільних розкладів на основі обмежень і традиційних моделей процесів. YAWL — це традиційна система керування робочим процесом, розроблена як у Квінслендському технологічному університеті, так і в Ейндховенському університеті технології. Сервісно-орієнтована

архітектура YAWL допускає будь-які дії декомпозиції різних моделей процесу. Між моделями декларування та моделями YAWL є подвійний:

- модель YAWL може бути підмодель моделі оголошення;
- модель оголошення може бути підмоделью моделі модель YAWL.

Декомпозиція моделей YAWL і декларування дозволяє комбінувати різні ступені гнучкості та підтримки в одному бізнес-процесі. Таким чином, різні частини одного бізнес-процесу можуть запропонувати різний ступінь гнучкості та підтримки.

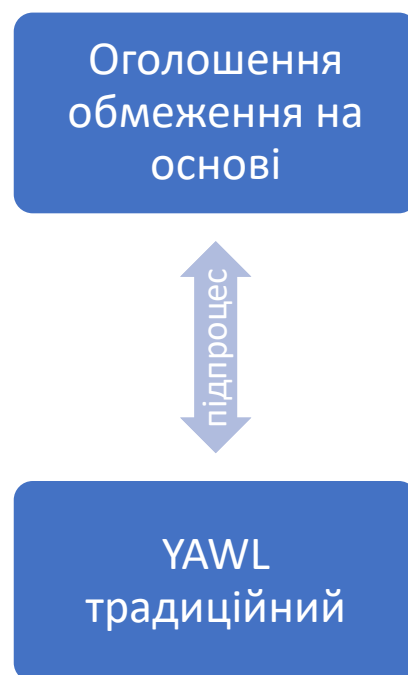


Рисунок 1.3.1 – Схема взаємодії під процесів

YAWL і declare є лише двома прикладами, тобто використовуючи сервіс-орієнтовану архітектуру, можна комбінувати різні стилі моделювання.

Постановка задачі досліджень моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проектах полягає в розробці та застосуванні математичних та комп'ютерних моделей для оптимізації процесів виконання робіт у проектах з урахуванням різних обмежень, таких як обмеження часу, обмеження ресурсів, обмеження бюджету та інші [7].

Основна мета досліджень полягає в розробці оптимальних рішень для управління процесами виконання робіт у проєктах з урахуванням різноманітних обмежень. Для цього необхідно визначити оптимальну послідовність виконання робіт, яка б задовольняла всі обмеження та забезпечувала максимальну продуктивність виконання робіт.

Крім того, дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах може включати в себе розробку методів та технологій для ефективного управління ресурсами, планування та розподілу робіт, а також для моніторингу та контролю процесів виконання робіт.

Основні етапи дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах включають:

- визначення обмежень, які впливають на процес виконання робіт у проєктах;
- розробка математичних та комп'ютерних моделей для оптимізації процесів виконання робіт з урахуванням різних обмежень;
- валідація та верифікація розроблених моделей на реальних проєктах;
- розробка та впровадження методів та технологій для ефективного управління процесами виконання робіт у проєктах.

Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах може також включати в себе розробку алгоритмів та програмного забезпечення для автоматизованого управління процесами виконання робіт у проєктах з урахуванням обмежень.

Крім того, дослідження може проводитися з метою покращення якості та надійності програмного забезпечення шляхом розробки методів тестування та верифікації програмного коду. Наприклад, можуть розроблятися методи для автоматизованого тестування програмного забезпечення з урахуванням різноманітних обмежень, таких як обмеження часу, обмеження пам'яті та інші [8].

Також дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах може бути спрямоване на забезпечення безпеки програмного

забезпечення. Для цього можуть розроблятися методи та технології для виявлення та усунення потенційних вразливостей програмного забезпечення.

Крім того, дослідження може включати в себе аналіз та оцінку ризиків у процесах виконання робіт у проєктах з урахуванням різноманітних обмежень. Наприклад, можуть розроблятися методи та технології для оцінки ризику затримки виконання робіт у зв'язку з обмеженнями часу та ресурсів [9].

Усі ці аспекти досліджень моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах мають на меті покращення ефективності та якості виконання робіт у проєктах з урахуванням різних обмежень та забезпечення успішного завершення проєктів у відведені терміни та бюджет.

Іншим аспектом дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах є вивчення впливу різних обмежень на процес виконання робіт та на кінцевий результат проєкту.

Наприклад, може проводитися дослідження впливу обмежень часу на терміни виконання робіт та на якість продукту. Також може вивчатися вплив обмежень на забезпечення комунікації між членами команди, на взаємодію з замовником проєкту та на розподіл ресурсів.

Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах може включати аналіз та порівняння різних методів управління процесами виконання робіт, включаючи планування робіт, розподіл ресурсів та моніторинг виконання робіт. Дослідження може також охоплювати різні методи роботи з обмеженнями, наприклад, м'які та жорсткі обмеження, пріоритезацію робіт з урахуванням обмежень та інші. Результатом такого дослідження можуть бути нові методи та технології, які дозволять ефективніше та якісніше виконувати роботу в рамках проєктів з різними обмеженнями та забезпечувати успішне завершення проєктів відповідно до встановлених термінів та вимог якості.

У цілому, дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах націлене на покращення ефективності та якості виконання робіт,

забезпечення успішного завершення проєктів та вирішення різноманітних завдань, пов'язаних з управлінням процесами виконання робіт з обмеженнями.

1.4 Постановка задачі дослідження

Мета даного дослідження полягає у покращенні процесу розробки ІТ проєктів за допомогою методів послідовностей робіт з обмеженнями. Незважаючи на те, що існуючі методи орієнтовані на гнучку технологію розробки та дозволяють уточнення послідовності робіт на основі пріоритетів, встановлених на основі оцінок користувачів та власника проєкту, вони потребують удосконалення у разі зміни оцінок користувачів та затримок у виконанні задач. Об'єктом дослідження є процес розробки ІТ проєкту, а предметом дослідження є методи послідовностей робіт з обмеженнями. Для досягнення мети необхідно провести аналіз процесу розробки, структурувати послідовність робіт, удосконалити метод визначення пріоритетів та експериментально перевірити отриманий метод. Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес розробки ІТ проєкту з метою покращення ефективності та якості його виконання [10].

Предметом дослідження є методи послідовностей робіт з обмеженнями для удосконалення процесу розробки ІТ проєкту з використанням даних щодо послідовності дій такого процесу.

Метою даної роботи є дослідження методів послідовностей робіт з обмеженнями для підвищення ефективності процесу розробки ІТ проєкту на основі аналізу послідовності дій такого процесу.

Для досягнення мети магістерської роботи необхідно вирішити такі задачі дослідження:

- аналіз процесу розробки ІТ проєкту;

- структуризація процесу послідовностей робіт з обмеженнями рішень щодо удосконалення процесу розробки ІТ проекту;
- планування проекту розробки методу визначення пріоритетів розробки задач ІТ проекту;
- експериментальна перевірка отриманого удосконаленого методу визначення пріоритетів розробки задач ІТ проекту.

2 МОДЕЛІ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ РОБІТ З ОБМЕЖЕННЯМИ НА ОСНОВІ ПРАВИЛ

2.1 Структуризація правил, що обмежують послідовність робіт бізнес процесу

СВРМ є розширенням широко поширеного модель RBAC у якій кожен компонент наведено нижче. Прийнята символіка, яка би які будуть використовуватися у всій статті, підсумовані в таблиці 1.

Дозволи – це дозволи користувачів на працювати з одним або кількома захищеними ресурсами за один крок бізнес-процесу. Ресурсом може бути база даних, а таблиця, атрибут таблиці або елемент веб-сторінки.

В організаційному контексті роль — це службова функція, пов'язана з нею семантика повноважень і відповідальності. Ролі в цій моделі мають право виконувати дії бізнес-процесу, і вони є ієрархічними пов'язані. Ієрархії ролей $RH \subseteq R \times R$ є частковим порядком на набір ролей і визначає відношення успадкування між ролі, написані як $r_i r_j$ означає, що користувачі, які є членство r_i також є членством r_j , тоді як all дозволи, призначені r_j , успадковуються [11].

Користувачі являють собою учасників веб-додатків, які беруть на себе певні ролі для виконання певних людських завдань дії, що завершують частину бізнес-процесу. У нашому підході призначення користувачів ролям є виконується проти атрибутів, які мають користувачі.



Рисунок 2.1.1 – Схема бізнес-процесу модель управління на основі обмежень

Діяльність є основним поняттям цієї моделі. Діяльність визначає атомарне завдання бізнес-процесу які можна визначити з інших завдань і виконати окремо. Він інкапсулює набір дозволів з авторизовані ролі та обмежує ці дозволи дійсний лише під час виконання діяльності [12].

Шляхом рекурсивної декомпозиції бізнес-процесу «атомарні види діяльності» можуть бути визначені, кожна з яких визначена роль для виконання явних дій на конкретних об'єктах, включаючи вхідні та вихідні дані, безпека та бізнес обмеження. Набір атомних дії, необхідні для певної області застосування можна досягти шляхом аналізу всіх можливих бізнесів процесів і абстрагування основних компонентів діяльності. Це можна вважати основою для домен і дії потім використовуються для збирання різних бізнес-процесів. Наступні два правила визначають дозвіл і призначення ролей для діяльності.

Правило 1 (Відображення дії дозволів) Дозволи, інкапсулювані в дію, можуть бути ефективними лише під час виконання діяльності. Відображення від багатьох до багатьох зв'язки між дозволами та діяльністю. Один дозволи

можуть бути призначені для кількох дій, а дія може інкапсулювати більше одного дозволу.

Правило 2 (Відображення ролі діяльності) Є багато багато відношень між ролями та видами діяльності. Одній ролі дозволено призначати кілька видів діяльності, хоча діяльність може охоплювати більше однієї ролі.

Обмеження використовуються для вираження корпоративного високого рівня безпеки та бізнесу вимоги, які будуть детально розглянуті в наступний розділ. Точна динамічна безпека обмеження визначені. Наприклад, динамічний роздільний обов'язок (DSD) встановлює обмеження на виклик призначень призначень для ролей користувача під час виконання.

Бізнес-процес створюється шляхом збирання дій під час будучи зобов'язаним зазначеним бізнесом і безпекою обмеженнями, які можна налаштувати за допомогою операцій, як-от додавання і видалення, як при проектуванні, так і при виконанні так щоб задовольнити гнучкі вимоги. Складальні операції встановлювати різні типи логічних зв'язків, в т.ч послідовний, синхронний, вибіркового і паралельні [13].

Методи дослідження моделювання процесів на основі обмежень (constraint-based modeling) - це підхід до моделювання, що ґрунтується на формулюванні обмежень на параметри системи і дослідженні можливих рішень, які задовольняють ці обмеження. У цьому підході модель системи представляється у вигляді набору рівнянь та нерівностей, що описують зв'язки між параметрами системи. При цьому обмеження можуть бути фізичними, технічними, економічними або соціальними.

Методи дослідження моделювання на основі обмежень знайшли застосування в багатьох галузях, включаючи інженерію, біологію, економіку та інші. Наприклад, в біології вони використовуються для аналізу біохімічних реакцій та метаболічних шляхів, а в економіці - для оптимізації бізнес-процесів та планування виробництва.

