

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЛЕВИКІН ІГОР ВІКТОРОВИЧ

УДК 044.03: 681.518

ДИСЕРТАЦІЯ

**«МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ
НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА»**

05.13.06 – інформаційні технології
технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ І.В. Левикін

Підпис

Науковий консультант:

Чалий Сергій Федорович, доктор технічних наук, професор

Харків 2021

АНОТАЦІЯ

Левикін І.В. Моделі, методи та інформаційні технології управління наскрізними бізнес процесами підприємства. – Рукопис. Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступенів доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 - інформаційні технології. - Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків 2021.

У дисертаційній роботі запропоновано вирішення актуальної науково-прикладної проблеми створення концептуальних основ, методів, моделей та інформаційних технологій управління наскрізними бізнес-процесами підприємства на основі прецедентного підходу для підвищення ефективності процесного управління в умовах обмежень на час виконання бізнес-процесів та використання спільних ресурсів цими процесами.

Метою дисертаційної роботи є розробка моделей, методів та інформаційних технологій прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси, для підвищення ефективності процесного управління підприємством.

Об'єктом дослідження є процеси управління сукупністю взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів підприємства, що використовують спільні ресурси.

Предметом дослідження є моделі, методи та інформаційні технології управління наскрізними бізнес-процесами підприємства з використанням прецедентного підходу.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач дослідження використані: методи системного аналізу та теорії категорій при розробці категорно-функторної моделі життєвого циклу наскрізних бізнес-процесів підприємства; прецедентний підхід при розробці методу прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, узагальненої моделі

прецеденту бізнес-процесу, узагальненого методу формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу; методу адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання; процесний підхід при розробці логічної моделі множини наскрізних бізнес-процесів; методи інтелектуального аналізу процесів при розробці інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту, методу побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу, метода виявлення інтервалів очікування ресурсів наскрізного бізнес-процесу.

В роботі розроблено концепцію організаційного двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами на основі прецедентного підходу. Дана концепція передбачає використання контуру управління окремими бізнес-процесами і контуру управління множиною наскрізних процесів, які виконуються одночасно. Перший контур реалізує традиційний підхід до управління за відхиленням, відповідно до якого при відхиленні поточних параметрів процесу виконуються коригувальні та запобіжні дії. Другий контур реалізує прецедентний підхід до управління, відповідно до якого бізнес-процеси запускаються на виконання і припиняються залежно від наявності ресурсів, а також прогнозу їх використання на основі прецедентів цих процесів. Відповідно до розробленої концепції сформульована задача управління множиною наскрізних бізнес-процесів як завдання мінімізації сумарного часу очікування доступу до ресурсів множини бізнес процесів при обмеженнях на час виконання кожного процесу.

Удосконалено категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-процесів, яка, на відміну від існуючих, визначає цикл випуску продукції підприємства як єдину систему типових взаємодіючих бізнес-процесів, що дає можливість визначити цілі та результати таких процесів для реалізації прецедентного процесного управління.

Отримала подальший розвиток логічна модель множини наскрізних бізнес-процесів, яка, на відміну від існуючих, враховує не лише набір

можливих послідовностей дій, що забезпечують досягнення цілей процесів, але й правила виконання цих дій з урахуванням доступу до ресурсів, що створює умови для побудови прецедентів бізнес-процесів у формі послідовностей дій з ресурсними обмеженнями та подальшого використання цих прецедентів для управління множиною наскрізних бізнес-процесів.

Отримала подальший розвиток узагальнена модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу, яка, на відміну від існуючих, містить у собі множину варіантів вирішення функціональної задачі у вигляді послідовності подій як результатів виконання робіт процесу із заданою множиною обмежень для кожного варіанту, а також множину локальних результатів, кожен з яких відповідає одному варіанту вирішення задачі, що дає можливість адаптувати прецедент при управлінні бізнес-процесами шляхом послідовного вибору підмножини результатів та одного з варіантів вирішення задачі відповідно до поточних обмежень предметної області.

Розроблено узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу, який, на відміну від існуючих, містить у собі етапи вибору прецеденту відповідно до цілі та очікуваного результату наскрізного бізнес-процесу, а також адаптації прецеденту з урахуванням ресурсних обмежень, що створює умови для реалізації прецедентного управління множиною взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів.

Розроблена інформаційна технологія побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів, яка містить у собі етапи формування описів структури бізнес-процесів, формування прецедентів та workflow-описів наскрізних бізнес-процесів, а також етапи формування описів змісту функціональних задач, що вирішує наскрізний бізнес-процес, послідовностей дій з їх досягнення, формування опису ресурсних обмежень й етап зберігання та пошуку прецедентів.

Розроблено метод синтезу Process Mining і Enterprise Dynamics для реінжинірингу різних бізнес-процесів з визначенням методів і моделей, що

застосовуються для отримання альтернативних варіантів поліпшеної моделі. Розроблений метод дозволяє описувати застосування засобів Process Mining і Enterprise Dynamics для імітаційного моделювання, візуалізації, моніторингу та реінжинірингу бізнес-процесів в різних предметних областях .

Запропоновано інтервальна модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту яка містить опис дій процесу у вигляді множини послідовностей подій та множини послідовностей інтервалів часу виконання цих дій, що дає можливість підвищити ефективність управління наскрізними бізнес-процесами на основі врахування невідповідності між прогнозованою тривалістю виконання бізнес-процесів та обмеженням на час завершення цих процесів.

Розроблено удосконалений метод виявлення інтервалів очікування ресурсів с наскрізного бізнес-процесу, який, на відміну від існуючих, передбачає відбір підмножин атрибутів подій, які відображають перехід бізнес-процесу до очікування ресурсів, та формування дерева рішень, яке зв'язує набір значень атрибутів з переходом, що дозволяє виявити можливості несвоєчасного виконання дій бізнес-процесу і тим самим забезпечити скорочення затримок при його виконанні.

Запропоновано метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу дозволяє доповнити інтервалами очікування ресурсів моделі бізнес-процесів, отримані традиційними методами Process Mining, що створює можливості для підвищення ефективності управління наскрізними бізнес-процесами за рахунок усунення «вузьких місць» в результаті аналізу залежностей інтервалів очікування від попередніх дій взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів. Метод включає в себе етапи визначення інтервалів подій логу, які відповідають діям процесу, виділення множин послідовних, паралельних і незалежних інтервалів подій, а також побудови інтервального моделі процесу шляхом об'єднання цих множин.

Запропоновано метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання, який залишає у складі прецеденту лише

ті послідовності дій, які дозволяють виконати процес при заданих обмеженнях на час його виконання та ресурсних обмеженнях, що дає можливість реалізувати прецедентне управління наскрізними бізнес-процесами з урахуванням затримок доступу до спільних ресурсів підприємства.

Розроблено метод прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, який встановлює послідовність використання спільних ресурсів для таких процесів з тим, щоб зменшити відхилення у часі від строків їх завершення внаслідок затримок при доступі до цих ресурсів, що дає можливість підвищити ефективність процесного управління за рахунок виконання додаткових процесів при задоволенні обмежень на час виконання сукупності наскрізних бізнес-процесів.

Розроблена інформаційна технологія прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси. Технологія містить у собі етапи відбору прецедентів для цих бізнес-процесів, адаптації таких прецедентів з урахуванням часу виконання процесів, коригування інтервальних моделей, а також вибору підмножини наскрізних бізнес-процесів, які не виконують обмеження по часу виконання, та управління наскрізними процесами з використанням адаптованих прецедентів.

Розроблено програмний засіб <МОДУЛЬ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ> , основним призначенням якого є підтримка процесу отримання ЛПР різних варіантів рішень з управління наскрізними бізнес-процесами у вигляді встановлення пріоритетів їх запуску. Розроблено методику використання даного програмного засобу для послідовного отримання кращого рішення.

Проведено порівняння результатів прецедентного управління і традиційного оперативного управління наскрізними бізнес-процесами , яке показало значну перевагу розроблених методів, моделей та інформаційних технологій прецедентного управління.

Впровадження розроблених методів, моделей та інформаційних технологій на поліграфічному підприємстві «Юнісофт» забезпечило підвищення ефективності процесного управління. Використання прецедентного управління забезпечило своєчасне виконання наскрізних бізнес-процесів, тоді як при використанні лише контуру оперативного управління бізнес-процесами, деякі з них завершилися би із запізненням, що привело б до суттєвих фінансових втрат внаслідок штрафних санкцій. Отриманий в результаті використання двоконтурного управління резерв часу дає можливість розширити портфель замовлень та реалізувати додаткові процеси при використанні тих же спільних ресурсів.

Впровадження технології прецедентного управління при розробці групи програмних проектів компанією ТОВ «ПрофІТсофт» з комплексної автоматизації страхових компаній забезпечило скорочення витрат часу на реалізацію таких проектів за рахунок раціонального використання трудових ресурсів, що дало можливість скоротити трудовитрат на 10%, знизити ризики появи вузьких місць через уточнення ролей власників бізнес-процесів при одночасному виконанні робіт по декількох проектах.

Результати дисертаційної роботи були також впроваджені при використанні прецедентного управління АТ «НДІ лазерних технологій». Крім того, результати роботи знайшли застосування в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки. при підготовці фахівців другого (магістрського) рівня вищої освіти спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології та системи видавничо-поліграфічних виробництв» (акт впровадження від 14.05.2021).

Результати дисертації опубліковані в 47 наукових роботах, серед яких 1 монографія, 26 наукових статей у фахових наукових періодичних виданнях з технічних наук, з них 7 наукових статей написані без співавторів (18 наукових статей з них індексуються міжнародними наукометричними базами даних: CrossRef, EBSCO, Index Copernicus та іншими, 1 стаття у

зарубіжному науковому періодичному виданні, 2 статті в журналі категорії А (Scopus та віднесені до третього квартиля (Q3) відповідно до класифікації Journal Citation Reports), 20 тези доповідей у матеріалах наукових конференцій, в тому числі 1 з яких індексуються міжнародними наукометричними базами, Scopus.

Ключові слова: модель, метод, інформаційна технологія, наскрізний бізнес-процес процесне управління, ресурси, журнал подій, прецедент.

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати.

1. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Методы, модели и информационные технологии процессного управления полиграфическим производством: монография. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

2. Chalyi S., Levykin I., Biziuk A., Vovk A., Bogatov Ie. Development of the technology for changing the sequence of access to shared resources of business processes for process management support. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 2/3 (104). P. 22-29. (Scopus).

3. Petrichenko A., Levykin I., Iuriev I. Improvement of the method of selecting it-services for the operated information. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. № 2/2 (110). P. 32-43. (Scopus).

4. Chalyi S., Levykin I. Guryev I. Model and technology for prioritizing the implementation end-to-end business processes components of the green economy. Acta Innovations. ISSN 2300-5599. Poland, 2020. no. 35. P. 65-80.

5. Левыкин И.В. Алгоритм выбора и корректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес- процессами. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Х.: НТУ «ХПІ», 2016. № 42 (948). С. 17-22.

6. Левыкин И.В. Математическая модель жизненного цикла выпуска полиграфической продукции. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2013. № 1 (49). С. 103-110.