Головною перевагою методів дослідження моделювання на основі обмежень є їх здатність до розв'язання складних задач, які можуть містити

велику кількість параметрів та обмежень. Це дозволяє отримати оптимальні рішення з точки зору відповідності обмеженням і ефективності системи.

Однак, методи дослідження моделювання на основі обмежень мають деякі обмеження. Наприклад, вони можуть бути чутливі до похибок в початкових даних, тому важливо забезпечити точність вхідних даних. Також, методи дослідження моделювання на основі обмежень можуть бути обмежені в термінах складності обчислень, особливо для великих та складних систем.

Також методи дослідження моделювання на основі обмежень є можливість використання їх для розв'язання задач з різних областей, таких як економіка, управління, наука про матеріали, медицина та багато інших. Це дає змогу знаходити оптимальні рішення та управляти процесами в різних областях з використанням знань з математики та інформаційних технологій.

Крім того, методи дослідження моделювання на основі обмежень можуть бути використані для дослідження динаміки систем, що дозволяє прогнозувати поведінку систем у майбутньому, а також здійснювати аналіз ризиків та розробляти стратегії управління ризиками.

Загалом, методи дослідження моделювання на основі обмежень є потужним інструментом для розв'язання складних задач в різних галузях, що дозволяє економити час та зусилля, підвищувати ефективність та забезпечувати оптимальні результати.

При моделювання послідовностей робіт на основі обмежень є гарне гідність це їх гнучкість. Це означає, що ці методи можуть бути використані для розв'язання різних типів задач з використанням різних алгоритмів та підходів.

Наприклад, метод зведення обмежень (constraint programming) може бути використаний для розв'язання задач зі складною логікою та обмеженнями. Цей метод використовує математичні формули та логічні вирази для моделювання задачі та знаходить оптимальний розв'язок шляхом перебору всіх можливих варіантів. Інші методи, такі як лінійне програмування (linear programming) та динамічне програмування (dynamic programming),

можуть бути використані для оптимізації задач з лінійною та динамічною структурою відповідно. Ці методи використовують математичні моделі та алгоритми для знаходження оптимальних рішень задач. Методи дослідження моделювання на основі обмежень можуть бути використані для вирішення проблем зі штучним інтелектом та машинним навчанням. Наприклад, метод обмежень може бути використаний для моделювання різних сценаріїв та виконання різних дій з метою підвищення ефективності та точності алгоритмів машинного навчання.

Також моделювання на основі обмежень є їх здатні до розв'язання задач з великою кількістю змінних та обмежень. Наприклад, в задачах оптимізації, які пов'язані з розкладом виробництва або плануванням ресурсів, може бути дуже багато змінних та обмежень.

Метод зведення обмежень може ефективно вирішувати задачі з дуже великою кількістю змінних та обмежень, завдяки своїм алгоритмам та структурі даних. Динамічне програмування також може бути використане для розв'язання задач з великою кількістю змінних та обмежень, завдяки своїм алгоритмам та структурі даних. Цей метод дозволяє розбити велику задачу на менші підзадачі та знайти оптимальний розв'язок для кожної з них. Методи дослідження моделювання на основі обмежень можуть бути використані для розв'язання задач з різними типами обмежень, такими як обмеження ресурсів, обмеження часу, обмеження місця, обмеження доступності та інші. Ці методи дозволяють моделювати різні сценарії та знаходити оптимальні рішення для кожного з них.

Отже, методи дослідження моделювання на основі обмежень є потужним інструментом для розв'язання різних задач з використанням різних алгоритмів та підходів. Вони дозволяють розв'язувати складні задачі, підвищувати ефективність та забезпечувати оптимальні результати в різних галузях.

У процесі управління проектами можуть виникати різні обмеження, які можуть негативно вплинути на процес виконання проекту та його результат. Основними обмеженнями, що виникають у процесі управління проектами є:

– обмеження термінів - час, відведений для виконання проекту, може бути дуже обмеженим, що вимагає від проектного менеджера вміння ефективно планувати та керувати часом для досягнення максимальної продуктивності. Додатково, процес управління проектами може стикатися з обмеженнями, пов'язаними зі стосунками між учасниками проекту, які можуть вплинути на комунікацію та співпрацю. Наприклад, відсутність довіри між учасниками проекту може призвести до затримок у передачі інформації та прийняття рішень;

– обмеження бюджету - наявність обмеженого бюджету є одним з найважливіших обмежень, які впливають на процес управління проектом. Менеджер проекту повинен ефективно розподіляти ресурси та керувати витратами для досягнення максимального ефекту в рамках обмеженого бюджету.

Обмеження бюджету може вплинути на здійснення необхідних інвестицій у проект та виконання необхідних робіт. При цьому, управління бюджетом та здійснення фінансового моніторингу стають важливими складовими управління проектом. Одним з обмежень може бути доступність ресурсів, технологій та знань. У деяких проектах можуть виникати проблеми з доступністю необхідних ресурсів або технологій, що може призвести до затримок у виконанні робіт та недосягнення поставлених цілей. Крім того, недостатні знання та навички учасників проекту можуть стати обмеженням у виконанні проекту та досягненні поставлених цілей. Для запобігання таких обмежень, можуть бути використані різні підходи, наприклад, навчання та розвиток учасників проекту, або залучення експертів з необхідних галузей [14].

– обмеження ресурсів - недостатність ресурсів, таких як люди, обладнання, матеріали та інші ресурси, можуть вплинути на якість та терміни

виконання проекту. Менеджер проекту повинен забезпечити наявність необхідних ресурсів та оптимально розподілити їх між різними завданнями;

– обмеження якості - вимоги до якості продукту можуть бути високими, що може призвести до затримок у термінах та підвищення вартості проекту.

Менеджер проекту повинен забезпечити відповідну якість продукту.

Обмеженням у процесі управління проектами є ризики, пов'язані з невідомістю технологій та інших факторів, які можуть вплинути на проект. Наприклад, невірно оцінений технічний ризик може призвести до затримки виконання проекту та перевищення бюджету. Також можуть виникати зовнішні обмеження, такі як зміни в законодавстві або ринкові умови, які можуть вплинути на проект. Додатково, обмеження, пов'язані з ресурсами, такі як людські ресурси або фінанси, також можуть стати проблемою, якщо їх не вистачає для успішного виконання проекту.

2.2 Порівняння та вдосконалення моделі послідовностей робіт з бізнес правилами

Загальною властивістю робіт що вони виникають за межами моделюваної сукупності процесів та вимагають негайної відповіді системи управління бізнес-процесами.

Для моделювання таких подій, що призводять до зміни структури бізнес-процесу, використовується підхід, що ґрунтується на правилах виду «подія – умова – дія» (тригерах). Кожне правило складається з трьох компонентів:

- подій, що відбуваються з бізнес-процесом у реальному часі;
- умов, що обчислюються на основі параметрів, що відображають поточний стан бізнес-процесів;
- дій, що реалізуються в процедурах бізнес-процесу або вбудованими засобами системи менеджменту БП, або зовнішніми програмами.

Перевірка умови виконується у разі виникнення події, що є першим елементом правила. У тому випадку, якщо умова істинна, то правило спрацьовує та виконується відповідна дія. Цей підхід забезпечує різні види взаємозв'язків між бізнес-процесами і процедурами, що входять до їх складу, зокрема миттєва взаємодія, взаємодія із затримкою, окреме виконання.

У разі миттєвої взаємодії умова перевіряється негайно після виявлення події у рамках процедури бізнес-процесу.

У разі взаємодії із затримкою, при виявленні події у процесі виконання процедури, відповідна умова перевіряється в рамках даної процедури, але після завершення всіх операцій процедури.

У разі окремого виконання умова обчислюється окремою процедурою. Застосування цього взаємозв'язку дозволяє розбити довгу послідовність правил і розмістити їх за окремими процедурами.

Таким чином, наведені підходи доповнюють один одного, дозволяючи моделювати різні аспекти БП. Відповідно до розглянутих раніше особливостей бізнес-процесів із змінною структурою, для формалізації функціонування БПС необхідна інтеграція розглянутих підходів. Такий інтегрований підхід орієнтований на побудову декларативного опису БП на основі графа управління потоком робіт, тимчасових обмежень та бізнес-правил, а також на синтез виконуваної моделі БП на основі декларативного опису з використанням БПР. При цьому декларативний опис БП має поєднувати можливості проаналізованих підходів, а модель, що виконується, забезпечувати такі можливості:

- підтримку прийняття рішень щодо управління БП;
- аналіз, верифікацію та оптимізацію моделюваних процесів;
- реконфігурування процесів у реальному часі.

Відповідно до викладених положень, а також виходячи з особливостей БПС, підхід до формалізації бізнес-процесів зі змінною структурою повинен мати наступні можливості:

- доступність для зовнішнього аналізу результатів реалізації БП (у вигляді досягнення певних станів процесу);
- наявність тимчасових характеристик у моделі процесу;
- формалізація обмежень на процес (у т.ч. тимчасових, на окремі процедури, на ресурси);
- можливість виявлення станів з відхиленнями та моделювання шляхів повернення процесу до нормальних станів.

Для вирішення завдання побудови формальної бази слабоструктурованих БП пропонується розвиток апарату обчислювальної деревоподібної логіки, запропонованої в роботах. У зазначених роботах виконано повну аксіоматизацію даної логіки.

Відповідно до запропонованого підходу, бізнес-процес описується логічними формулами. Останні інтерпретуються у вигляді графів, що розгортаються в часі і є можливими шляхами реалізації БП. Вершини графа характеризують поточний стан процесу, тоді як дуги – виникнення деяких подій, які викликають перехід від стану до іншого.

Шлях реалізації процесу характеризує послідовність настання подій у часі відповідно до опису БП, а також прийнятими при виконанні процесу рішеннями про його зміну.

Розглянутий підхід орієнтований, насамперед, на опис взаємодії між елементами змінних процесів. Вказана взаємодія ґрунтується на формалізації результатів виконаних операцій, незалежно від особливостей внутрішнього подання елементів БП. Підхід орієнтований виявлення таких станів процесу, котрим порушені задані обмеження. Такі обмеження зазвичай формуються на основі трьох основних факторів:

- допустимі часові параметри процесу;
- допустимі стани процесу;
- послідовність досягнення шуканих станів процесу.

Визначимо синтаксис та семантику логіки бізнес-процесів із змінною структурою, що розширює апарат обчислювальної деревоподібної логіки.

Зазначимо, що істинність логічної моделі БПС відповідно до запропонованого підходу визначається на шляху реалізації БП, а не на окремих станах бізнес-процесу. Істинність логічної моделі БП на шляху реалізації бізнес-процесу означає, що модель може виконуватися, починаючи зі стану. Під час її виконання поточний стан бізнес-процесу змінюватиметься в послідовності, аж до завершення процесу.

$$\Pi_{ik} \models \lambda_1 \wedge \lambda_2 \Leftrightarrow ((\Pi_{ik} \models \lambda_1) \wedge (\Pi_{ik} \models \lambda_2)), \quad (2.1)$$

Даний вираз дозволяє формалізувати обмеження на виконання бізнес-процесу та функціональні вимоги до БП, виражені у формі правил багатокomпонентної моделі БП.

Припустимо, що логічна модель визначає послідовність станів БП, що відбивають різні ситуації, що виникають під час реалізації бізнес-процесу. Іншими словами, визначає послідовність виконання процедур БП. Тоді модель може визначати обмеження або функціональні вимоги до БП, задані у формі розглянутих бізнес-правил

$$\Pi_{ik} \models \lambda_j \wedge \lambda_l \Leftrightarrow \Pi_{ik} \models Wf_j(Br) \wedge Vpr_l, \quad j = \overline{1, J}, \quad l = \overline{1, L}, \quad (2.2)$$

Дане твердження показує, що реалізація багатокomпонентної моделі БП може бути описаним у вигляді логічних моделей на основі запропонованого походу. Вираз визначає можливість оцінки досяжності цілей різних варіантів реалізації бізнес-процесу з урахуванням функціональних вимог, виражених у формі правил. Оцінка досяжності цілей дозволяє провести динамічний реінжиніринг БП під час виконання.

Вираз АБО – відповідає вершинам у традиційному графі управління потоком робіт і в загальному випадку визначає недетерміноване виконання логічних виразів або , що відображають відповідні послідовності процедур:

$$\begin{aligned} \Pi_{ik} | = \lambda_1 \vee \lambda_2 &\Leftrightarrow ((\Pi_{ik} | = \lambda_1) \vee (\Pi_{ik} | = \lambda_2)) \Rightarrow \\ \Rightarrow ((\Pi_{ik} | = Wf_1(Br)) \vee (\Pi_{ik} | = Wf_2(Br))) &, \end{aligned} \quad (2.3)$$

Зазначимо, що з управлінні бізнес-процесами із змінюваною структурою виконання моделей, відбивають різні варіанти реалізації процесу, перестав бути недетермінованим і визначається з урахуванням додаткових знання предметної області. Такі знання можуть бути виражені у формі бізнес-правил, а також відображати досвід персоналу, який реалізує БП.

Даний вираз визначає реалізацію БП у разі неістинності формули:

$$\Pi_{ik} | = \neg \lambda \Leftrightarrow (\neg \Pi_{ik} | = \lambda) , \quad (2.4)$$

Цей вираз визначає можливість формування правил, визначальних такі шляхи реалізації відповідного бізнес-процесу, котрим логічна модель є істинною.

Вираз означає, що модель виконується перед моделлю реалізації БП. Це призводить до відповідної впорядкованості послідовностей бізнес-процедур, реалізацію яких і відображають моделі:

$$\lambda_j \otimes \lambda_l \Rightarrow (\lambda_j \Rightarrow \lambda_l) \Rightarrow (Wf_j(Br) \otimes Wf_l(Br)), \quad j = \overline{1, J}, \quad l = \overline{1, L} , \quad (2.5)$$

З огляду на те, що бізнес-процеси складаються з послідовності бізнес-процедур, а бізнес-процедури – з послідовності операцій, вираз у загальному випадку може відноситися до бізнес-процесів, бізнес-процедур і операцій. Отже, зазначений підхід дозволяє побудувати багаторівневу модель реалізації БП, що відбиває функціонування та взаємодію його складових елементів.

Ми розглядаємо три типи обмежень безпеки модель: обмеження взаємного виключення, потужність обмеження, і обов'язкове обмеження обов'язку. І ми припускаємо, що обмеження є визначено лише на діях у нашій

моделі, оскільки базуються всі фундаментальні показники бізнес-процесу на діяльність. З кожним взаємодіють різні обмеження інші та з ієрархіями ролей. Оскільки в павутині середовища, користувачі можуть окремо вказувати обмеження безпеки, кілька обмежень разом можуть заборонити призначити будь-якого користувача для завдання. Для наприклад, якщо обмеження ME вимагає, щоб жоден користувач не був дозволено авторизувати обидві дії a_1 і a_2 , але a_1 і a_2 також пов'язані з обов'язковим обмеженням (be виконується тим самим користувачем), неможливо призначити ці дії користувачам без порушення обмежень [15]. Отже, потрібна перевірка узгодженості, щоб виявити та вирішити конфлікти в існуючих обмеженнях. Такий перевірка також корисна, коли обмеження оновлюються так, як щоб уникнути незадовільних обмежень. У цьому розділі ми обговорили б семантику розглянутих обмежень та їх консистенцію.

Обмеження вимагає що жодному користувачеві не дозволяється авторизуватися на k або більше діяльності в множині A_s , де $A_s \subseteq A$ і $1 \leq k \leq |A_s|$.

Це обмеження, яке найчастіше згадується, а потужний засіб обмеження розподілу критичних дозволів і широко використовується для підтримки розділення Політики обов'язків або для забезпечення конфлікту інтересів політики. Це обмеження може далі класифікувати на статичне взаємне виключення та динамічне взаємовиключення відповідно до того, чи є воно застосовується до моделі або екземпляра бізнес-процесу.

Обмеження вимагає, щоб кількість користувачів, які авторизують діяльність a (або шляхом прямої передачі, або шляхом спадкування) має бути принаймні a_l , але не більше a_u , де $1 \leq a_l \leq a_u$, і a_l і a_u називають нижньою межею та верхньою межею потужності активності a відповідно. Якщо там не є явним оголошенням, ми розглядаємо обмеження $AS(a, 1, \infty)$ для будь-якої діяльності a , оскільки вона має бути корисною в бізнес-процес. Обмеження змінного струму корисні під час роботи відповідальність або завдання, представлене діяльністю, вимагає кількох користувачів. Обмеження також

можна використовувати для забезпечення політики стійкості. Наприклад, обмеження $AC(\text{“Перевірка проблеми”}, 2, \infty)$ вимагає принаймні два користувачі, які мають право «Перевірити проблему» в систему так, що навіть якщо один із них відсутній.

Обмеження має набір заходів $As \subseteq A$ повинен виконувати той самий користувач. Метою прив'язувального обмеження є спрощення керування користувачами та необхідними ролями що якщо користувач бере на себе певну відповідальність, то він/вона повинен також взяти на себе іншу відповідальність. Наприклад, $BD(\{\text{InitProj}, \text{ModiProj}\})$ вимагає, щоб будь-який користувач, який ініціатор проекту повинен мати право доступу для зміни проект. Ми виходимо з того, що будь-яка діяльність має бути бере участь лише в одному обов'язковому обмеженні, інакше ми об'єднає всі відповідні дії в одну обмеження. Приклад 1 Дано набір обмежень безпеки $\{c1 = ME(\{\text{IssueCheck}, \text{InitCheck}\}, 1), c2 = AC(\text{audit}, 1, 2)\}$, обмеження $c1$ обмежує дії будь-якого користувача ініціювати перевірку має відрізнитися від користувача на діяльність видає перевірку, тоді як $c2$ дозволяє аудит діяльності призначається щонайбільше двом користувачам. Ми хотіли б зазначити, що наведена вище специфікація обмежень безпеки представляє лише потенційний спосіб визначення обмежень безпеки. На практиці, обмеження визначаються відповідно до вимог програми та можуть бути розширені під час виконання [16]. А набір обмежень безпеки може бути визначений окремо різними людьми. Це часто призводить до непослідовності та невизначеності авторизації. Наприклад, обмеження прив'язки $BD(As)$ може конфліктувати з обмеженнями потужності, коли нижня межа деякої діяльності в As більша, ніж верхня межа деякої інша діяльність в As . Припустимо, що ми маємо три обмеження $BD(\{a, a\}), AC(a, 3, 5), AC(a, 1, 2)$. Відповідно до $BD(\{a, a\})$ і $AC(a, 3, 5)$, будь-який користувач, який уповноважений виконувати a , повинен бути авторизований a і слід виконувати принаймні 3 користувачами. Проте, згідно до $AC(a, 1, 2)$, кількість користувачів, призначених для a повинен не перевищує 2. Таким чином, три обмеження не

можуть бути водночас задоволений. Тому важливо, щоб гарантувати узгодженість обмежень.

Визначення 1 (узгодженість обмежень) Нехай SC є набір обмежень безпеки. Ми говоримо, що SC є послідовним тоді і тільки тоді, коли існує рольова діяльність відношення RA та відношення призначення ролі користувача URA такий, що стан R, RH, U, RA, A, URA задовольняє всіх обмеження в SC .

Наведене вище визначення ґрунтується на інтуїції, що кожна задача, представлена діяльністю, повинна бути «здійсненою» в якомусь стані, який задовольняє обмеження в SC . Тепер ми вивчаємо, як визначити, чи є набір обмеження є послідовним.

Визначення 2 (Графік діяльності) Графік активності $AG = (V, E)$ — орієнтований ациклічний граф, де V — множина вузлів, що позначають діяльність, і E набір спрямованих ребра, що позначають послідовні відносини між видами діяльності. Кожне послідовне відношення позначає ребро (a_i, a_j) , де a_i — попередня активність a_j . Знаючи графік активності AG , перевірка Лема 5 перевіряє, чи існує коло в AG .

Це робиться за допомогою алгоритму на рис. 2, який повертає ІСТИНА, якщо в AG немає кола. Якщо знайдеться якесь коло, він повертає FALSE. Верхня межа обчислювальної складності цього алгоритму становить $O(|V|+|E|)$, що за поліноміальний час. Правильність цього алгоритму можна перевірити наступним чином. Якщо алгоритм не вдається, то кількість позначених дій має бути менше $|V|$ і кандидата на включення до V немає. Тому є принаймні один вузол a_1 , який не позначено. AG має містити ребро (a_2, a_1) , де a_2 не позначено; інакше a_1 є кандидатом на включення. Так само має існувати таке ребро (a_3, a_2) , що a_3 не є позначені. $a_1 = a_3$ вказує, що цикл знайдено в прямий граф. Якщо $a_1 = a_3$, має існувати a_4 , такий, що (a_4, a_3) — ребро, а a_4 не позначено. Інакше a_3 є кандидатом на включення. Якщо a_4 є одним із a_1, a_2 або a_3 , то це свідчить про те, що AG має цикл. Оскільки AG має

кінцеві вузли, неодноразово застосовуючи цю перевірку зрештою виявить цикл, якщо він існує. Коло в АГ вказує на конфлікт цих залежностей.

Визначення 3 (BP-net) BP-net T, P, R — це обмежена мережа Петрі, де T — набір дій; P є набір місць у формі $(type, num)$, що визначає вид операції за місцем і кількістю заходів місце пов'язане з; а R — множина дуг між місцями та діяльністю в мережі. BP-net тримає такі властивості:

– є лише два спеціальні місця i та o , де i — місце джерела, а o — місце поглинання, тобто

$$\bullet i = \emptyset \wedge o \bullet = \emptyset; \quad (2.6)$$

– будь-який інший вузол $x \in P \cup T$ знаходиться на шляху від i до o . Немає вільних занять або місця визначена BP-net;

– у початковому стані лише місце i містить один маркер

$$M0(i) = 1 \wedge \forall x \in P: x = i \Rightarrow M0(x) = 0; \quad (2.7)$$

Ці властивості забезпечують чітко визначений бізнес процес може бути нормально виконаний до кінця після його завершення ініціалізовано. Важлива характеристика такого «доброго» структурований бізнес-процес полягає в збалансуванні І/АБО розщеплення та І/АБО-з'єднання. Зрозуміло, що паралельна діяльність ініціалізований розділенням AND об'єднується AND, тоді як вибірккові дії, ініціалізовані розщепленням AND, об'єднуються AND. На основі запропонованої BP-net ми могли б створити і оновлювати бізнес-процес, збираючи дії. Зверніть увагу, що тут ми розглядаємо лише логічні зв'язки між видами діяльності, щоб уникнути плутанини між логічними зв'язками та семантичними зв'язками. серед видів діяльності [17]. У наступному визначенні ми приймемо ra і ra для позначення вхідних даних і

вихідні місця діяльності α , і прийняти $p.type$ і $p.num$ відповідно позначає тип з'єднання та кількість наступних заходів з місцем.