7 Левыкин И.В. Модель жизненного цикла фаз управления бизнес-процессов. Проблемы информационных технологий. 2016. № 1 (013). С. 150-158.

8. Левыкин И.В. Метод синтеза технологии process mining и средств имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства КПІ. Киев, 2016. № 2 (52). С. 73-80.

9. Левыкин И.В. Метод выбора аналога информационной системы управления полиграфическим предприятием. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2016. № 1. С. 56-64.

10. Левыкин И.В. Разработка обобщенной модели процесса решения задачи с интервальным представлением времени. Бионика интеллекта. 2016. № 2 (87). С. 64-69.

11. Левыкин И.В. Обобщённый алгоритм и программная платформа получения решения по приоритетам запуска бизнес-процессов. Бионика интеллекта. 2019. 2 (93). С. 47-52.

12. Левыкин И.В., Логвиненко А.В. Критерии оценки выбора автоматизированной системы управления полиграфическим предприятием. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2009. № 2/2 (38). С. 44-47.

13. Левыкин И.В., Куц И.А. Реализация задачи загрузки оборудования методом теории расписания в MES-системах. Вост.-Европ. журн. передовых технологий. 2011. № 1/10. С. 26-28.

14 Chalyi S., Levykin I. Identification of the standby intervals in the business processes based on analysis of the sequence of events. Technology audit and production reserves. 2016. Vol. 5. № 2 (31). P. 71-76.

15 Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Моделирование процесса выбора СУС для разработки удалённой информационной аналитической издательской системы. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 11. С. 65-80. .

16. Левыкин И.В., Мазур И.В. Разработка имитационной модели технологического производства с использованием средства Arena. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2014. № 7. С. 63-67. .

17. Левыкин В.М., Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Логическая модель бизнес-процессов в АИС. Нові технології. Науковий вісник інституту економіки та нових технології. Кременчук, 2003. Вып. 2. С. 58-61.

18. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка динамической модели технологического процесса с использованием Enterprise Dynamics. Новые технологии: Научный вестник КУЭИТУ. 2008. №3 (21). С. 67-71.

19. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Инструментальное средство Enterprise Dynamics реализации функциональных задач управления полиграфического производства. АСУ и приборы автоматики. 2008. № 144. С. 131-135.

20. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Критерии оптимизации полиграфических процессов средствами имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства. 2010. Вып. 4. С. 68-74.

21. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка метода определения функциональности информационной удалённой издательской системы. Проблеми інформаційних технологій. 2013. № 2. С. 50-54

22. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Прикладная информационная технология подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. АСУ и приборы автоматики. 2013. Вып. 165. С 59-64.

23. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка модели формирования динамического пакета заказов в информационной удалённой издательской системе. Комп'ютерні технології друкарства. Львів : Українська академія друкарства, 2014. № 30. С.33-41. .

24. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка обобщенной процессной модели прецедента, метода его формирования и использования. Управляющие системы и машины. УСиМ, Международный научно-учебный

центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев, 2016. №3. С. 23-28.

25. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка подхода к формированию процессной модели решения задачи в составе прецедента с интервальным представлением времени. Вісник ХНТУ. 2016. № 4 (59). С. 212-217.

26. Чалий С.Ф., Левикін І.В. Метод адаптивного процесного управління на основі прецедентного підходу. Наукоємні технології. 2016. № 4. С. 410-414.

27. Чалий С.Ф., Левикін І.В. Метод побудови інтервальної моделі процесу вирішення задачі в складі прецеденту на основі аналізу журналу подій. Наукові праці ВНТУ. 2016. №4. С. 1-8.

Наукові праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації;

28. Chalyi S., Levykin I., Petrychenko A., Bogatov I. Causality-based model checking in business process management tasks. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT. 2018. P. 453-458. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409176. (Scopus).

29. Chalyi S., Levykin I., Information technology for the implementation of case-law management of end-to-end business processes / Computer and information systems and technologies: Fourth International Scientific and Technical Conference. Kharkiv: NURE. 2020. P. 54-55.

30. Левыкин И.В. Моделирование фаз управления бизнес-процессами. Международна научна конференция Украина – Бългaрия – Европейски Съюз: Съвременно състояние и перспективи: сборник с доклади от международна научна конференция. Том 1. Вар 37. На: Издательство «Науки и икономика», 2016. С. 98-103.

31. Левыкин И.В. Особенности процедуры выбора информационной системы полиграфического производства. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2016): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2016 р., Одеса). 2016. С. 238-240.

32. Левыкин И.В. Исследование технологий, средств моделирования и

реинжиниринга бизнес-процессов. Полиграфические, мультимедийные и web-технологии: Тез. докл. 1-й Межд. народ. науч.-техн. конф. (16-20 мая 2016 г., Харьков). 2016. Т. 1. С. 43-44.

33. Левыкин И.В. Исследование функционального и процессного подходов управления полиграфическим предприятием. Информационные системы и технологии: материалы 5-й Международ. науч.-техн. конф. (12-17 сентября 2016 г., Харьков): тезисы докладов. Х.: НТМТ, 2016. С. 269-270.

34. Левыкин И.В. Метод формирования, выбора, корректировки и сохранения прецедентов. Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці, 2016. С. 157-159.

35. Левыкин И.В. Инструментальное средство установления приоритетов выполнения процессов «Советчик ОПР». Інформаційні системи та технології в медицині (ІСМ-2019): зб. наук. пр. II Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. С. 192-194.

36. Левыкин И.В. Информационная технология реализации процессного управления БП на базе прецедентов. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Харків, 2020. Т. 1. С. 92-93.

37. Левикін І.В. Технологія визначення пріоритетів виконання наскрізних бізнес-процесів в поліграфії. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2020. С. 100-102.

38. Чалый С.Ф., Левикін І.В. Концепція двоконтурного управління множини наскрізних бізнес-процесів на основі прецедентного підходу. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. Львів. 2018. С. 288-290.

39. Ткаченко В.Ф., Попов А.В., Ефанов А.В., Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Математическая модель задачи определения номенклатуры продукции полиграфического предприятия с учетом производственных и рыночных факторов. Наука и образование: Сб. трудов по материалам

II Международного научно-методического семинара. Дубай, 2011. С. 331.

40. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Оптимизация производства при помощи имитационного моделирования технологических процессов. Автоматика – 2010: Сб. тезисов по материалам 17 Международной конференции по автоматическому управлению. Харьков, 2010. С. 52-53.

41. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод формирования процессной модели решения задачи с интервальным представлением времени. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2017): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2017 р., Одеса). 2017. С. 238-240.

42. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Исследование способов выбора удалённой информационной аналитической издательской системы для полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Материалы международной научно-технической конференции (22-29 сентября 2012 г., Харьков). Х: ХНУРЭ, 2012. С. 121.

43. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка информационной технологии оперативного управления заказами полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Сб. материалов Международной конференции. Морское-Харьков, 2012. С. 128.

44. Левыкин И.В., Андропова Е.С. Использование систем виртуализации и доставки приложений на удаленные клиенты в издательских системах. Информационные системы и технологии ИСТ-2013: Материалы 2-й международной научно-технической конференции (16-22 сентября 2013 г., Харьков). Х.: ХНУРЭ, 2013. С. 148-149.

45. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Информационные технологии для реализации подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. Информационные системы и технологии ИСТ-2014: Материалы 3-й международной научно-технической конференции (15-21 сентября 2014 г., Харьков). 2014. С. 186-187.

46. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Синтез Process mining и Enterprise

Dynamics при моделировании процессов. XIV конференция по физике высоких энергий ядерной физике и ускорителям ННЦ ХФТИ: Материалы конференции. 2016. С. 81.

47. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Концепция процессного управления на основе прецедентного подхода. Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф. (11-16 сентября 2017 г., Харьков). Х.: НТМТ, 2017. С. 247-248.

ANNOTATION

Levikyn I.V. Models, methods and information technologies for managing end-to-end business processes of the enterprise. - Manuscript. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis for. the degree of the doctor of technical sciences in a specialty 05.13.06 - information technologies. - Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv 2021.

In the thesis work the solution of the urgent scientific and applied problem of creating conceptual framework, the models, methods, and information technologies for increasing the efficiency of managing a system of end-to-end interconnected business processes of an enterprise based on a precedent approach in the conditions of restrictions on execution time has been proposed.

The purpose of the thesis is to develop models, methods and information technologies of precedent management of many end-to-end business processes that use common resources to improve the efficiency of process management of the enterprise.

The object of study is the management processes of a set of interconnected end-to-end business processes of the enterprise, using common resources.

The subject of the study are models, methods and information technologies for managing end-to-end business processes of the enterprise using a precedent approach.

Research methods. To solve the objectives of the study used are the following: methods of system analysis and theory of categories in the development of categorical-functor model of the life cycle of end-to-end business processes of the enterprise; precedent approach in the development of a method of precedent management of many end-to-end business processes, a generalized model of business process precedent, a generalized method of forming, finding and using a precedent of end-to-end business process; the method of adapting the precedent of the end-to-end business process taking into account the time of its execution;

process approach in the development of a logical model of many end-to-end business processes; methods of intellectual analysis of processes in the development of the interval model of the end-to-end business process as a solution to the problem as part of the precedent, the method of building the interval model of the end-to-end business process, the method of identifying intervals of end-to-end business process resources

The concept of organizational two-circuit management of multiplied end-to-end business processes on the basis of precedent approach has been proposed in this work

This concept involves the use of a control loop for individual business processes and a control loop for many end-to-end processes that run simultaneously. The first circuit implements the traditional approach to deviation control, according to which when the current process parameters are deviated, corrective and preventive actions are performed. The second circuit implements a precedent approach to management, according to which business processes are launched and terminated depending on the availability of resources, as well as the forecast of their use based on the precedents of these processes. In accordance with the developed concept, the task of managing by many end-to-end business processes has been formulated as a task of minimizing the total waiting time for access to resources of many business processes with restrictions on the execution time of each process.

The categorical-functional model of business process life cycle has been improved, which, in contrast with the existing ones, defines the production cycle of the enterprise as a single system of typical interacting business processes, which allows us to determine the goals and results of such processes for precedent process management.

The logical model of many end-to-end business processes has been further developed, which, unlike existing ones, takes into account not only a set of possible sequences of actions that ensure the achievement of process goals, but also the order of these actions taking into account access to resources. business

processes in the form of sequences of actions with resource constraints and the subsequent use of these precedents to manage many end-to-end business processes.

The generalized model of precedent of end-to-end business process which, unlike existing, contains set of variants of the solution of a functional problem in the form of sequence of events as results of performance of works of process with the set of restrictions for each variant, and also set of local results, received further development of which corresponds to one variant of solving the problem, which allows to adapt the precedent in business process management by sequentially selecting a subset of results and one of the variants of solving the problem in accordance with the current limitations of the subject area.

A generalized method of forming, finding and using the precedent of the end-to-end business process has been developed, which, unlike the existing ones, includes stages of selecting the precedent according to the purpose and expected result of the end-to-end business process. to implement case management of many interconnected end-to-end business processes.