Визначення 4 (операції складання BP, BP-net-op) Операції складання BP включають послідовну вставку, Паралельна вставка, Вибіркова вставка | та Видалити оператор δ .

Послідовна вставка $\alpha \beta$, де $\alpha \in T$, вказує на це β послідовно збирається після α .

Паралельна вставка $\alpha \beta$, де $\alpha \in T$ з $\alpha.type = \text{Вибірковий}$, вказує на те, що β збирається паралельно з α .

Вибіркова вставка $\alpha | \beta$, де $\alpha \in T$ з $\alpha.type = \text{Parallel}$, вказує на те, що β збирається вибірково з α .

Операція видалення $\delta(\gamma)$, де $\gamma \in T$, вказує що діяльність γ та її відповідні місця видаляється.

Визначення 5 (бізнес-процес) бізнес-процес — це а BP-net з початковим статусом $\{i, o, \text{NULL}, (i, \text{NULL}), (\text{NULL}, o)\}$ і може бути розширено поступово засоби монтажних операцій у діяльності, при цьому зобов'язані дотримуватись безпеки та бізнес-обмежень. Екземпляр бізнес-процесу ініціалізується при позначенні i і прив'язка користувачів до ролей і дій активна в процесі виконання інстанції. Від складання бізнес-процесу ми можемо переконатися, що він підтримує чотири типи маршрутизаторів робочого процесу запропонований Коаліцією управління робочими процесами, а саме послідовність, паралельність, вибір і повторення. Операції складання, представлені вище, можуть виконувати перші три види. Для повторення вирішується протягом виконання робочого процесу, оскільки це пов'язано з кожним екземпляр створеного та керованого бізнес-процесу за своєю семантикою. Відзначимо, що асамблея операції можна примусово застосувати до обох бізнес-процесів модель і екземпляр, який створює створений бізнес гнучкість процесів як на стадії проектування, так і під час запуску час.

Логічно обґрунтований бізнес-процес не означає це можна було правильно виконати на практиці. Наприклад, у бізнес-процесі є дві дії a_1 і a_2 і

вони існують взаємно виключні обмеження безпеки $ME(\{a_1, a_2\}, 1)$, застосований до них, тобто жодному користувачеві заборонено виконувати обидві дії. Проте, якщо лише один користувач відповідає вимогам атрибута ролей (скажімо, повного професора), які виконують ці двоє діяльність, все ще неможливо нормально виконати бізнес-процес, хоча цей процес є логічно звук.

Отже, нам ще потрібно підтвердити легітимність а бізнес-процес. У цьому розділі ми проведемо перевірку про безпеку та задоволення бізнес-обмежень створеного бізнес-процесу. На практиці таке перевірка повинна проводитися як при проектуванні, так і при проектуванні при виконанні, щоб переконатися в наявності обмеження не перешкоджатимуть нормальному виконанню надійний бізнес-процес авторизованими користувачами.

З одного боку, бізнес-процес повинен підкорятися бізнесу обмеження, пов'язані з діяльністю в ньому, на в інша сторона, для будь-якого користувача, кваліфікованого для ролі, тобто дозволив дію, існує принаймні одне призначення ролі користувача для бізнес-процесу, який задовольняє обмеженням. Далі ми б спочатку наведіть правила складання, яких слід дотримуватися під час налаштування бізнес-процесу, щоб забезпечити його легітимність бізнесу [17]. А потім потрібно підтвердження гарантувати обмеження безпеки в бізнес-процесі легітимність безпеки.

Послідовне обмеження перевірено шляхом перерахування всіх попередніх дій a в T і по перевірка, чи є a в такому наборі, коли $SR(a, a) \in BC$, або навпаки, коли $SR(a, a) \in BC$. Доказ того коректність цієї частини подібна до коректності в Алгоритмі 2 і тут опущено. Для перевірки паралельних або вибіркового обмежень ми виконуємо зворотне трасування мережі BP від a щоб досягти першої паралелі або виборного місця. Якщо a знаходиться на іншій гілці, починаючи з того самого місця, обмеження виконано та повертає ОК. інакше, зворотний шлях продовжиться і досягне наступної паралелі або виборне місце. Ми зробили б таку ж перевірку. Така зворотна доріжка зупиниться на вихідному місці i , яке означає, що це обмеження не виконується, і повертає BADINSERT.

Оскільки добре визначена мережа Петрі дозволяє вкладення між будь-якими двома паралельними чи виборними структурами, але ні перетин, а саме одна структура може бути а відділення іншої структури. Таким чином, описаний вище процес зворотне трасування перевірить паралельні (або вибіркові) структури від внутрішнього до зовнішнього. Обмеження, яке виконується в будь-якій структурі, є прийнятним і алгоритмом повернувся б ОК. Алгоритм можна завершити в поліноміальний час, який обмежений $O(|BC|*|T|)$. Перевірка задоволеності обмежень безпеки забезпечить, щоб призначення ролей користувача задовольняють усі обмеження, а саме існує принаймні один екземпляр для індивідуального бізнес-процесу, який може бути виконано успішно. Це називається виконанням планування.

Оскільки користувачі Інтернету можуть змінитися будь-коли, така перевірка зазвичай виконується для кожного екземпляра після того, як у нас є доступні користувачі, які відповідають вимогам для ролей, які виконують діяльність бізнесу процес. Припустимо, ми отримали призначення ролей користувача шляхом оцінки атрибутів користувачів щодо кваліфікаційних вимог кожної ролі для діяльності, зв'язків між користувачами, бізнес-процесу та необхідних обмеження безпеки разом називаються конфігурацією що позначається T, P, R, U, UTQ , де $T, P, R \in VP-net$, що позначає бізнес-процес, U – множина доступних користувачів, а UTQ – це набір дій користувача зв'язки у формі (u, a) , $u \in U$, $a \in T$, що означає, що користувач u кваліфікований для діяльності a . Однак $(u, a) \in UTQ$ не означає, що ви в кінцевому підсумку виконуєте так він обмежений обмеженнями безпеки.

Так само, як приклад, наведений на початку цього розділу, діяльність a_2 ніколи не буде виконано без порушення обмеження безпеки. Таким чином, ми повинні зробити виконання планування заданої конфігурації, щоб переконатися, що дана конфігурація може задовольнити всі обмеження.

Тепер проаналізуємо обчислювальну складність цей процес за допомогою результату Ван і Лі (2007). У їх роботі взаємовиключні обмеження розглядається як бінарний зв'язок між двома діяльність, яку можна розглядати

як окремий випадок наша проблема, а саме всі взаємовиключні обмеження мають форму $ME(\{a_1, a_2\}, 1)$, $a_1, a_2 \in A$. Автори показали, що їхня задача NP – повна. Таким чином ми можна зробити висновок, що перевірка того, чи набір обмежень безпеки SC задовольняється заданим конфігурація NP – завершена.

Нерозв'язна проблема означає, що існують випадки що займає експоненціальний час у гіршому випадку. однак, багато випадків, які зустрінуться на практиці може бути ефективно вирішена. Ми б представили алгоритм для планування виконання. У цьому процесі важливо заблокувати діяльність лише з одним придатний користувач для діяльності за умови задоволення всі обмеження [18].

3 РОЗРОБКА ІТ-ПРОЄКТУ МОДУЛЮ ПІДТРИМКИ ОБМЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ БІЗНЕС ПРАВИЛ ПРИ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ

3.1 Розробка моделі проекту за допомогою інформаційної технології Microsoft Project

Базуючись, на плануванні проекту у попередньому модулі, розробимо план у додатку для планування IC Microsoft Project.

Microsoft Project - програма управління проектами, розроблена корпорацією Microsoft. Microsoft Project створений, щоб допомогти менеджерів проекту в роз- робці планів, розподілі ресурсів по завданнях, відстежуванні прогресу і аналізі об'ємів робіт, а також допомагає створювати звіти за допомогою інтегрованого у додаток модулю, так наприклад можна створити звіт з критичного шляху проекту [6].

На рисунку 3.1 відображена діаграма Ганта з мережевим графіком розкладу і вказанням дат початку і кінця виконання кожного з завдань. На рисунку 3.1 приве- дені модулі 2-го рівня декомпозиції, а також в основі модулів стоїть назва задачі, що є першим рівнем декомпозиції.

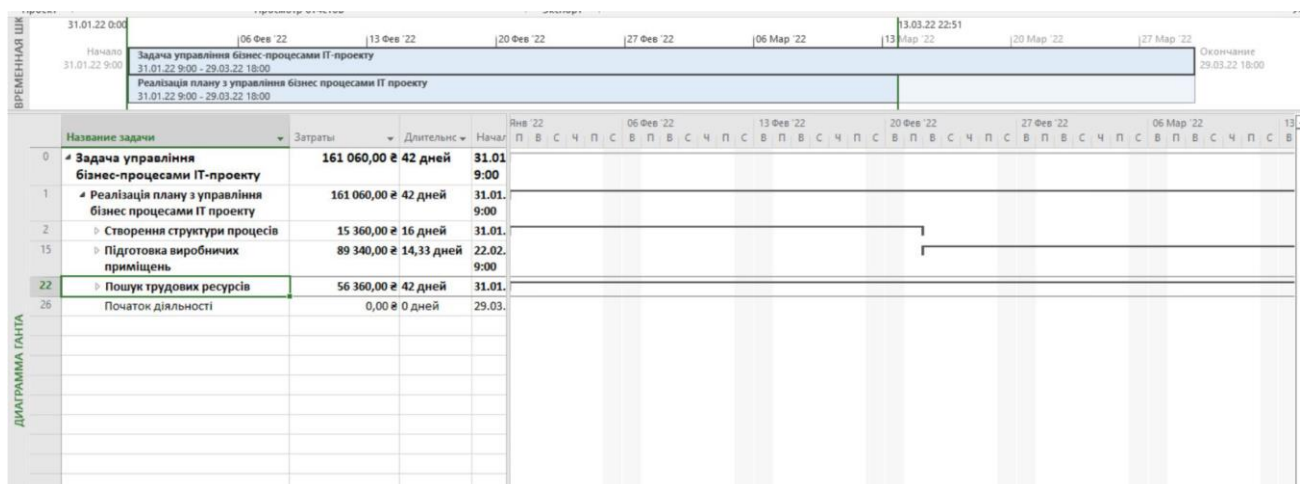


Рисунок 3.1.1 - Діаграма Ганта

Рисунок доволі малої деталізації, тому привожу таблицю 5.1 з усіма рівнями декомпозиції.

Таблиця 3.1 - Діаграма Ганта

№	Назва задачі	Витрати	Тривалість	Початок	Кінець	Попередники	Ресурси
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Задача управління бізнес-процесами ІТ-проєкту	161 060,00 ₴	42 днів	31.01.22 9:00	29.03.22 18:00		
2	Реалізація плану з управління бізнес процесами ІТ проєкту	161 060,00 ₴	42 днів	31.01.22 9:00	29.03.22 18:00		
3	Створення структури процесів	15 360,00 ₴	16 днів	31.01.22 9:00	21.02.22 18:00		
4	Вибір назви процесу	1 440,00 ₴	2 днів	31.01.22 9:00	01.02.22 18:00		
5	Оцінка можливих наслідків	720,00 ₴	1 день	31.01.22 9:00	31.01.22 18:00		Юрист
6	З'ясування доступності імені	720,00 ₴	1 день	01.02.22 9:00	01.02.22 18:00	5	Юрист
7	Створення бази операційного контролю	10 480,00 ₴	16 днів	31.01.22 9:00	21.02.22 18:00		
8	Вибір і впровадження системи бухгалтерського обліку	720,00 ₴	2 днів	31.01.22 9:00	01.02.22 18:00		Бухгалтер
9	Отримання необхідних ліцензій і дозволів	5 760,00 ₴	8 днів	02.02.22 9:00	11.02.22 18:00	8	Юрист
10	Отримання необхідних страховок	1 440,00 ₴	4 днів	14.02.22 9:00	17.02.22 18:00	9	Бухгалтер

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Розробка маркетингового плану	3 440,00 ₴	5 днів	01.02.22 9:00	07.02.22 18:00		
12	Створення маркетингового плану	1 120,00 ₴	2 днів	01.02.22 9:00	02.02.22 18:00	6	Експерт з розробки ІС
13	Розробка емблеми	1 120,00 ₴	2 днів	03.02.22 9:00	04.02.22 18:00	13	Експерт з розробки ІС
14	Замовлення рекламних матеріалів	1 200,00 ₴	1 день	07.02.22 9:00	07.02.22 18:00	14	Менеджер проектів
15	Підготовка виробничих приміщень	89 340,00 ₴	14,33 днів	22.02.22 9:00	14.03.22 11:40		
16	Вибір приміщення	39 500,00 ₴	5 днів	22.02.22 9:00	28.02.22 18:00	11; 15	Менеджер проектів;Приміщення організації[1]
17	Вибір устаткування для комп'ютерної мережі	12 950,00 ₴	1 день	01.03.22 9:00	01.03.22 18:00	17	Устаткування[1];Менеджер проектів
18	Вибір програмного забезпечення для комп'ютерів	29 970,00 ₴	1 день	02.03.22 9:00	02.03.22 18:00	18	Програмне забезпечення[1]
19	Підключення комунікацій	1 200,00 ₴	3 днів	03.03.22 9:00	07.03.22 18:00	19	Електрик
21	Придбання меблів і устаткування	4 800,00 ₴	4 днів	08.03.22 9:00	11.03.22 18:00	20	Менеджер проектів
20	Переїзд	920,00 ₴	0,33 днів	14.03.22 9:00	14.03.22 11:40	21	Менеджер проектів;Розробник Junior;Розробник Middle
21	Пошук трудових ресурсів	56 360,00 ₴	42 днів	31.01.22 9:00	29.03.22 18:00		
22	Інтерв'ювання і тестування кандидатів	40 800,00 ₴	15 днів	31.01.22 9:00	21.02.22 18:00		Менеджер проектів;Розробник Middle;Human Resources

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Навчання персоналу	8 960,00 ₴	16 днів	08.03.22 9:00	29.03.22 18:00	25	Експерт з розробки ІС
24	Початок діяльності	0,00 ₴	0 днів	29.03.22 18:00	29.03.22 18:00	22; 26	Керівник проектів організації

3.2 Оптимізація проекту за показниками час – вартість

Розв’язання задачі оптимізації проекту за показниками часу і вартості є задачею, яка відобразить можливі відхилення проекту від норми її виконання і за допомогою методу PERT знайдемо найбільш вірогідну тривалість виконання проекту.

Нормальна тривалість проекту складає 42 дні, з 31.01.2022 до 29.03.2022, а вартість проекту за цей час склала 161060 гривень.

Результат аналізу критичного шляху зображено на рисунку 3.2.

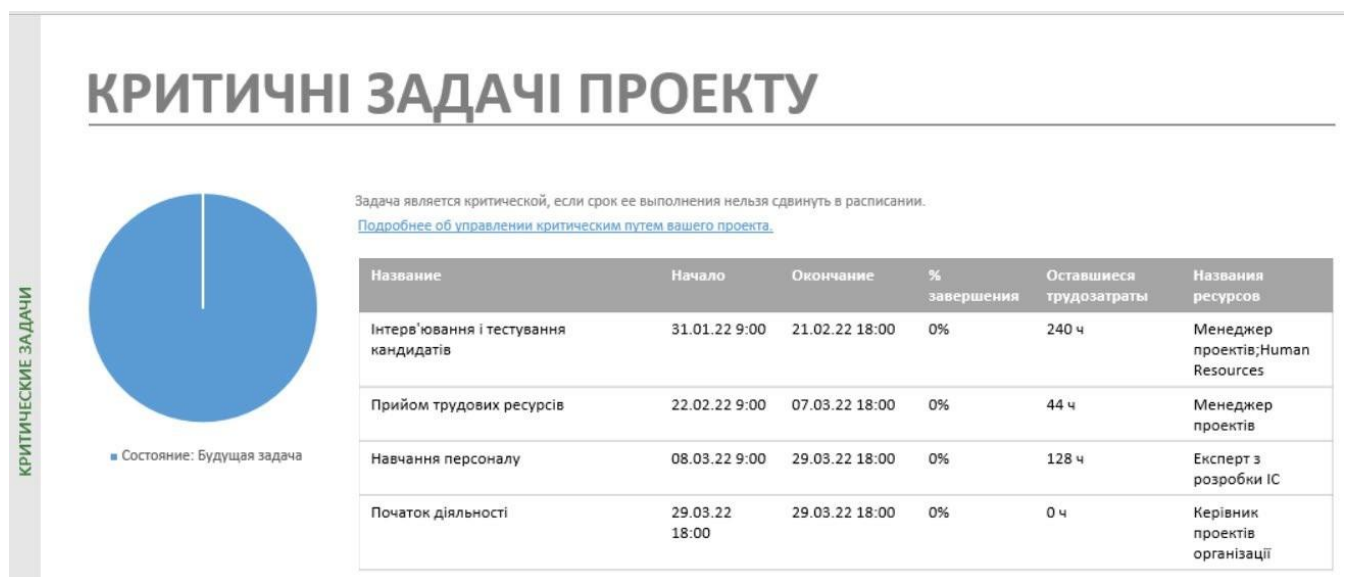


Рисунок 3.2.1 - Критичний шлях проекту

При зменшенні тривалості виконання до 37 днів отримуємо 147460 гривень витрат. При збільшенні виконання до 46 днів отримуємо вартість виконання 166740 гривень. За формулою 1 для розрахунку PERT, розрахуємо нормальне значення.

Отримання нормального значення дозволяє краще оцінити тривалість проекту, уникнути переоцінки або недооцінки, а також забезпечити більш точне планування робіт та управління ресурсами. Використання такого підходу дозволяє покращити прогнозування тривалості завдань, знизити ризики та забезпечити більш ефективне управління проектом.

3.3 Оптимізація проекту за ресурсами

Побудуємо опорний план проекту та епожу споживання ресурсів на основі вихідних даних, зазначених у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.1 - Вихідні дані для оптимізації проекту

№	Задача	Тривалість	Заплановані ресурси	Наявні ресурси
1	Задача управління бізнес-процесами ІТ-проекту	42 днів	6	5
2	Реалізація плану з управління бізнес процесами ІТ проекту	42 днів	2	1
3	Створення структури процесів	16 днів	1	1
4	Вибір назви процесу	2 днів	1	1
5	Оцінка можливих наслідків	1 день	1	1
6	З'ясування доступності імені	1 день	1	1
7	Створення бази операційного контролю	16 днів	4	4
8	Вибір і впровадження системи бухгалтерського обліку	2 днів	3	2
9	Отримання необхідних ліцензій і дозволів	8 днів	1	1

Продовження таблиці 3.3.1

10	Вироблення плану забезпечення безпеки	2 днів	1	1
11	Розробка маркетингового плану	5 днів	1	1
12	Створення маркетингового плану	2 днів	3	3
13	Розробка емблеми	2 днів	1	1
14	Замовлення рекламних матеріалів	1 день	1	1
15	Підготовка виробничих приміщень	14,33 днів	1	1
16	Вибір приміщення	5 днів	1	1
17	Вибір устаткування для комп'ютерної мережі	1 день	1	1
18	Вибір програмного забезпечення для комп'ютерів	1 день	1	1
19	Підключення комунікацій	3 днів	1	1
20	Придбання меблів і устаткування	4 днів	1	1
21	Переїзд	0,33 днів	1	1
22	Пошук трудових ресурсів	42 днів	4	3
23	Інтерв'ювання і тестування кандидатів	15 днів	3	2
24	Прийом трудових ресурсів	10 днів	2	1
25	Навчання персоналу	16 днів	1	1
26	Початок діяльності	0 днів	1	1

А також діаграма Ганта (таблиця 3.3.2), що виправлена згідно вихідних даних для оптимізації проекту.

Таблиця 3.3.2 - Діаграма Ганта після оптимізації проекту

№	Назва задачі	Витрати	Тривалість	Початок	Кінець	Попередники	Ресурси
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Задача управління бізнес-процесами	147 860,00 ₴	42 днів	31.01.22 9:00	29.03.22 18:00		

Продовження таблиці 3.3.2

2	Створення структури процесів	15 360,00 ₴	16 днів	31.01.22 9:00	21.02.22 18:00			
3	Вибір назви процесу	1 440,00 ₴	2 днів	31.01.22 9:00	01.02.22 18:00			
4	Оцінка можливих наслідків	720,00 ₴	1 день	31.01.22 9:00	31.01.22 18:00		Юрист	
5	З'ясування доступності імені	720,00 ₴	1 день	01.02.22 9:00	01.02.22 18:00	5	Юрист	
6	Створення бази контролю	10 480,00 ₴	16 днів	31.01.22 9:00	21.02.22 18:00			
7	Вибір і впровадження системи бухгалтерського обліку	720,00 ₴	2 днів	31.01.22 9:00	01.02.22 18:00		Бухгалтер	
8	Отримання необхідних ліцензій	5 760,00 ₴	8 днів	02.02.22 9:00	11.02.22 18:00	8	Юрист	
9	Отримання страховок	1 440,00 ₴	4 днів	14.02.22 9:00	17.02.22 18:00	9	Бухгалтер	
10	Вироблення плану забезпечення безпеки	2 560,00 ₴	2 днів	18.02.22 9:00	21.02.22 18:00	10	Експерт з розробки ІС;Юрист	
11	Розробка маркетингового плану	3 440,00 ₴	5 днів	01.02.22 9:00	07.02.22 18:00	1	2	3
12	Вибір устаткування для комп'ютерної мережі	12 950,00 ₴	1 день	01.03.22 9:00	01.03.22 18:00	17	Устаткування[1];Менеджер проектів	
13	Вибір програмного забезпечення для комп'ютерів	29 970,00 ₴	1 день	02.03.22 9:00	02.03.22 18:00	18	Програмне забезпечення[1]	
14	Підключення комунікацій	1 200,00 ₴	3 днів	03.03.22 9:00	07.03.22 18:00	19	Електрик	
15	Придбання меблів і устаткування	4 800,00 ₴	4 днів	08.03.22 9:00	11.03.22 18:00	20	Менеджер проектів	

Від тепер тривалість задачі складає 42 дні, а кошторис складає 147 860,00 гривень.