The information technology of building for precedents of end-to-end business processes has been developed, which includes stages of formation of descriptions of structure of business processes, formation of precedents and workflow-descriptions of end-to-end business processes, and also stages of formation of descriptions of the maintenance of functional problems. actions how to achieve them, the formation of a description of resource constraints and the stage of storage and search for precedents.

The method of synthesis of Process Mining and Enterprise Dynamics for re-engineering of various business processes with definition of methods and models applied to reception of alternative variants of the improved model has been developed. The developed method allows to describe the application of Process Mining and Enterprise Dynamics tools for simulation, visualization, monitoring and re-engineering of business processes in various subject areas

An interval model of a end-to-end business process has been proposed as a

solution to a problem in the precedent that contains a description of process actions in the form of a set of event sequences and a set of time intervals of these actions, which allows to increase the efficiency of end-to-end business processes and the time limit for completing these processes.

An improved method for identifying resource waiting intervals from a cross-cutting business process has been developed, which, unlike existing ones, involves selecting subsets of event attributes that reflect the transition of the business process to resource waiting, and creating a decision tree that links attribute values to the transition. , which allows you to identify opportunities for late execution of business processes and thus ensure the reduction of delays in its execution.

The proposed method of building an interval model for end-to-end business process allows supplementing the waiting intervals of resources for the business process model obtained by traditional methods of Process Mining, which creates opportunities to improve the efficiency of end-to-end business processes by eliminating bottlenecks. previous actions of interconnected end-to-end business processes.

The method includes the steps of determining the log event intervals that correspond to the process actions, selecting sets of consecutive, parallel, and independent event intervals, and building an interval model of the process by combining these sets.

. A method of adapting the precedent of the end-to-end business process taking into account the time of its execution has been proposed, which leaves in the precedent only those sequences of actions that allow to execute the process with given constraints on the time of its execution and resource constraints. taking into account delays in access to shared resources of the enterprise.

A method of precedent management of multiple end-to-end business processes has been developed, which establishes the sequence of using shared resources for such processes in order to reduce deviations in time from their completion due to delays in accessing these resources, which increases process management efficiency processes while meeting the constraints on the execution

time of a set of end-to-end business processes.

Information technology of precedent management of many end-to-end business processes using shared resources has been developed.

The technology includes stages of selecting precedents for these business processes, adapting such precedents to process execution time, adjusting interval models, and selecting a subset of end-to-end business processes that do not meet execution time constraints, and managing end-to-end processes using adapted precedents.

The software tool <PREEDENT MANAGEMENT MODULE> has been developed, the main purpose of which is to support the process for the LPR obtaining of various solutions for managing end-to-end business processes in the form of setting priorities for their launch. A method of using this software to consistently obtain a better solution has been developed.

A comparison of the results of case management and traditional operational management of end-to-end business processes showed a significant advantage of the developed methods, models and information technologies of case management.

The implementation of the developed methods, models and information technologies at the printing company "Unisoft" has increased the efficiency of process management. The use of case management ensured the timely execution of end-to-end business processes, while using only a single loop contour of operational business process management, some of them would end late, which would lead to significant financial losses due to penalties.

The resulting time reserve of double circuit loop management allows you to expand the order portfolio and implement additional processes using the same shared resources.

The introduction of case management technology in the development of a group of software projects by Profitsoft LLC for integrated automation of insurance companies has reduced the time spent on such projects through the rational use of labor resources, which reduced labor costs by 10%, reduced risks of

bottlenecks through clarification roles of business process owners while performing work on several projects.

Also, the results of the thesis were implemented using the case management of the enterprise JSC "Research Institute of Laser Technologies". In addition, the results of the work were used in the educational process of Kharkiv National University of Radio Electronics.

The results of the thesis are published in 47 scientific works, including 1 monograph, 26 scientific articles in professional scientific periodicals on technical sciences, apart from 7 scientific articles were written without co-authors (18 scientific articles from them are indexed by the international scientometric databases: Cross Ref, EBSCO, Index Copernicus and others, 1 article in foreign scientific periodical, 2 articles in the journal category A (Scopus and classified in the third quartile (Q3) according to the classification Journal Citation Reports), 20 abstracts in scientific conference proceedings, including 1 of which are indexed by international scientometric databases, Scopus.

Keywords: model, method, information technology, end-to-end business process, process management, resources, event log, precedent.

List of the publications of the applicant

1. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Методы, модели и информационные технологии процессного управления полиграфическим производством: монография. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

2. Chalyi S., Levykin I., Biziuk A., Vovk A., Bogatov Ie. Development of the technology for changing the sequence of access to shared resources of business processes for process management support. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 2/3 (104). P. 22-29. (Scopus).

3. Petrichenko A., Levykin I., Iuriev I. Improvement of the method of selecting it-services for the operated information. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. № 2/2 (110). P. 32-43. (Scopus).

4. Chalyi S., Levykin I. Guryev I. Model and technology for prioritizing the implementation end-to-end business processes components of the green economy. Acta Innovations. ISSN 2300-5599. Poland, 2020. no. 35. P. 65-80.

5. Левыкин И.В. Алгоритм выбора и корректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес- процессами. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Х.: НТУ «ХПІ», 2016. № 42 (948). С. 17-22.

6. Левыкин И.В. Математическая модель жизненного цикла выпуска полиграфической продукции. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2013. № 1 (49). С. 103-110.

7 Левыкин И.В. Модель жизненного цикла фаз управления бизнес-процессов. Проблемы информационных технологий. 2016. № 1 (013). С. 150-158.

8. Левыкин И.В. Метод синтеза технологии process mining и средств имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства КПІ. Киев, 2016. № 2 (52). С. 73-80.

9. Левыкин И.В. Метод выбора аналога информационной системы управления полиграфическим предприятием. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2016. № 1. С. 56-64.

10. Левыкин И.В. Разработка обобщенной модели процесса решения задачи с интервальным представлением времени. Бионика интеллекта. 2016. № 2 (87). С. 64-69.

11. Левыкин И.В. Обобщённый алгоритм и программная платформа получения решения по приоритетам запуска бизнес-процессов. Бионика интеллекта. 2019. 2 (93). С. 47-52.

12. Левыкин И.В., Логвиненко А.В. Критерии оценки выбора автоматизированной системы управления полиграфическим предприятием. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2009. № 2/2 (38). С. 44-47.

13. Левыкин И.В., Куш И.А. Реализация задачи загрузки оборудования методом теории расписания в MES-системах. Вост.-Европ. журн. передовых технологий. 2011. № 1/10. С. 26-28.

14 Chalyi S., Levykin I. Identification of the standby intervals in the business processes based on analysis of the sequence of events. Technology audit and production reserves. 2016. Vol. 5. № 2 (31). P. 71-76.

15 Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Моделирование процесса выбора СУС для разработки удалённой информационной аналитической издательской системы. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 11. С. 65-80. .

16. Левыкин И.В., Мазур И.В. Разработка имитационной модели технологического производства с использованием средства Arena. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2014. № 7. С. 63-67. .

17. Левыкин В.М., Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Логическая модель бизнес-процессов в АИС. Нові технології. Науковий вісник інституту економіки та нових технології. Кременчук, 2003. Вып. 2. С. 58-61.

18. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка динамической модели технологического процесса с использованием Enterprise Dynamics. Новые технологии: Научный вестник КУЭИТУ. 2008. №3 (21). С. 67-71.

19. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Инструментальное средство Enterprise Dynamics реализации функциональных задач управления полиграфического производства. АСУ и приборы автоматики. 2008. № 144. С. 131-135.

20. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Критерии оптимизации полиграфических процессов средствами имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства. 2010. Вип. 4. С. 68-74.

21. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка метода определения функциональности информационной удалённой издательской системы. Проблеми інформаційних технологій. 2013. № 2. С. 50-54

22. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Прикладная информационная технология подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. АСУ и приборы автоматики. 2013. Вып. 165. С 59-64.

23. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка модели формирования динамического пакета заказов в информационной удалённой издательской системе. Комп'ютерні технології друкарства. Львів : Українська академія друкарства, 2014. № 30. С.33-41. .

24. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка обобщенной процессной модели прецедента, метода его формирования и использования. Управляющие системы и машины. УСиМ, Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев, 2016. №3. С. 23-28.

25. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка подхода к формированию процессной модели решения задачи в составе прецедента с интервальным представлением времени. Вісник ХНТУ. 2016. № 4 (59). С. 212-217.

26. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод адаптивного процессного управління на основі прецедентного підходу. Наукоємні технології. 2016. № 4. С. 410-414.

27. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод побудови інтервальної моделі процесу вирішення задачі в складі прецеденту на основі аналізу журналу подій. Наукові праці ВНТУ. 2016. №4. С. 1-8.

Наукові праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації;

28. Chalyi S., Levykin I., Petrychenko A., Bogatov I. Causality-based model checking in business process management tasks. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT. 2018. P. 453-458. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409176. (Scopus).

29. Chalyi S., Levykin I., Information technology for the implementation of case-law management of end-to-end business processes / Computer and information systems and technologies: Fourth International Scientific and Technical Conference. Kharkiv: NURE. 2020. P. 54-55.

30. Левыкин И.В. Моделирование фаз управления бизнес-процессами. Международна научна конференция Украина – Бългaрия – Европейски Съюз: Съвременно състояние и перспективи: сборник с доклади от международна научна конференция. Том 1. Вар 37. На: Издателство «Науки и икономика», 2016. С. 98-103.

31. Левыкин И.В. Особенности процедуры выбора информационной системы полиграфического производства. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2016): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2016 р., Одеса). 2016. С. 238-240.

32. Левыкин И.В. Исследование технологий, средств моделирования и реинжиниринга бизнес-процессов. Полиграфические, мультимедийные и web-технологии: Тез. докл. 1-й Межд. народ. науч.-техн. конф. (16-20 мая 2016 г., Харьков). 2016. Т. 1. С. 43-44.

33. Левыкин И.В. Исследование функционального и процессного подходов управления полиграфическим предприятием. Информационные системы и технологии: материалы 5-й Международ. науч.-техн. конф. (12-17 сентября 2016 г., Харьков): тезисы докладов. Х.: НТМТ, 2016. С. 269-270.

34. Левыкин И.В. Метод формирования, выбора, корректировки и сохранения прецедентов. Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці, 2016. С. 157-159.

35. Левыкин И.В. Инструментальное средство установления приоритетов выполнения процессов «Советчик ОПР». Інформаційні системи та технології в медицині (ІСМ-2019): зб. наук. пр. II Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. С. 192-194.

36. Левыкин И.В. Информационная технология реализации процессного управления БП на базе прецедентов. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Харків, 2020. Т. 1. С. 92-93.

37. Левикін І.В. Технологія визначення пріоритетів виконання

наскрізних бізнес-процесів в поліграфії. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2020. С. 100-102.

38. Чалый С.Ф., Левикін І.В. Концепція двоконтурного управління множини наскрізних бізнес-процесів на основі прецедентного підходу. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. Львів. 2018. С. 288-290.

39. Ткаченко В.Ф., Попов А.В., Ефанов А.В., Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Математическая модель задачи определения номенклатуры продукции полиграфического предприятия с учетом производственных и рыночных факторов. Наука и образование: Сб. трудов по материалам II Международного научно-методического семинара. Дубай, 2011. С. 331.

40. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Оптимизация производства при помощи имитационного моделирования технологических процессов. Автоматика – 2010: Сб. тезисов по материалам 17 Международной конференции по автоматическому управлению. Харьков, 2010. С. 52-53.

41. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод формирования процессной модели решения задачи с интервальным представлением времени. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2017): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2017 р., Одеса). 2017. С. 238-240.

42. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Исследование способов выбора удалённой информационной аналитической издательской системы для полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Материалы международной научно-технической конференции (22-29 сентября 2012 г., Харьков). Х: ХНУРЭ, 2012. С. 121.

43. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка информационной технологии оперативного управления заказами полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Сб. материалов Международной конференции. Морское-Харьков, 2012. С. 128.

44. Левыкин И.В., Андропова Е.С. Использование систем виртуализации

и доставки приложений на удаленные клиенты в издательских системах. Информационные системы и технологии ИСТ-2013: Материалы 2-й международной научно-технической конференции (16-22 сентября 2013 г., Харьков). Х.: ХНУРЭ, 2013. С. 148-149.

45. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Информационные технологии для реализации подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. Информационные системы и технологии ИСТ-2014: Материалы 3-й международной научно-технической конференции (15-21 сентября 2014 г., Харьков). 2014. С. 186-187.

46. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Синтез Process mining и Enterprise Dynamics при моделировании процессов. XIV конференция по физике высоких энергий ядерной физике и ускорителям ННЦ ХФТИ: Материалы конференции. 2016. С. 81.

47. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Концепция процессного управления на основе прецедентного подхода. Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф. (11-16 сентября 2017 г., Харьков). Х.: НТМТ, 2017. С. 247-248.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	33
Вступ	34
1 ПРОБЛЕМИ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА	45
1.1 Аналіз особливостей управління наскрізними бізнес- процесами.....	45
1.1.1 Процесний підхід до управління бізнес-процесами	45
1.1.2 Класифікація бізнес-процесів	50
1.1.3 Наскрізні бізнес-процеси	51
1.1.4 Підходи до управління наскрізними бізнес- процесами	53
1.2 Аналіз особливостей прецедентів та їх застосування.....	58
1.2.1 Види прецедентів	59
1.2.2 Порядок створення і застосування прецеденту.....	60
1.2.3 Представлення знань в складі прецеденту.....	62
1.3 Аналіз можливостей технології Process Mining побудови моделей бізнес-процесів, які виконуються	65
1.4 Аналіз існуючих систем управління бізнес-процесами підприємства	70
1.5 Висновки з результатів проведеного аналізу та постановка завдань дослідження.....	75
2 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЕЦЕДЕНТІВ	81
2.1 Концепція організаційного двоконтурного процесного управління на основі прецедентного підходу.....	82
2.1.1 Задачі двоконтурного управління множиною наскрізних бізнес-процесів.....	84

2.1.2 Постановка завдання прецедентного управління.....	92
2.2 Узагальнення процесної архітектури підприємства з виділенням структурних та наскрізних бізнес-процесів	97
2.3 Розробка математичних моделей наскрізних бізнес-процесів.....	103
2.3.1 Розробка категорно- функторної моделі життєвого циклу бізнес-процесів підприємства.....	103
2.3.2 Логічна модель множини наскрізних бізнес-процесів	114
2.4. Висновки до другого розділу	120
3 .МОДЕЛЬ ПРЕЦЕДЕНТА, МЕТОД ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЙОГО ПОБУДОВИ.....	123
3.1 Розроблення узагальненої моделі прецеденту, узагальненого метода та інформаційної технології формування, пошуку та використання прецеденту	123
3.2 Розробка методу синтезу технологій реінжинірингу бізнес- процесу з використанням Process Mining і Enterprise Dynamics.....	138
3.3 Розробка алгоритму вибору і коригування моделі прецеденту- аналога в задачах управління бізнес-процесами	155
3.5 Висновки до третього розділу.....	162
4.РОЗРОБКА ІНТЕРВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ У СКЛАДІ ПРЕЦЕДЕНТУ.....	164
4.1Розробка методу формування моделі розв'язання задачі з інтервальним представленням часу у складі прецеденту.....	165
4.2 Узагальнена модель процесу розв'язання задачі з інтервальним представленням часу	171
4.3 Розробка методу виявлення інтервалів очікування ресурсів бізнес-процесів на основі аналізу послідовностей подій.....	187
4.4 Метод розробки інтервальної моделі процесу розв'язання задачі у складі прецеденту на основі аналізу журналу подій.....	201

	29
4.5 Висновки до четвертого розділу	213
5 РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПІДХОДУ	216
5.1 Методи та інформаційна технологія прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами	216
5.2 Узагальнений алгоритм управління наскрізними бізнес- процесами	238
5.3 Розробка моделі прототипу проекту інформаційної системи...	246
5.4 Розробка методу вибору аналога інформаційної системи управління підприємством	250
5.5 Висновки до п'ятого розділу	255
6 ПРАКТИЧНА І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС- ПРОЦЕСАМИ	258
6.1 Реалізація інформаційної технології побудови прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів на прикладі поліграфічного підприємства «Юнісофт».....	258
6.2 Розробка моделі і алгоритму «Знаходження пріоритетів запуску бізнес-процесів в конкурентних точках»	265
6.3 Реалізація прикладної інформаційної технології прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів.	281
6.3.1 Реалізація процесу знаходження варіанту «рішення» коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм найбільшого часу, що залишився виконання бізнес- процесів при першому прогоні.....	281
6.3.2 Алгоритм і реалізація процесу знаходження варіанту Рішення, коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм максимального запізнювання виконання бізнес-	

процесів при другому прогоні.....	291
6.3.3. Знаходження кращого варіанту Рішення, коригуванням порядків запуску бізнес-процесів в комбінованому режимі ОПР і автоматичному при третьому прогоні	301
6.3.4 Алгоритм перевірки можливості знаходження кращого варіанта. Рішення і його реалізація, при фіксації трьох і більше конкурентних точок на четвертому прогоні.....	308
6.3.5 Приклад формування поточного прецеденту при прецедентному управлінні групою наскрізних бізнес-процесів	338
6.4 Розробка програмного засобу «Модуль прецедентного управління» для підтримки реалізації інформаційних технологій	350
6.4.1 Призначення програмного засобу «Модуль прецедентного управління».....	350
6.4.2 Структура програмного засобу «Модуль прецедентного управління».....	355
6.4.3 Методика використання програмного засобу «Модуль прецедентного управління» для послідовного отримання кращого «рішення»	369
6.5 Порівняння традиційного оперативного і двоконтурного процесу отримання Рішення при управлінні наскрізними бізнес- процесами.....	374
6.6 Висновки до шостого розділу.	380
ВИСНОВКИ	383
Список використаних джерел	388
ДОДАТОК А. Акти про реалізацію і впровадження результатів дисертаційної роботиї.....	419
ДОДАТОК Б Розробка функціональної структури поліграфічного підприємства і виявлення переліку недоліків в життєвому циклі виконання замовлення	427
ДОДАТОК В. Застосування імітаційного моделювання	

бізнес-процесів при виконанні замовлення.....	433
ДОДАТОК Д. Реалізація процесу взаємозв'язку средств імітаційного модулювання з базами даних.....	445
ДОДАТОК Е. Практична реалізація методу вибору аналога інформаційної системи на прикладі поліграфічного підприємства... ..	455
ДОДАТОК Ж Таблиці з варіантами рішення за часом, що залишився, виконання замовлень після третього прогону при фікстації конкурентних точок (кн1_2 кн2_1, кн2_2, кн3_1 кн3_2)	476
ДОДАТОК К. Вид представлення результатів Рішення першого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	483
ДОДАТОК Л. Вид представлення результатів Рішення другого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу Модуль прецедентного управління»	486
ДОДАТОК М. Вид представлення результатів Рішення третього варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	489
ДОДАТОК Н. Вид представлення результатів Рішення четвертого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	492
ДОДАТОК О. Вид представлення результатів Рішення п'ятого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	495
ДОДАТОК П. Вид представлення результатів Рішення першого варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	498
ДОДАТОК Р. Вид представлення результатів Рішення другого варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	501
ДОДАТОК С. Вид представлення результатів рішення третього	

варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»	504
ДОДАТОК Т. Вид представлення результатів рішення четвертого варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління» ..	507
ДОДАТОК У. Приклад моделі поточного прецеденту з 10 варіантами рішення.....	509
ДОДАТОК Ф. Схема алгоритму коригування варіанту рішення ОПР на четвертому прогоні і його реалізації при фіксації трьох і більше конкурентних точок.....	519
ДОДАТОК Х Список публікацій здобувача	525

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- НБП – наскрізні бізнес процеси;
- ОПР – особа, що приймає рішення;
- ОУ – об’єкт управління;
- СУБД – система управління базами даних;
- ED – Enterprise Dynamics;
- PM – Process Mining;
- (CBR) – Case-Based Reasoning;
- Workflow – робочий потік;
- MIS – інформаційно-управляюча система (англ. Management Information Systems);
- ІСУП – інформаційна система управління підприємством;
- (РВАП) – регулярні вирази алгебри подій;
- SSADM – Structured System Analysis and Design Method) - британський стандарт аналізу і розробки автоматизованих систем;
- ARIS – (Architecture of Integrated Information Systems) — методологія і тиражований програмний продукт для моделювання бізнес-процесів;
- CAD- (Computer Aided Design);
- CAM- (Computer Aided Manufacturing);
- CRM- (Customer Relationship Management);
- ERP– (Enterprise Resource Planning);
- MRP– (Materials Resource Planning).

ВСТУП

Актуальність теми. Широке впровадження процесного управління на сучасних підприємствах базується на застосуванні інформаційних технологій та систем управління бізнес-процесами. Процесний підхід до управління передбачає побудову опису підприємства як об'єкту управління у вигляді множини бізнес-процесів, що інтегрують діяльність відповідних підрозділів та забезпечують підвищення ефективності функціонування підприємства в цілому.

Досвід процесного управління свідчить, що ключові проблеми впровадження процесного підходу пов'язані з невідповідністю між існуючою організаційною структурою, орієнтованою на виконання функціональних задач в межах окремих підрозділів, та наскрізними бізнес-процесами, які працюють із зовнішніми постачальниками, охоплюють декілька підрозділів і створюють продукцію для зовнішніх клієнтів підприємства. Такі процеси є ключовими в діяльності підприємства і тому результати його функціонування значною мірою залежать від ефективності управління множиною таких процесів та їх своєчасного виконання. Наскрізні бізнес-процеси використовують спільні ресурси, що може приводити до затримок при доступі до цих ресурсів і, як наслідок, несвоєчасного завершення цих процесів. Тому при процесному управлінні необхідно враховувати взаємодію між наскрізними бізнес-процесами. Однак внаслідок недостатньої формалізації взаємодії між такими процесами при доступі до ресурсів процесне управління множиною наскрізних бізнес-процесів реалізується з використанням практичного досвіду та існуючих інженерних практик. Зазначене свідчить про важливість формалізації такого досвіду, представлення його у вигляді прецедентних рішень та подальшого використання у процесному управлінні.