ІТ-проекти потребують використання принципів процесного управління для успішної розробки та впровадження програмного забезпечення. Основні принципи включають інтеграцію процесів, керування змінами, фокус на результаті, орієнтацію на процес, ризик-орієнтованість, контроль та моніторинг та орієнтацію на комунікації. Застосування цих принципів дозволяє керувати процесами розробки та впровадження програмного забезпечення ефективніше, досягати поставлених цілей та відповідати вимогам замовника. Крім того, вони дозволяють виявляти й управляти ризиками, контролювати виконання завдань та ресурсів, виявляти зміни та працювати над вдосконаленням процесів. Комунікація є також важливою складовою процесного управління, оскільки вона дозволяє забезпечити взаємодію між учасниками проекту та передати інформацію про стан проекту та потреби замовника.

Основні принципи процесного управління в ІТ-проектах наступні:

- інтеграція процесів - включає координацію різних процесів та забезпечення взаємодії між ними для досягнення загальної мети проекту;
- керування змінами - передбачає виявлення та аналіз змін в процесі розробки та впровадження програмного забезпечення, їх оцінку та внесення змін до планів та ресурсів проекту;
- фокус на результаті - орієнтація на визначення та досягнення конкретних результатів та показників успішності проекту, забезпечення відповідності вимогам та очікуванням замовника;
- орієнтація на процес - фокус на визначенні та вдосконаленні процесів розробки та впровадження програмного забезпечення, забезпечення їх ефективності та відповідності вимогам;

- ризик-орієнтованість - включає ідентифікацію та оцінку ризиків в процесі розробки та впровадження програмного забезпечення, розробку та впровадження стратегій їх управління та мінімізації;
- контроль та моніторинг - передбачає визначення та контроль виконання завдань, ресурсів, термінів та інших показників проєкту, моніторинг процесів та результатів та вчасне реагування на відхилення;
- орієнтація на комунікації - передбачає забезпечення.

Зручна структура організації проєкту, дозволяє розподіляти завдання та ресурси між командами та підрозділами. Також важливим принципом є орієнтація на клієнта, тобто врахування його потреб та вимог під час розробки та впровадження програмного забезпечення. Використання методологій Agile та Scrum також дозволяє забезпечити ефективність процесного управління в ІТ-проєктах, тому що вони надають гнучкість та можливість швидко реагувати на зміни та потреби замовника. Крім того, важливо визначати метрики та критерії успіху проєкту для ефективного моніторингу та контролю його розвитку. Усі ці принципи допомагають забезпечити успішне розроблення та впровадження програмного забезпечення в ІТ-проєктах.

Комунікація та співпраця між усіма учасниками проєкту, дозволяє забезпечити гармонійну роботу команди та підвищити якість результуючого програмного забезпечення. Також важливим принципом є забезпечення якості коду та його тестування на різних етапах розробки проєкту. Використання автоматизованих засобів тестування дозволяє забезпечити швидкість та ефективність процесу тестування та підвищити якість програмного забезпечення. Крім того, важливим принципом є забезпечення безпеки програмного забезпечення та дотримання вимог щодо захисту персональних даних користувачів. Усі ці принципи допомагають забезпечити якість та ефективність процесного управління в ІТ-проєктах та забезпечити високий рівень задоволення клієнта результатами роботи команди.

Індустрія розробки програмного забезпечення дуже динамічна, тому процесне управління повинно бути гнучким та адаптивним до змін. Це

означає, що процеси та методології розробки повинні бути підлаштовані під конкретні потреби проєкту та змінюватися разом з ним. Для досягнення цього принципу використовують методології розробки програмного забезпечення, такі як Agile, Scrum, Kanban та інші, які дозволяють швидко реагувати на зміни та адаптуватися до нових умов розробки.

Одним з важливіших принципом є використання ефективних інструментів та технологій. Розробка програмного забезпечення стає все більш складною та вимагає використання сучасних технологій та інструментів. Важливо вибирати ефективні технології та інструменти, які допоможуть підвищити продуктивність команди та якість розробленого програмного забезпечення. До таких технологій можна віднести контроль версій, автоматизоване тестування, DevOps та інші.

Ще одним важливим принципом є постійне покращення процесів. Важливо аналізувати та оцінювати результати роботи команди, щоб знайти слабкі місця та покращити процеси. Використання різних методів оцінювання та моніторингу процесів дозволяє виявляти проблеми та шукати способи їх вирішення. Наприклад, можна використовувати ретроспективи Scrum. Важливим елементом розробки паспорту проєкту є взаємодія потоків даних, які пов'язують окремі елементи структури побудови паспорту проєкту.

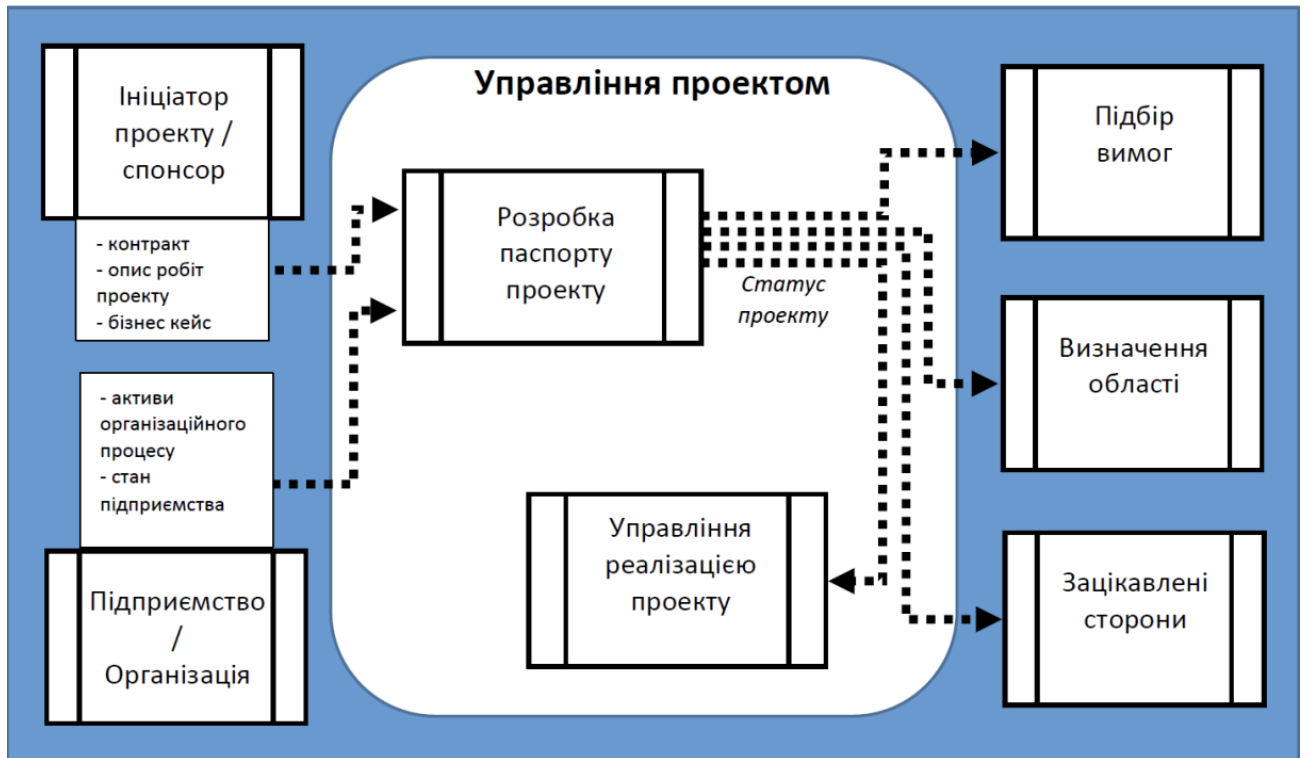


Рисунок 3.1.1 – Схема потоків даних при побудові паспорту проекту

Схема потоків даних (Data Flow Diagram, DFD) - це графічний інструмент, який використовується для моделювання потоків даних у системах. Вона може бути використана для побудови паспорту проекту, щоб проілюструвати, які дані та інформація будуть використовуватись в проекті, як вони будуть передаватись та оброблятись у різних процесах.

Основна ідея DFD - показати потоки даних, що входять і виходять з системи, а також процеси, які обробляють ці дані. Схема потоків даних може містити такі елементи:

- процеси, що здійснюються з даними;
- потоки даних, які показують переміщення даних між процесами;
- джерела та приймачі даних, де починаються та закінчуються потоки даних;
- хранилища даних - місця, де зберігаються дані.

При побудові паспорту проекту, схема потоків даних може допомогти визначити, які дані потрібні для виконання проекту та як вони будуть

обробляться. Вона може допомогти проектній команді уникнути помилок та недорозумінь під час виконання проекту, оскільки всі учасники можуть бачити, які дані та інформація будуть використовуватись у різних процесах та як вони будуть передаватись один одному.

Побудова схеми потоків даних може допомогти також в ідентифікації можливих проблем та бутлегів у проекті. Наприклад, якщо у схемі виявляється вузьке місце або надмірна завантаженість деякого процесу, це може означати, що необхідно провести оптимізацію цього процесу або розподілити його функції між кількома процесами. Схема потоків даних може бути корисна для створення зручного та логічного інтерфейсу користувача для системи, яка розробляється. Наприклад, якщо схема виявляє, що користувачам потрібно буде вводити багато різних даних в систему, можна розробити інтерфейс з різними вкладками або панелями, щоб зробити введення даних більш структурованим та зручним.

Загалом, побудова схеми потоків даних є корисним інструментом для аналізу та планування ІТ-проектів, який допомагає проектній команді уникнути помилок та недорозумінь, підвищити ефективність та зручність використання системи та відповідати вимогам та потребам користувачів.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ РОБІТ З ОБМЕЖЕННЯМИ

4.1 Атрибути та особливості для реалізації моделі з обмеженнями

Режим керування СВРМ представляє нову концепцію стандартної діяльності, яка представляє основну діяльність складання бізнес-процесів. Високий рівень безпеки і бізнес-вимоги виражаються як обмеження на кожную діяльність і на зв'язки між видами діяльності. Учасникам динамічно призначаються авторизації шляхом оцінки з їх власністю атрибуту (наприклад, облікові дані) проти кваліфікації вимоги до ролей, які виконують діяльність [19].

Гнучкість бізнес-процесу реалізується за допомогою операції складання на заздалегідь визначених стандартних діях і його легітимність забезпечується перевіркою обмеження бізнесу. Обґрунтованість така гнучка бізнес-процесів підтверджується запропонованим бізнесом логічна мережа процесу. Ми представляємо кілька алгоритмів для перевірки узгодженості обмежень, а також для виконання планування виконання, щоб гарантувати правильне виконання бізнес-процес за умовою задоволення всіх обмеження.

Щоб полегшити впровадження моделі, для цього потрібно побудувати архітектуру системи, та є приклад прототипу програми обміну майновими правами для підтримки легальних бізнес-процесів [20]. Експерименти це показують, що модель є ефективною в управлінні юридично гнучкою бізнес-процесів і в контролі безпеки система управління, до якої щодня звертаються багато користувачів.

З точки зору бізнесу, послідовності між діяльність повинна відповідати бізнес-правилам в організації, щоб задовольнити відносини залежності між видами діяльності та гарантувати правильне виконання бізнес-процесу. З точки зору керівництва, передбачається створення бізнес-процесу налаштовані якомога більше шляхом повторного використання існуючих дії

та обмеження, щоб зменшити складність Inf Syst Front управління та розгортання гнучких бізнес-процесів ефективно та економічно[21].

Web 2.0 має кілька атрибутів, які чітко відрізняють його з поточної мережі, наприклад агрегація вмісту, підтримка спільноти, активна співпраця та вільний маніпуляції бізнес-процесами тощо. Одним із помітних атрибутів є гнучкість веб-бізнес-процесів, у яких дії можна динамічно налаштовувати та налаштовані, а також можуть бути обрані учасники або відвідувати невпевнено. У такому середовищі вимоги легітимності щодо безпеки та бізнес набагато важливіші для бізнес-процесів ніж будь-коли. З точки зору безпеки, доступ до дії, пов'язані з конфіденційною інформацією, повинні забезпечуватися авторизованими користувачами, щоб уникнути незаконних операцій.

Повний розгляд вищевказаних аспектів є абсолютно складним завданням, оскільки важко задовольнити гнучкість без під загрозою безпеці та керованості. Обмеження безпеки розглядаються як фундаментальні механізми забезпечення виконання вимог високого рівня безпеки. Наприклад, Відділення Обмеження обов'язків обмежують права доступу до делікатні завдання для кількох осіб, щоб запобігти користувачів від перевищення розумного рівня повноважень за свою позицію. Іншим прикладом є обмеження обов'язковості обов'язків, яка обмежує користувачів певна відповідальність повинна нести іншу відповідальність. Обмеження безпеки Cardinality визначають верхню та нижню межі числа користувачів, призначених для критичної діяльності.

З одного боку, призначення надто великої кількості користувачів критичному завданню може збільшитися можливість шахрайства. З іншого боку, присвоєння теж кілька користувачів, які виконують завдання, можуть завдати надто великого робочого навантаження на цих користувачів і не стійкий до відсутності тих користувачів. Так само можна використовувати бізнес-обмеження виражати ділові правила.

Наприклад, передумова відношення визначає послідовну залежність двох такі заходи, як грантове фінансування проекту дозволено лише після

перевірки проекту. Прикладом можна подумати про паралельний зв'язок діяльності обмеження між двома рецензентами проекту.

Однак ці роботи накладають лише обмеження на заздалегідь визначений бізнес-процес, де це можливо процеси чітко визначені на етапі проектування, тобто не застосовується в багатьох випадках. У таких випадках, якщо ми все ще приймаємо звичайний метод для визначення обмежень після кожного створеного бізнес-процесу, він буде неефективним і схильний до помилок.

Отже, як увімкнути обмеження автоматично застосовується до динамічно створюваних бізнес-процесів і для забезпечення його дійсності все більше значущий. Враховуючи гнучкість бізнес-процесу, часто вибираються методи полягають у визначенні вільного або часткового пов'язану модель робочого процесу та дозволити модифікацію моделі та вибір відповідного шляху на основі кожного окремого випадку, беручи до уваги обставини, що склалися [22].

Динамічна гнучкість зазвичай досягається за допомогою коригування частини поточного екземпляра [23]. Однак ніхто з них не бере охорону обмеження до уваги, що неминуче дозволяє процеси ризикують різними загрозами. У цій статті ми досліджуємо цю проблему та пропонуємо новий підхід для підтримки юридичної гнучкості бізнес-процесу шляхом інтеграції обмежень у налаштування та виконання бізнес-процесів. Запропонована бізнес-процедура на основі обмежень.

4.2 Архітектура системи та прототип моделі з обмеженнями та бізнес-правилами

Для реалізації запропонованої моделі СВРМ ми представляємо архітектуру системи. Це постійні три частини: Управління діяльністю, Бізнес Process Engine та інтерфейс WSDL.

У першій частині керування діяльністю користувачі можуть вказати послуги діяльності та пов'язати з цими діями обмеження безпеки та бізнесу. Ці обмеження дотримуються під час діяльності процес складання, налаштування та виконання. Тут ми припускаємо, що лише зареєстровані користувачі (наприклад, зареєстровані користувачі) можуть підтримувати та оновлювати діяльність і обмеження депозитаріїв, щоб належним чином використовувати деяку конфіденційну інформацію [24]. Хотілося б відзначити, що активність і обмеження депозитарії можуть збільшувати або оновлювати періодично.

Частина Business Process Engine є ядром архітектури та відповідає за організацію бізнес-процесів відповідно до різних вимоги до програми для підтримки активної співпраці. З одного боку, ліцензовані користувачі можуть динамічно збирати бізнес-процес із діяльністю, декларувати кваліфікаційні вимоги до ролі, зробити перевірку легітимності обмежень і виконати планування виконання. З іншого боку, це забезпечує правильне виконання бізнес-процесу запис історії виконання та контроль доступу до конфіденційної інформації. Асоційовані ролі до кожної дії може бути активним у кожному екземплярі бізнес-процесу, який забезпечує потрібних користувачів виконання правильних завдань у потрібний час.

Третя частина — інтерфейс WSDL, який забезпечує операційний інтерфейс для користувачів, щоб зробити заявку діяльності та обмежень або завершити виконання людської діяльності тощо. Кожна операція вимагає ідентифікації користувачів [25]. Тут ми встановили модель оцінки атрибутів для оцінки Інтернету атрибути користувачів проти кваліфікаційних вимог до ролей, які виконують діяльність.

Правило складання для заданого BP-net $N = \langle P, T, R \rangle$ і діяльність $a \in A$, а можна зібрати в N , лише якщо задовольняються наступні принципи:

– якщо вони існують, обмеження $SR(a, a) \in BC$ (або $SR(a, a) \in BC$) між двома діями $a, a \in T$, а повинні бути послідовно зібрані з a, a саме там це шлях від a до a у зміненому N (або шляху від a до a).

– якщо вони існують, обмеження $PR(a, a) \in BC$ між двома діями $a, a \in T$, а має бути зібрано паралельний оператор з a, a саме a і a знаходяться в однаковій паралельній структурі.

– якщо вони існують, обмеження $ER(a, a) \in BC$ між двома діями $a, a \in T$, а має бути зібрано вибіркового оператора з a, a саме a і a знаходяться в однаковій селективній структурі.

```

For each activity  $a' \in T$ 
  check the business constraint set  $BC$ 
  If  $SR(a', a) \in BC$ 
    enumerate all subsequent activities of  $a'$  in  $T$ , denoted as set  $Suc(a')$ 
    If  $a \in Suc(a')$  then Return OK
  If  $SR(a, a') \in BC$ 
    enumerate all anterior activities of  $a'$  in  $T$ , denoted as set  $Pre(a')$ 
    If  $a \in Pre(a')$  then Return OK
  Else if  $PR(a, a') \in BC$  or  $ER(a, a') \in BC$ 
    start from  $a'$ 
    Do back trace
      reach a parallel (or elective) place
      If  $a$  is on another branch of the same place then Return OK
    Until reach the sources place  $i$ .
Return BAD-INSERT

```

Рис. 4.2 – Алгоритм перевірки послідовностей робіт з обмеженнями та правилами

При процесному підході до управління діяльністю підприємства представляється як системи взаємодіючих паралельно виконуються бізнес-процесів, що вимагає розгляду підходів до побудови моделі взаємодії бізнес-процесів.

Дані роботи будуть спрямовані на моделювання процесів у багато процесних комп'ютерних системах, і навіть у базах даних. Опис процесу у роботах формується у вигляді логічних формул. Істинність зазначених

формул перевіряється по всьому шляху реалізації процесу. Логічна формула, відповідна моделі процесу, стає істинною шляху реалізації процесу, то задовільною є і модель процесу.

Такий підхід дозволяє побудувати процедуру прийняття рішень для перевірки здійсненності формул у логічній моделі. Зазначена процедура прийняття рішень визначає, чи може бути побудована модель процесу на основі формули логіки, і створює модель як кінцевий позначений спрямований граф. Такий граф, фактично, є діаграмою переходів системи для взаємодіючих паралельно виконуються процесів і дозволяє побудувати схему синхронізації паралельно виконуються процесів.

4.3 Приклад і реалізація моделі

У цьому підрозділі ми наведемо практичний приклад, як використовувати запропоновану модель СВРМ у заявці на юридично гнучку співпрацю. Ми б також представили архітектуру системи та а прототип для реалізації моделі, а також обговорення реального застосування в обробці обмін прав власності [27].

Щоб краще проілюструвати, як використовувати запропонований СВРМ модель для адаптивної співпраці, ми представляємо практичний приклад в академічній установі про гнучкий процеси, що стосуються як безпеки, так і бізнес-міркувань, які нам знайомі. Розглядаючи процеси різних видів номінацій на нагороди та досліджень затвердження проектів, вони, як правило, сприяють і визначені різними офісами.

Учасники, які беруть участь у ці процеси можуть вимагати різної кваліфікації у різних програмах і можуть змінювати свої ролі, наприклад як постачальники послуг або оркеструвальних процесів тощо. Тут є два приклади застосування та прийнятий загальний служби.

Офіс управління дослідженнями буде нагородити кілька видатних молодих людей студенти факультету або аспіранти (наприклад, вік менше 40 років).

Процес перевірки та затвердження дослідження проект показано як сторона підйому [28]. По-перше, а факультету або аспіранта з атрибутами КС філію та вік до 40 років дозволяється подавати звернення до установи шляхом виклику діяльності з < отримати > подати. Потім паралельне виконання виконуються дві дії перегляду < invoke >. Після завершення процесу перегляду < invoke >.



Рисунок 4.3.1 – Результати експерименту алгоритм СОД-планування

Пам'ять, коли щільність матриці фіксована, премія буде затверджена, то виконується операція < виклик > призначити кошти і повідомлення повертається особі, яка подала заявку [29]. Є деякі необхідні засоби безпеки і бізнес-обмеження, такі як розподіл обов'язків обмеження потрібне для двох оглядів. Для простоти ми позначаємо це обмеження як $ME(review1,review2)$, що означає дії < invoke > review1 і < invoke > review2 мають виконувати різні користувачі. Аналогічно, інші необхідні обмеження це $ME(огляд1,надіслати)$,

ME(огляд2,надіслати), ME(перегляд1, затвердження) і ME(перегляд2, затвердження). Бізнес-обмеження включають обмеження паралельного виконання між двома рецензентами, позначене як PR(review1,review2), послідовне виконання обмеження серед дій < отримати > подати, < invoke > рецензувати та < invoke > approve, позначається як SR(подати,перегляд) і SR(перегляд, схвалення).