Істотний внесок у розвиток теоретичних і методологічних основ

процесного управління, в тому числі с використанням прецедентів, внесли такі закордонні та вітчизняні вчені R. Schank, J. Kolodner, A. Aamodt, E. Plaza, M. Richter, R. Weber, M. Pantic, D. Ferruci, I. Watson., С.Г. Антощук, М.Ф. Бондаренко, С.Д. Бушуєв, В.Л. Волкович, М.З. Згуровський, О.А. Павлов, І.В. Сергієнко, В.С. Танаєв, С.Ф. Теленик, М.В. Ткачук, В.В. Шкурба, Н.З. Шор.

У проведених дослідженнях бізнес-процеси розглядаються в якості окремих об'єктів управління. Однак ефективність функціонування підприємства в цілому при процесному управлінні залежить від своєчасного виконання всієї системи бізнес-процесів підприємства. Для подолання цієї невідповідності необхідно перейти від управління окремими наскрізними бізнес-процесами до управління сукупністю наскрізних бізнес-процесів як єдиним об'єктом з урахуванням спільного використання ресурсів цими процесами, а також зміни з часом складу процесів, що виконуються.

Реалізація такого підходу потребує використання прецедентів управління наскрізними бізнес-процесами на конкретному підприємстві з урахуванням непередбачуваних затримок при виконанні дій таких процесів, що виникають внаслідок впливу людського фактору. Тому автоматизація управління множиною наскрізних бізнес-процесів як єдиним об'єктом потребує використання прецедентного підходу як підходу, орієнтованого на вирішення слабо формалізованих задач.

Таким чином, створення концептуальних основ, методів, моделей та інформаційних технологій управління наскрізними бізнес-процесами підприємства на основі прецедентного підходу для підвищення ефективності процесного управління в умовах обмежень на час виконання бізнес-процесів та використання спільних ресурсів цими процесами є актуальною науково-прикладною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась автором на кафедрі медіасистем та технологій Харківського національного університету радіоелектроніки в

наступних держбюджетних науково-дослідних робіт: «Теорія, методи і моделі управління життєвим циклом інтелектуальних інформаційних середовищ регіональних соціо-економічних об'єктів» (№ ДР 0115U002430); «Розумний Кібер Університет – Cloud-Mobile сервіси управління науково-освітніми процесами» (№ ДР 0117U002524); «Інтелектуальна багатоцільова мобільна робототехнічна платформа з удосконаленими маніпуляційними можливостями » (№ ДР 0121U109909).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка моделей, методів та інформаційних технологій прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси, для підвищення ефективності процесного управління підприємством.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих підходів, моделей та методів управління наскрізними бізнес-процесами підприємства;
- розробити концепцію двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами;
- розробити категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-процесів підприємства;
- розробити логічну модель множини наскрізних бізнес-процесів;
- розробити узагальнену модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу;
- розробити узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу;
- розробити інтервальну модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту;
- розробити метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу;
- розробити метод виявлення інтервалів очікування ресурсів при виконанні наскрізного бізнес-процесу;

– розробити метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання;

– розробити метод прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами, що використовують спільні ресурси;

– розробити інформаційні технології побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів та прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси;

– розробити програмний засіб для реалізації розроблених прикладних інформаційних технологій та виконати апробацію й впровадження отриманих теоретичних результатів.

Об'єктом дослідження є процеси управління сукупністю взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів підприємства, що використовують спільні ресурси.

Предмет дослідження – моделі методи та інформаційні технології управління наскрізними бізнес-процесами підприємства з використанням прецедентного підходу.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач дослідження використані: методи системного аналізу та теорії категорій при розробці категорно-функторної моделі життєвого циклу наскрізних бізнес-процесів підприємства; прецедентний підхід при розробці методу прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, узагальненої моделі прецеденту бізнес-процесу, узагальненого методу формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу; методу адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання; процесний підхід при розробці логічної моделі множини наскрізних бізнес-процесів; методи інтелектуального аналізу процесів при розробці інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту, методу побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу, метода виявлення інтервалів очікування ресурсів наскрізного бізнес-процесу.

Наукова новизна отриманих результатів: Основний науковий результат дисертації полягає у розв'язанні важливої науково-прикладної проблеми створення концептуальних основ, методів, моделей та інформаційних технологій управління наскрізними бізнес-процесами підприємства на основі прецедентного підходу для підвищення ефективності процесного управління в умовах обмежень на час виконання бізнес-процесів та використання спільних ресурсів цими процесами.

У рамках виконаних досліджень отримано такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано метод прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, який встановлює послідовність використання спільних ресурсів для таких процесів з тим, щоб зменшити відхилення у часі від строків їх завершення внаслідок затримок при доступі до цих ресурсів, що дає можливість підвищити ефективність процесного управління за рахунок виконання додаткових процесів при задоволенні обмежень на час виконання сукупності наскрізних бізнес-процесів.

2. Вперше запропоновано метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу, який містить у собі етапи формування множини інтервалів подій, що відповідають діям процесу, побудови множин послідовних та паралельних дій, об'єднання множин інтервалів та формування часових оцінок інтервалів подій, що дає можливість врахувати інтервали очікування ресурсів при реалізації прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами.

3. Вперше запропоновано інтервальну модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту, яка містить опис дій процесу у вигляді множини послідовностей подій та множини послідовностей інтервалів часу виконання цих дій, що дає можливість підвищити ефективність управління наскрізними бізнес-процесами на основі врахування невідповідності між прогнозованою тривалістю виконання бізнес-процесів та обмеженням на час завершення цих процесів.

4. Вперше запропоновано метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання, який залишає у складі прецеденту лише ті послідовності дій, які дозволяють виконати процес при заданих обмеженнях на час його виконання та ресурсних обмеженнях, що дає можливість реалізувати прецедентне управління наскрізними бізнес-процесами з урахуванням затримок доступу до спільних ресурсів підприємства.

5. Удосконалено категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-процесів, яка, на відміну від існуючих, визначає цикл випуску продукції підприємства як єдину систему типових взаємодіючих бізнес-процесів, що дає можливість визначити цілі та результати таких процесів для реалізації прецедентного процесного управління.

6. Удосконалено узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу, який, на відміну від існуючих, містить у собі етапи вибору прецеденту відповідно до цілі та очікуваного результату наскрізного бізнес-процесу, а також адаптації прецеденту з урахуванням ресурсних обмежень, що створює умови для реалізації прецедентного управління множиною взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів.

7. Удосконалено метод виявлення інтервалів очікування ресурсів с наскрізного бізнес-процесу, який, на відміну від існуючих, передбачає відбір підмножин атрибутів подій, які відображають перехід бізнес-процесу до очікування ресурсів, та формування дерева рішень, яке зв'язує набір значень атрибутів з переходом, що дозволяє виявити можливості несвоєчасного виконання дій бізнес-процесу і тим самим забезпечити скорочення затримок при його виконанні.

8. Отримала подальший розвиток логічна модель множини наскрізних бізнес-процесів, яка, на відміну від існуючих, враховує не лише набір можливих послідовностей дій, що забезпечують досягнення цілей процесів, але й правила виконання цих дій з урахуванням доступу до ресурсів, що

створює умови для побудови прецедентів бізнес-процесів у формі послідовностей дій з ресурсними обмеженнями та подальшого використання цих прецедентів для управління множиною наскрізних бізнес-процесів.

9. Отримала подальший розвиток узагальнена модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу, яка, на відміну від існуючих, містить у собі множину варіантів вирішення функціональної задачі у вигляді послідовності подій як результатів виконання робіт процесу із заданою множиною обмежень для кожного варіанту, а також множину локальних результатів, кожен з яких відповідає одному варіанту вирішення задачі, що дає можливість адаптувати прецедент при управлінні бізнес-процесами шляхом послідовного вибору підмножини результатів та одного з варіантів вирішення задачі відповідно до поточних обмежень предметної області.

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення розроблених методів та моделей підтверджується їх використанням у розроблених інформаційних технологіях побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів та прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси.

Результати дисертаційної роботи впроваджено: у ПП «Юнісофт» (акт впровадження від 10.09.17); ТОВ «ПрофІТсофт» (акт впровадження від 03.07.2020 р.); АТ «НДІ лазерних технологій» (акт впровадження від 18.11.16 р.); в освітній процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт впровадження від 14.05.2021 р.).

Впровадження запропонованих у дисертаційній роботі методів, моделей та інформаційних технологій забезпечує підвищення ефективності управління наскрізними бізнес-процесами підприємства за рахунок скорочення інтервалів очікування матеріальних і трудових ресурсів, а також запуску додаткових наскрізних процесів із задоволенням ресурсних обмежень та обмежень на час виконання таких процесів. Акти впровадження приведені у Додатку А.

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати, наведені у

дисертаційній роботі, сформульовані і отримані здобувачем особисто. Наукові праці [5]–[11], [30]–[37] опубліковані без співавторів. Окремі етапи дослідження були виконані у співпраці. У публікаціях, написаних у співавторстві, внесок здобувача полягає у такому: [1] – запропоновано методи, моделі та інформаційні технології управління наскрізними взаємопов'язаними бізнес-процесами підприємства на основі прецедентного підходу; [2] – запропоновано модель прецеденту бізнес-процесу, що описує особливості його відомих реалізацій, відображених в журналі подій, враховує час виконання бізнес-процесу, а також необхідні для цього ресурси; [3] – запропоновано модель прецеденту, яка дозволяє визначити функціональну задачу, яка вирішується під час виконання бізнес-процесу, та ІТ-сервіси, що реалізують цю задачу; [4] – запропоновано модель, що дозволяє знаходити найкращі рішення для управління бізнес-процесами, які представлено у вигляді послідовності доступу таких бізнес-процесів до спільно використовуваних ресурсів, інформаційну технологію яку побудовано з використанням зазначеної моделі; [12] – обґрунтовано критерії вибору інформаційної системи для ведення логів подій бізнес-процесів, що відображають послідовності виконаних дій; [13] – запропоновано критерії встановлення пріоритетів допуску до ресурсів виконуваних робіт, що дає можливість, враховувати обмеження на час виконання процесів та випускати продукцію у встановлені договорами терміни; [14] – запропоновано метод виявлення інтервалів очікування на основі аналізу записів логів за умови, що кількість доступних ресурсів змінюється під час виконання бізнес-процесів; [15] – обґрунтовано вибір компонентів інформаційної системи для ведення логів подій; [16] – запропоновано імітаційну модель отримання можливих варіантів зниження часових і вартісних втрат при виконанні бізнес-процесів, що дозволяє підвищити ефективність їх управління; [17] – запропоновано логічну модель бізнес-процесів яка відображає логічний зв'язок між процесами при організації випуску товарів або надання послуг; [18] – обґрунтовано використання засобів імітаційного моделювання для

візуалізації реалізованих послідовностей робіт; [19] – обґрунтовано використання засобів імітаційного моделювання для візуалізації можливих послідовностей робіт з оцінкою їх забезпечення необхідними ресурсами; [20] – запропоновано набір критеріїв встановлення пріоритетів допуску процесів до ресурсів, що забезпечує своєчасне виконання договорів на випуск продукції; [21] – обґрунтовано функціональність інформаційної системи, яка забезпечує необхідну підтримку логів подій при прецедентному управлінні множиною процесів; [22] – запропоновано компоненти інформаційної технології системи управління замовленнями підприємства; [23] – обґрунтовано формування процесів, що динамічно змінюються, з урахуванням обмежень на час їх виконання; [24] – запропоновано модель прецеденту, яка охоплює різні за тривалістю проміжки часу, пов'язуючи рішення з описом задачі, для якої розроблено прецедент, множини описів рішень задачі і отриманий результат рішення з урахуванням підмножин обмежень, що дозволяє визначити, для якої предметної області він може бути застосований, для якого типу задач, яка складність їх вирішення і який може бути отриманий результат; [25] – запропоновано підхід до формулювання процесної моделі рішення задачі у складі прецеденту з інтервального представлення часу; [26] – запропоновано метод процесного управління, який включає адаптацію моделей бізнес-процесів, поетапне виконання процесів відповідно до заданої в моделі послідовності дій; що дозволяє оцінити можливість виконання обмежень на час виконання існуючих бізнес-процесів, а, отже, підвищити ефективність процесного управління сукупністю бізнес-процесів підприємства; [27] – запропоновано метод побудови інтервальної моделі процесу рішення задачі в складі прецеденту, яка враховує ознаки послідовного і паралельного виконання не для окремих подій, а для інтервалів подій, що дозволяє відображати в моделі не стани, а дії процесу з урахуванням тривалості виконання цих дій.

Опубліковані статі спільно з А. І Хорошевський і Є.В. Логвиненко і їх дисертації представлені в повному списку використаних джерел.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні й практичні результати дисертаційної роботи доповідалися й одержали схвалення на таких конференціях: XVII Міжнародній конференції з автоматичного управління «Автоматика – 2010» (Харків, 2010); Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: інформатизація та інформаційні технології» (Харків, 2011); Міжнародному науково-методичному семінарі «Наука та освіта» (Дубай, 2011); XIV конференції з фізики високих енергій, ядерної фізики й прискорювачів (Харків, 2016); V Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» ПКТ-2016 (Чернівці, 2016); I Міжнародній науково-технічній конференції «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології» (Харків, 2016); Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні системи та технології» (Харків, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016); Міжнародній науковій конференції «Україна – Бґларія – Європейски сьюз: сьвременно сьстояние и перспективи» (Варна, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» (ІУСТ-Одеса-2016, ІУСТ-Одеса-2017); IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT'2018); II Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні системи та технології в медицині» (ISM–2019); Fourth International Scientific and Technical Conference «Computer and information systems and technologies» (Харків, 2020).

Публікації. Результати дисертації опубліковані в 47 наукових роботах, серед яких 1 монографія, 26 наукових статей у фахових наукових періодичних виданнях з технічних наук, з них 7 наукових статей написані без співавторів (18 наукових статей з них індексуються міжнародними наукометричними базами даних: Cross Ref, EBSCO, Index Copernicus та іншими, 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні, 2 статті в журналі категорії А (Scopus та віднесені до третього квантиля (Q3) відповідно до класифікації Journal Citation Reports), 20 тези доповідей у

матеріалах наукових конференцій, в тому числі 1 з яких індексуються міжнародною наукометричною базою (Scopus).

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг роботи складає 511 сторінку, у тому числі 311 сторінок основного тексту, 15 рисунків та 25 таблиць на 40 окремих сторінках, список використаних джерел з 278 найменувань на 26 сторінках і 16 додатків на 110 сторінках.

1 ПРОБЛЕМИ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Аналіз особливостей управління наскрізними бізнес-процесами

1.1.1 Процесний підхід до управління бізнес-процесами

Організація ефективного управління підприємством передбачає реалізацію повного управлінського циклу – від постановки цілей і планування до виконання планів та їх подальшого коригування у разі потреби. Для того, щоб реалізувати такий цикл, необхідно отримати системний опис підприємства як об'єкта управління, визначити ціль, погляди, цілі управління.

Сьогодні на практиці застосовують два ключові підходи до управління: функціональний і процесний.

Функціональний підхід передбачає визначення ієрархічних зв'язків між підрозділами організації. Інформація при такому підході циркулює між підрозділами різних рівнів: управлінські завдання передаються на нижні рівні, а інформація, необхідна для ухвалення рішень, – на верхні. Автоматизація діяльності персоналу виконується згідно з його функціональними обов'язками. Підрозділи комплектуються фахівцями за функціональною ознакою. В цілому такий підхід дозволяє підвищити ефективність управління через вирішення завдань в межах функціональних підрозділів і відповідного обміну знаннями між співробітниками.

Однак функціональний підхід має значні недоліки через відсутність цілісного уявлення про організацію всіх виробничих процесів у межах управління підприємством через розподіл робіт на окремі фрагменти, які виконують різні підрозділи, і відсутність горизонтальних зв'язків між підрозділами.

По-перше, у результаті ієрархічної підпорядкованості підрозділів значно збільшується час виконання завдань, які передбачають взаємодію кількох виконавців з різних підрозділів.

По-друге, виконавці мотивовані не на досягнення кінцевого результату, а на виконання відповідної функції звітності керівництву.

По-третє, багаторівнева ієрархія підрозділів вимагає значних витрат на адміністрування, проте може призводити до втрати відповідальності за реалізацію процесів загалом. Результатом цього можуть бути значні матеріальні та фінансові втрати, порушення термінів виконання замовлень, а отже, зниження конкурентоспроможності підприємства через запізнення виходу на ринок товару або послуги[1-8].

Згідно з процесним підходом, підприємство загалом розглядають як систему, яка на вході потребує ресурсів, у процесі діяльності переробляє ці ресурси і на виході видає товари та послуги. Тобто така система є процесом, реалізація якого дає змогу досягти цілей підприємства. Узагальнений процес діяльності підприємства складається із значної кількості взаємопов'язаних бізнес-процесів, кожен з яких забезпечує досягнення однієї з локальних цілей. Критерій ефективності досягнення цілі процесу оснований на інтегральному визначенні ресурсів, необхідних для її досягнення. Очевидно, що досягнення всіх локальних цілей бізнес-процесів дає змогу досягти глобальної цілей підприємства.

Таким чином, процесний підхід передбачає управління системою взаємопов'язаних бізнес-процесів, що реалізують усі види діяльності підприємства і вирішують функціональні задачі шляхом взаємодії виконавців із різних підрозділів [9-11].

Під терміном «бізнес-процес» зазвичай розуміють сукупність різних видів діяльності, у межах якої «на вході» використовують один або більше видів ресурсів, а в результаті цієї діяльності «на виході» створюють продукт, що являє собою певну цінність для споживача [12-16].

Сьогодні запропоновано декілька визначень цього терміну, які відрізняються несуттєво. Як основну рису бізнес-процесу відзначають наявність послідовності операцій, під час виконання яких отримують важливий для клієнтів підприємства результат (продукти або послуги) [17,18].

Бізнес-процеси поєднують у собі такі базові елементи:

- входи і виходи;
- ресурси;
- постачальники і споживачі;
- показники.

Як входи розглядають об'єкти, які використовуються і змінюються бізнес-процесом, наприклад, матеріали, обладнання, необхідне для функціонування процесу, інформацію, фінансові ресурси тощо.

Під виходами процесу зазвичай розуміють результати його роботи, наприклад, матеріальні або інформаційні товари та послуги.

Під ресурсами зазвичай розуміють об'єкти, необхідні для функціонування бізнес-процесу. На відміну від входів, ресурси не змінюються (або змінюються незначною мірою) при виконанні бізнес-процесів. До ресурсів відносять обладнання, документацію, персонал, інфраструктуру, робоче середовище тощо.

Власник процесу – це особа, яка має у своєму розпорядженні всі ресурси, необхідні для виконання бізнес-процесів, і безпосередньо відповідає за результат процесу.

Процесний підхід дає змогу усунути недоліки функціонального управління шляхом побудови системи ефективних горизонтальних зв'язків. Як об'єкт управління розглядають внутрішнє середовище підприємства як систему процесів. Процесне управління передбачає моніторинг бізнес-процесів і підвищення їх ефективності. В організаційному плані відбувається делегування повноважень і наділення співробітників відповідальністю.

Для того, щоб досягти цілей підприємства у процесному підході, необхідно управляти бізнес-процесами і організувати їх взаємопов'язане виконання. Для цього необхідно створити процесну структуру підприємства, яка передбачає визначення:

- цілей підприємства;
- опису бізнес-процесів;
- послідовності впровадження системи бізнес-процесів.

Цілі підприємства залежать від його місії. Місія встановлює причини і сенс існування підприємства з погляду його клієнтів [19-21]. Місія визначає бачення підприємства як опис його ідеального стану в майбутньому. Бачення є сукупністю цілей підприємства у якісній формі. На основі бачення формуються кількісні цілі підприємства.

Для побудови опису та моделей бізнес-процесів необхідно визначити такі їх характеристики [22- 27]:

- цінність діяльності, яка буде представлена у вигляді бізнес-процесу, для підприємства загалом;
- цінність результатів бізнес-процесу для клієнтів підприємства;
- особа співробітника, що розпоряджається ресурсами процесу, відповідає за його результати, а також за ефективність його виконання; така особа є власником процесу;
- ресурси, необхідні для виконання бізнес-процесу; слід зазначити, що загалом до ресурсів доцільно віднести всі об'єкти, з якими взаємодіє бізнес-процес (матеріали, комплектуючі, інфраструктура, персонал, інтелектуальний капітал тощо).
- послідовність дій процесу, що базується на відповідній технології виробництва продукції або послуги;
- показники для оцінювання виконання процесу, оцінювання його результатів, а також задоволеності клієнтів.

Під час визначення послідовності впровадження системи бізнес-процесів регламентуються такі правила їх реалізації, що відображають особливості корпоративної культури підприємства:

- порядок планування цілей і діяльності підприємства;
- взаємодія між процесами та підрозділами підприємства;
- відповідальність і повноваження власників процесів та інших посадових осіб;
- порядок дій співробітників у нештатних ситуаціях;
- порядок і форми звітності;
- система показників, що характеризують результативність і ефективність діяльності підприємства загалом і його процесів;
- порядок розгляду результатів діяльності та прийняття управлінських рішень щодо усунення відхилень і досягнення планових показників.

Підвищення ефективності діяльності підприємства в межах процесного підходу вимагає вирішення такої послідовності завдань автоматизованого управління бізнес-процесами з підтримкою процесно-орієнтованої інформаційно-аналітичної системи [28-37]:

- визначення й опис наявних бізнес-процесів та їхньої взаємодії;
- розроблення, аналіз і перевірка моделей бізнес-процесів з визначенням показників ефективності, методик вимірювання показників, а також відповідальності керівництва;
- конфігурації бізнес-процесів засобами інформаційно-аналітичної системи з розробленням і затвердженням відповідних регламентів для формалізації роботи системи;
- виконання і моніторинг бізнес-процесів;
- аналіз результатів виконання та формування пропозицій щодо реорганізації бізнес-процесів;
- управління ресурсами і коригування регламентів за умови виявлення відхилень від нормального перебігу процесу.