Приклад 1 студентський відділ хоче призначити стипендію деяким студентам в інститут або особливі досягнення в дослідження.

Різко з вищезазначеним додатком, студенти, які подають заявку на нагороду, повинні мати рекомендацію асоційованого або повного професора. Таким чином, необхідна активність < receive > recommend і має бути виконано перед запуском активності < invoke > відгуки. Окрім необхідної безпеки та бізнес-обмеження, згадані у прикладі вище, Обмеження поділу обов'язків потрібне для дій <отримати> подати, <отримати>рекомендувати та два огляди, а це означає, що ці заходи повинні бути прийняті різними користувачами [30].

Отже, я (подати, рекомендувати), ME(рекомендувати, огляд1) і ME(рекомендувати, огляд2) вказуються. Окрім наведених у прикладі вище, також є кілька бізнес-обмежень обмеження послідовного виконання серед дій < receive > submit, < receive > recommend і < invoke > reviews, позначається як SR(submit,commend) і SR(рекомендувати,огляд). З наведених вище прикладів ми могли бачити, що вони є багато спільних дій між цими процесами, наприклад як подання заяви, розгляд, затвердження, і призначення коштів тощо, а також багато загальна безпека та бізнес-обмеження, такі як послідовність обмеження між діями подання, перегляду та затвердження тощо. Крім того, такі процеси можуть динамічно скориговано відповідно до тимчасової зміни політики установи. А учасники процесів можуть бути гнучким у ролях, наприклад, постачальник послуг кожного діяльність, оркестровник бізнес-процесу або кваліфік учасників для заходів тощо. Власне, інша справа процеси в установі мають схожі характеристики з ними [31]. Для

підтримки ефективного управління бажано створити бізнес-процес із повторним використанням якомога більше існуючих видів діяльності та обмежень щоб ефективно розгортати гнучкі бізнес-процеси і економічно без шкоди для безпеки та правила ведення бізнесу. Ці вимоги ми пропонуємо підхід у цьому документі.

ID	Name	Roles	Released by
C101	< <i>receive</i> > <i>submit</i>	Faculty, enrolled students	IT office
C102	< <i>invoke</i> > <i>review</i> ₁	Faculty	IT office
C103	< <i>invoke</i> > <i>review</i> ₂	Faculty	IT office
C201	< <i>invoke</i> > <i>approval</i>	Head, associated head	Mgt office
C301	< <i>invoke</i> > <i>assign funds</i>	Staff	FD
C401	< <i>invoke</i> > <i>recommand</i>	Faculty	Student office
C402	< <i>invoke</i> > <i>notify</i>	Staff	Student office

Рисунок 4.3.2 – Стандартний набір діяльності

Кожна відділу чи управлінню дозволено випуск стандарту діяльності та пов'язаних з нею обмежень щодо бізнесу та безпеки з ними. Коли якийсь офіс використовує ці дії для складання бізнес-процесу, їх потрібно вказати кваліфікаційні вимоги до виконання ролей ці дії, щоб оцінити виконавців.

Наприклад, у першому застосуванні офіс управління дослідженнями міг би виберіть доцента як роль для діяльності < *invoke* > надіслати, оскільки він є старшим за роль викладача [32]. Потім відбувається динамічний вибір учасників бути присутнім на процесі відповідно до своєї кваліфікації.

Таким чином, розглянутий підхід дозволяв синтезувати систему, що складається з кінцевої множини паралельних процесів. Насправді ж спостерігалось експоненційне зростання кількості станів на діаграмі переходів, що ускладнювало практичну реалізацію зазначених підходів для великої кількості процесів.

Зазначимо, що синхронізація бізнес-процесів, які з взаємодіючих фрагментів, ґрунтується на аналізі зовнішніх проявів таких фрагментів (чи процесів загалом) – тобто на досягненні певного стану БП.

Отже, формальна модель взаємодіючих бізнес-процесів, що змінюються, повинна мати наступні можливості:

- доступність для зовнішнього аналізу результатів реалізації БП (у вигляді досягнення певних станів процесу);
- наявність тимчасових характеристик у моделі процесу;
- формалізація обмежень на процес (у т.ч. тимчасових, на окремі процедури, на ресурси);
- можливість виявлення станів з відхиленнями та моделювання шляхів повернення процесу до нормальних станів.

Запропонований підхід до синхронізації бізнес-процесів, заснований на правилах виду «умова-сценарій взаємодії» створює можливості для побудови БП, що змінюються, і коригування способів їх взаємодії під час функціонування.

Розглянутий у цьому підрозділі логічний опис бізнес-процесів дозволяє формалізувати як логічних формул як БП загалом, і окремі його елементи, і навіть процедури зміни бізнес-процесів, прогнозування поведінки БП і оцінки БП. Відповідно, ця логіка дозволяє розробляти моделі реорганізації БП.

ВИСНОВКИ

Згідно з проведеними дослідженнями, моделі послідовностей робіт з обмеженнями є корисним інструментом в процесному управлінні ІТ-проєктами. Ці моделі дозволяють структурувати проєкт, визначити послідовність робіт та керувати ресурсами, часом та обсягом робіт.

Досліджено моделі послідовностей робіт бізнес-процесів з обмеженнями, що дозволяють враховувати різноманітні обмеження та умови під час виконання процесу. Оцінено користь та використання таких моделей у контексті оптимізації бізнес-процесів.

Удосконалена модель послідовностей робіт з обмеженнями може включати урахування обмежень на трасі виконання процесу. Це означає, що при плануванні послідовності робіт враховуються фізичні обмеження та логістичні чинники, які можуть вплинути на ефективність та продуктивність виконання процесу.

Результати досліджень представлено в тезах в конференції на тему: «Дослідження моделей послідовностей робіт з обмеженнями в ІТ-проєктах процесного управління»

Дослідження показало, що наявні методи моделювання послідовностей робіт з обмеженнями мають свої переваги та недоліки. Методи, які використовують графи та діаграми Ганта, зазвичай більш прості та зрозумілі, але можуть бути обмеженими в обробці складних проєктів. Методи, які використовують математичні алгоритми та оптимізаційні моделі, можуть бути більш точними, але потребують більшої кількості обчислювальних ресурсів та експертизи.

Отже, моделі послідовностей робіт з обмеженнями є важливим інструментом в процесному управлінні ІТ-проєктами, а вибір конкретного методу моделювання залежить від специфіки проєкту та доступних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Project Management Institute. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) — Sixth Edition and Agile Practice Guide. Project Management Institute.
2. Гурєєв, В. С. (2018). Основи проектного менеджменту: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Альтернативи.
3. Garg, S., Rana, N. P., & Singh, R. (2019). Developing a Framework to Manage Constraints in Software Development Projects. In Handbook of Research on Strategic Alliances and Value Co-Creation in the Service Industry (pp. 40-62). IGI Global.
4. Abdel-Hamid, T., & Madnick, S. (1991). Software project dynamics: An integrated approach. Prentice Hall.
5. Babok, G., & Paanakker, H. (2018). Agile project management. Agile Business Consortium.
6. Галузинська, І. М. (2017). Проектне управління в ІТ-проектах. Київ: Центр навчальної літератури.
7. Kossak, F., & Zukerman, I. (2019). Resource-constrained project scheduling with maximum lateness objectives. European Journal of Operational Research, 278(3), 753-764.
8. Барановський, М. (2016). Розробка інформаційної системи підтримки процесів управління проектами з використанням методів системного аналізу та оптимізації: магістерська дисертація.
9. Чалий С.Ф., Богатов Є.О. Упорядкування трас логу на основі порівняння атрибутів подій в задачі побудови моделей бізнес-процесів засобами. Process mining Materials of the VII International Scientific Conference «Information-Control System and Technologies» 17th-18th September, 2018, Odessa. С.152-154.

10. The Standish Group. (2018). Chaos report. The Standish Group International, Inc.
11. Антонюк, А. І., & Дзюбан, В. В. (2016). Моделювання виробничих процесів: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури.
12. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 04.03.2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.
13. Taha, H. A. (2011). Operations research: an introduction. Pearson Education India.
14. Schwindt, C., Zimmermann, J., & Kress, M. (2014). Resource-constrained project scheduling: Notations, classification, models, and methods. *European Journal of Operational Research*, 237(3), 601-615.
15. Kolisch, R., & Sprecher, A. (1997). PSPLIB—a project scheduling problem library: OR software—ORSEP operations research software exchange program. *European Journal of Operational Research*, 96(1), 205-216.
16. Brucker, P., Drexl, A., Möhring, R., Neumann, K., & Pesch, E. (1999). Resource-constrained project scheduling: notation, classification, models, and methods. Springer Science & Business Media.
17. Herroelen, W., & Leus, R. (2005). Project scheduling under uncertainty: survey and research potentials. *European Journal of Operational Research*, 165(2), 289-306.
18. Pinedo, M. (2012). Scheduling: theory, algorithms, and systems. Springer Science & Business Media.
19. Artigues, C., Lopez, P., & Monteiro, R. D. (2010). Solving the Resource-Constrained Project Scheduling Problem with Time-Scale Decomposition and Disjunctive Graph. In *Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimization Problems* (pp. 19-33). Springer, Berlin, Heidelberg.
20. Gina George and Anisha M Lal. Review of ontology-based recommender systems in e-learning. *Computers & Education*, 2019. С. 120-145.

21. Allahverdi, A., Gupta, J. N. D., & Aldowaisan, T. (1999). A review of scheduling research involving setup considerations. *Omega*, 27(2), 219-239.
22. Чалий С.Ф., Кузьма Є.А., Process Mining – Інструмент менеджмента бізнес процесів Матеріали X-ої Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції «Free and Open Source Software», Харків, 20-22 листопада 2018 р. – Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2018. С.75.
23. Demeulemeester, E., & Herroelen, W. (2012). *Project scheduling: a research handbook*. Springer Science & Business Media.
24. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення магістерської кваліфікаційної роботи за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (освітня програма «Управління проєктами в галузі інформаційних технологій» освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Упоряд.: Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 28 с.
25. Jure Leskovec, Anand Rajaraman, and Jeffrey David Ullman. *Mining of massive data sets*. Cambridge university press, 2020. С. 22-34.
26. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. – Чинний від 22.06.2015. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31.
27. Adams, S., & Gupta, J. N. D. (1993). Lagrangean relaxation based algorithms for multi-mode resource-constrained project scheduling. *European Journal of Operational Research*, 68(3), 348-356.
28. Lakshmanan Rakkappan and Vaibhav Rajan. Context-aware sequential recommendations with stacked recurrent neural networks. In *The World Wide Web Conference*, 2019. С. 134-156.
29. Ballestín, F., & Ruiz, R. (2017). Modeling and solving the multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 259(1), 60-71.

30. Monch, L., & Wolter, K. (1999). A branch and bound procedure for the multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 119(3), 538-556.

31. Kim, K. H., Shin, J. H., & Park, J. H. (2016). Multi-mode resource-constrained project scheduling problem with activity splitting and time windows. *Expert Systems with Applications*, 59, 200-211.

32. Ballestín, F., & Ruiz, R. (2017). Modeling and solving the multi-mode resource-constrained project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 259(1), 60-71.