1.1.2 Класифікація бізнес-процесів

Ефективність процесного управління значною мірою залежить від адекватності визначення бізнес-процесів. Під час побудови процесної архітектури використовують різні підходи до класифікації процесів. Найбільш широко використовують такі класифікаційні ознаки:

- клієнти бізнес-процесів;
- відношення до створення вартості;
- рівень деталізації.

За першою ознакою виділяють внутрішні та зовнішні процеси. Клієнтами внутрішніх процесів є співробітники компанії, у якій цей процес виконується. Клієнтами зовнішніх процесів є інші організації. Ця класифікація дає змогу виділити процеси, виходи яких розташовані за межами організації, тобто в таких процесах не завжди враховується організаційна структура підприємства, де виконується бізнес-процес [29-31].

За другою ознакою виділяють основні та супутні процеси, що забезпечують створення доданої вартості; а також допоміжні, адміністративні процеси та процеси розвитку.

Основні процеси орієнтовані на виробництво і відповідають місії підприємства – тобто є головними в його діяльності. До цієї групи процесів належать процеси маркетингу, виробництва, збуту, постачання, сервісного обслуговування, виробництва товару або надання послуги.

Супутні процеси забезпечують виробництво супутніх товарів або надання супутніх послуг.

Допоміжними є процеси, що підтримують виконання основних і супутніх процесів шляхом забезпечення таких їх особливостей, які недоцільно виконувати в межах основних і супутніх бізнес-процесів, наприклад, процеси транспортного та технічного обслуговування. Допоміжні процеси збільшують вартість виробів і послуг.

Адміністративними є процеси, які реалізують управлінські функції, наприклад, процеси планування, управління персоналом, управління документообігом, бюджетування тощо.

Бізнес-процеси розвитку спрямовані на реалізацію інновацій, а також вдосконалення товарів чи послуг, технологій виробництва, обладнання.

Відокремлення процесів за третьою ознакою дає змогу побудувати ієрархію бізнес-процесів, визначаючи їх на рівні підприємства, множини підрозділів, окремих підрозділів, виконавців [32,33].

Ця ознака задає критерії для визначення меж процесів (входів і виходів).

Процеси верхнього рівня мають входи і виходи в межах підприємства загалом, однак вони не деталізовані за операціями, які виконуються в окремих підрозділах. З іншого боку, виділені на межі підрозділів бізнес-процеси дають локальний і досить детальний опис послідовності дій. Однак у тому випадку, якщо користувачі бізнес-процесів розташовані за межами підрозділів, такий опис розриває єдину послідовність дій, не дає змоги побачити картину в цілому, і, таким чином, ускладнює управління такими процесами. Це призводить до зниження ефективності системи процесів підприємства в цілому.

1.1.3 Наскрізні бізнес-процеси

Для вирішення вказаної суперечності виділяють наскрізні бізнес-процеси, які проходять через підприємство загалом. Наскрізні процеси є процесами, що виконуються в межах декількох підрозділів і забезпечують інтеграцію діяльності співробітників незалежно від їх підпорядкування на підприємстві [34-36]. Такі бізнес-процеси мають входи і виходи в межах підприємства, але деталізуються на рівні окремих виконавців.

Наскрізний процес має такі властивості [9]:

– цілі підприємства;

– процес виконують співробітники різних структурних підрозділів підприємства;

– виконання процесу розглядають як на рівні окремих співробітників, так і на рівні підрозділів; визначення процесу на рівні співробітників дає змогу формалізувати їх взаємодію без урахування організаційної структури підприємства;

– результат процесу є істотним для організації в цілому;

– результат процесу забезпечує виконання вимог зовнішніх користувачів;

– виділення наскрізних процесів забезпечує можливість підвищення ефективності процесного управління шляхом видалення «вузьких місць» у взаємодії між підрозділами підприємства;

– контроль за виконанням процесу загалом і розподілом ресурсів для нього може бути виконаний однією особою з керівного складу підприємства; такий керівник може бачити весь процес і оптимізувати його для отримання кінцевого результату з мінімальними витратами ресурсів.

Виділення наскрізних процесів виконують згідно з системним підходом, тому менеджмент розглядає підприємство як систему взаємопов'язаних процесів без урахування його функціональної структури. Це забезпечує такі можливості [37- 40]:

– співробітники розглядають бізнес-процес у повному обсязі, без його обмеження своїм підрозділом, що дає їм змогу уточнити свою роль у процесі з урахуванням необхідності взаємодії з клієнтами;

– поліпшується взаємодія співробітників, що належать до різних підрозділів;

– у результаті зміни потоків інформації підвищується результативність і ефективність бізнес-процесів.

Процесний підхід до управління базується на виділенні бізнес-процесів, які регулярно повторюються. При виділенні наскрізних бізнес-процесів доцільно враховувати такі критерії:

- ціль процесу є незмінною;
- діяльність здійснюється на регулярній основі;
- технологія, відповідно до якої виконується процес, є стабільною;
- склад виконавців процесу також є стабільним.

1.1.4 Підходи до управління наскрізними бізнес-процесами

Під час управління наскрізними процесами використовують такі підходи [40-47]:

- інформаційний;
- на основі робочої групи;
- матричне управління;
- кураторство керівництвом підприємства;
- комбінований: управління власником з кураторством від вищого керівництва;
- управління через регламенти.

Відповідно до першого підходу формують опис бізнес-процесу в одній із загальноприйнятих нотацій. Отриманий формальний опис доповнюють документом із поясненнями, який використовують виконавці наскрізного бізнес-процесу.

Перевагою цього підходу є те, що виконавці отримують схему процесу в цілому, що дає змогу ініціативно встановити зв'язки між співробітниками різних підрозділів і сформуванню порядку взаємодії між ними під час виконання бізнес-процесу.

Недолік інформаційного підходу полягає в тому, що отриманий опис процесу не містить показників для оцінювання ефективності його виконання, що не дає змоги автоматизувати управління таким наскрізним бізнес-процесом.

Другий підхід до управління наскрізними бізнес-процесами передбачає формування робочої групи, до складу якої зараховують виконавців бізнес-

процесу з різних підрозділів. Учасники групи повинні мати необхідні компетенції для виконання процесу. Групу забезпечують ресурсами, необхідними для успішної реалізації бізнес-процесу. Керівник групи виконує роль власника наскрізного процесу [48,49].

Цей підхід дає змогу перейти від функціонального до процесного підходу в межах еволюційної стратегії, поетапно і локально виділяючи групи фахівців для виконання наскрізного бізнес-процесу [50].

Недоліки підходу на основі робочої групи є наслідком його локального характеру. Локальність застосування підходу пов'язана з труднощами створення повністю «плоскої» структури у вигляді груп виконавців бізнес-процесів і одного центру управління на реальному функціонуючому підприємстві. Це призводить до одночасного застосування функціонального та процесного управління і, як наслідок, до дублювання ресурсів на підприємстві. Наприклад, співробітників, які ввійшли до складу робочої групи і реалізують процесне управління, необхідно замінити новими співробітниками з тими ж компетенціями в їх підрозділах для того, щоб реалізувати функціональний підхід до управління. У результаті необхідні додаткові витрати на оплату праці співробітників підприємства [51,54].

Базова ідея матричного управління полягає в тому, щоб наявну вертикальну структуру організації доповнити групами, що координують горизонтальні зв'язки. Згідно із цим підходом, на підприємстві виділяють групу (або підрозділ) власників бізнес-процесів. Кожен власник отримує необхідні ресурси і виконує оперативне управління своїм бізнес-процесом за загальними стандартами (методиками управління) на підприємстві [55-57]. Головну увагу в матричному управлінні приділяють інтеграції різних видів діяльності в єдині наскрізні бізнес-процеси для того, щоб забезпечити умови для досягнення цілей процесів.

Перевагами матричного підходу є досягнення гнучкості та скоординованості робіт шляхом залучення керівників різних рівнів і фахівців

до управління бізнес-процесом. Це дає змогу інтегрувати різні види діяльності в один бізнес-процес.

Головний недолік матричної організації управління полягає у невизначеності прав і обов'язків співробітників підприємства, що призводить до конкурування за ресурси. Як наслідок, такий підхід дуже чутливий до наявності ресурсів. За їх нестачі власники можуть втратити контроль над бізнес-процесами.

Підхід на основі кураторства вищого керівництва передбачає визначення обмеженої кількості наскрізних процесів, для яких визначають кураторів серед осіб вищого керівництва підприємства. Такі куратори виконують періодичний аналіз бізнес-процесу з метою ухвалення управлінських рішень. Тобто куратори виконують роль власників процесу, витрачаючи на це незначну частину свого робочого часу [58,59].

Цей підхід дає змогу впливати на вибір ресурсів для процесу на рівні вищого керівництва підприємства. Однак епізодичність управління може призводити до неефективних управлінських рішень, які реагують на зовнішні прояви проблеми, а не на її причини. У результаті за умови практичного застосування такого підходу оперативне управління здійснюється неформально керівниками нижчої ланки, які не мають відповідних повноважень.

Комбінований підхід передбачає, що оперативне управління наскрізним бізнес-процесом виконує власник. У разі ускладнень управління передають куратору зі складу вищого керівництва підприємства.

Власник процесу має право розпоряджатися всіма ресурсами процесу, в тому числі ресурсами інших підрозділів. Він визначає точки контролю й отримує інформацію про перебіг виконання бізнес-процесу. Власник регламентує коригувальні та запобіжні дії в разі відхилень від нормального перебігу виконання бізнес-процесу [60-63].

Недоліком цього підходу є подвійне підпорядкування виконавців наскрізного бізнес-процесу, а перевагою – розподіл повноважень між

власником і куратором у разі нормального виконання процесу й під час виникнення проблем.

Управління наскрізними бізнес-процесами через їх регламенти передбачає розподіл повноважень між власником і вищим керівництвом підприємства незалежно від перебігу виконання бізнес-процесів як у попередньому випадку, а впродовж певного часу, залежно від стадії життєвого циклу процесу [64-66].

Відповідно до цього підходу, при створенні або проведенні реінжинірингу наскрізного бізнес-процесу створюється робоча група з експертів у цій галузі, виконавців процесу, консультантів з інших організацій. Група підпорядковується вищому керівництву підприємства. Завдання групи полягає у створенні ефективного бізнес-процесу, який буде описаний у відповідній документації.

Документація, зокрема, містить:

- регламент виконання бізнес-процесу;
- положення про підрозділи, що виконують бізнес-процес;
- технологічні карти;
- інструкції для виконавців.

Після побудови опису процесів визначають власника бізнес-процесу, який і здійснює оперативне управління.

Цей підхід дає змогу стандартизувати управління наскрізними процесами на підприємстві в цілому за рахунок того, що правила побудови й управління бізнес-процесами визначаються на рівні вищого керівництва.

Недолік підходу полягає в тому, що потреба в оперативній адаптації наскрізного бізнес-процесу до змін у зовнішньому середовищі (наприклад, незначна модифікація послідовності складання виробу) вимагає зміни регламенту. Уточнення регламенту вирішується на рівні вищого керівництва підприємства.

Результати проведеного аналізу підходів до управління наскрізними бізнес-процесами наведені в табл.1.1. Слід зазначити, що послідовність

розгляду наведених в табл.1.1 підходів до управління наскрізними бізнес-процесами відображає типову послідовність впровадження процесного підходу на підприємстві та відповідної регламентації бізнес-процесів.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз підходів до управління наскрізними бізнес-процесами

Підходи до управління наскрізними бізнес-процесами	Недоліки	Переваги
Інформаційний	Відсутні показники для оцінювання ефективності бізнес-процесу	Опис процесу загалом дає змогу організувати ефективну взаємодію виконавців з різних підрозділів
На основі робочої групи	Дублювання ресурсів для реалізації як процесного, так і функціонального підходів до управління	Забезпечує еволюційний перехід від функціонального до процесного управління
Матричне управління	Можлива втрата контролю власника над процесом у разі нестачі ресурсів	Побудова гнучких процесів, що враховують зміни зовнішнього середовища на основі координації роботи керівників різних рівнів
Кураторство керівництвом підприємства	Поточне управління на практиці неформально передається керівникам нижчого рівня з обмеженими повноваженнями	Доступ до необхідних для процесу ресурсів на рівні вищого керівництва підприємства
Комбінований: управління власником з кураторством від вищого керівництва	Подвійне підпорядкування виконавців бізнес-процесу	Різні рівні управління перебігом виконання бізнес-процесу у разі нормальної реалізації і під час виникнення проблем
Управління через регламенти	Моделі процесів містять типові послідовності дій; їх коригування у разі зміни в зовнішньому середовищі вимагає втручання топ-менеджменту підприємства	Регламентація управління всіма наскрізними бізнес-процесами підприємства на рівні вищого керівництва

Останній у таблиці підхід, управління через регламентацію, є типовим для підприємства, у якому вже визначена процесна архітектура і є потреба у стандартизованих підходах до побудови та управління всією множиною бізнес-процесів.

Головна проблема останнього, регламентного підходу, полягає в необхідності побудови адекватної цільової процесної моделі. При проектуванні такої моделі «з чистого аркуша» лише на основі досвіду консультантів не завжди можна забезпечити заданий рівень ефективності діяльності підприємства. Тому на практиці зазвичай після першої ж реалізації БП виникає потреба в проведенні значного вдосконалення або реінжинірингу такого процесу.

Для зменшення витрат на вдосконалення моделі доцільно використовувати і адаптувати до умов конкретного підприємства наявні аналоги або прецеденти бізнес-процесів. Побудова і пошук таких аналогів, реалізовані в рамках прецедентного підходу, визначають процес вирішення нового завдання за допомогою повторного використання і адаптації рішень, раніше отриманих при вирішенні подібних завдань або проблем.

1.2 Аналіз особливостей прецедентів та їх застосування

Методологія використання прецедентів – Case-Based Reasoning (CBR) спрямована на вирішення невдало формалізованих завдань у різних проблемних сферах з використанням опису набутого досвіду, характерного для відповідної предметної області. Такий підхід певною мірою можна порівняти з патерн-проекуванням, яке вимагає менше обмежень до предметної області [67-71].

Відповідно до даної методології, прецедент – це структуроване представлення накопиченого досвіду у вигляді даних і знань, яке дозволяє в подальшому проводити його обробку з використанням інформаційної системи. Таки дані та знання у формальному вигляді, можливо, з деякою

адаптацією, використовуються для вирішення аналогічних поточних завдань.

Тому прецедент складається із двох складників:

- опис проблемної ситуації;
- опис розв'язання задачі для цієї проблемної ситуації.

Прецедент може містити в собі не лише позитивні, але й негативні рішення. Негативні рішення раніше не дали змоги вирішити задачу в конкретній проблемній ситуації. Прецеденти з негативними рішеннями використовують для того, щоб уникнути помилок при вирішенні поточних завдань.

1.2.1 Види прецедентів

У теперішній час виділяють такі види прецедентів за їх функціональним призначенням [72-76]:

- класифікаційні;
- діагностичні;
- прогнозування;
- конфігурації;
- планування.

Класифікаційні прецеденти призначені для вирішення завдань щодо класифікації об'єктів.

Діагностичні прецеденти містять опис процесу визначення проблеми.

Прогнозувальні прецеденти містять формалізований набутий досвід, пов'язаний із прогнозуванням процесів або явищ [77-81].

Прецеденти конфігурації містять досвід із відбору та налагодження елементів деякої системи за умови обмежень, заданих у формі опису проблемної ситуації.

Прецеденти планування містять опис завдання у вигляді послідовності (алгоритму) дій, які потрібно виконати для досягнення заданої мети. Наприклад, під час вирішення завдань процесного управління прецедент

планування повинен містити workflow-модель бізнес-процесу, яка відображає схему дій від отримання матеріалів і сировини до постачання продукції або надання послуг.

1.2.2 Порядок створення і застосування прецеденту

Під час моделювання прецедентів враховують два аспекти:

- порядок створення і застосування прецеденту;
- представлення знань у складі прецеденту.

У межах першого аспекту розглядаємо таку послідовність дій щодо створення і використання прецеденту [82-85]:

- формулювання поточної проблеми щодо використання подібного до прецеденту представлення інформації та рівня деталізації;
- отримання з бази прецедентів найбільш подібного до поточної ситуації примірника;
- повторне використання отриманого прецеденту під час вирішення поточного завдання в межах заданої ситуації;
- адаптація отриманого рішення згідно з поточною проблемою;
- ревізія й збереження нового рішення у базі знань.

Послідовність використання прецеденту має такі особливості.

По-перше, формулювання проблеми зазвичай вимагає ітеративної трансформації її поточного опису до представлення, аналогічного представленню прецедентів.

По-друге, за умов отримання подібних прецедентів, використовують дві концепції [86-89]:

- на основі подібності атрибутів;
- на основі значущості атрибутів.

Згідно з першою концепцією, виконується попарне зіставлення атрибутів ситуації у складі прецеденту з поточною ситуацією. Результати оцінювання за кожним атрибутом отримують значення на інтервалі $[0,1]$, де

значення 1 свідчить про еквівалентність атрибутів. За поріг подібності атрибутів зазвичай приймають значення 0,5. Очевидно, що для кожного атрибута потрібно побудувати свою функцію оцінювання подібності. Результативну оцінку визначають за кількістю подібних атрибутів.

За умов використання другої концепції додатково враховують важливість атрибутів. Оцінювання подібності виконують на основі адитивної згортки оцінок подібності окремих атрибутів [90-93].

Під час оцінювання подібності використовують, зокрема, такі показники:

- вартісний, що враховує трансформації описаної в прецедентах проблеми в поточній ситуації;

- структурний, який обчислюється на основі подібності структури представлення знань (наприклад, через кількість кроків для перетворення однієї структури в іншу);

- інформаційний, що відображає подібність вхідної інформації в описі прецеденту і в поточній ситуації; така інформація, наприклад, може бути представлена у вигляді подібних зображень;

- динамічний, що враховує подібність процесів розв'язання задачі.

Наведений опис показників засвідчує, що перші три показники використовують для оцінювання подібності початкової ситуації, а четвертий дає змогу врахувати зміни в цій ситуації. Тобто в останньому випадку ми порівнюємо поточний процес розв'язування задачі (який почався, але не закінчився) й аналогічний процес у складі прецеденту.

Варто зауважити, що за умови застосування цього показника для того, щоб відібрати прецеденти бізнес-процесів, з'являється можливість розв'язати задачу щодо прогнозування поведінки наскрізних бізнес-процесів шляхом аналізу послідовності дій в прецеденті бізнес-процесу. Це дає змогу використовувати прецедентний підхід у процесному управлінні.

По-третє, під час використання отриманих з бази знань прецедентів у більшості випадків необхідна їх попередня адаптація через відмінності у формулюванні проблеми, а також у представленні процесу її вирішення.

По-четверте, під час адаптації прецедентів у CBR-системах формують відповідні правила. Такі правила встановлюють порядок модифікації опису проблеми та розв'язання задачі [94-96].

Правила модифікації опису проблеми призначені для обчислення невідомих значень атрибутів поточної проблеми на основі відомих значень атрибутів прецеденту. Ці правила також дають змогу вводити нові атрибути, які використовують у процесі розв'язання задачі у складі прецеденту, але відсутні у складі опису поточної проблеми.

Фактично ці правила формують метазнання для адаптації підмножини схожих прецедентів.

Приклад такого правила, яке зіставляє розмір і вагу об'єкта:

$pr1: IF \text{ size} = \text{xinpr1} \text{ TNEN weigh} = \text{yinpr1}.$

Правила адаптації розв'язань використовують під час вибору одного розв'язання з підмножини відібраних прецедентів, під час адаптації розв'язання для одного об'єкта, множини об'єктів тощо.

По-п'яте, ревізію розв'язання виконують за результатами аналізу наслідків застосування прецеденту. Водночас враховують два аспекти: безпосередньо результати розв'язання задачі з допомогою прецеденту і послідовність дій з розв'язання задачі. В останньому випадку послідовність дій, що записана в прецеденті, може бути зіставлена з фактично виконаною послідовністю. За результатами порівняння CBR-система може вдосконалити прецедентний процес розв'язання задачі [97,98].

1.2.3 Представлення знань у складі прецеденту

CBR-система містить знання у декларативній і процедурній формах. У межах таких систем зазвичай виділяють чотири групи знань: словник,

знання про наближеність прецедентів; прецеденти, знання про адаптацію прецедентів. Їхні характерні особливості наведені в табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Елементи представлення знань у CBR-системах

Елемент	Призначення	Форма представлення
Словник	Знання про опис елементів прецеденту	Структуровані терміни для опису предметної області
Знання про наближеність прецедентів	Залежності для визначення аналогічних прецедентів	Залежності між статичними і динамічними властивостями прецеденту
Прецеденти	Знання про проблему та її вирішення	Опис початкової ситуації та процесу розв'язання задачі, використовуються: правила; обмеження; опис пов'язаних об'єктів
Знання про адаптацію прецедентів	Залежності для модифікації прецеденту за результатами його використання	Правила модифікації опису проблеми, а також процесу розв'язування

Словник містить знання про те, як можна наочно описати елементи прецеденту. Тобто до словника належить багато термінів, що характеризують відповідну предметну область. Ці терміни можуть бути структуровані, наприклад через онтологію. Зміст словника не залежить від виду опису прецеденту [99-101].

Наприклад, словник предметної області процесного управління повинен містити ролі виконавців, допустимі назви дій процесу, види ресурсів тощо.

Слід зауважити, що опис відповідних атрибутів одних і тих самих об'єктів для прецеденту і поточної ситуації може бути заданий різними

термінами. Тому в цьому випадку словник є основою для правил адаптації опису предметної області.

Знання про наближеність містять усі залежності, що дають змогу визначити аналогічні прецеденти. Ці залежності можуть відображати статичні й динамічні характеристики прецеденту. У першому випадку порівнюється опис початкової ситуації, а в другому – процес розв’язання задачі.

Форма представлення прецедентів у цілому залежить від особливостей предметної області [102].

Однак доцільно виділити такі варіанти представлення знань про прецедент:

- безпосереднє представлення з використанням прийнятної для цієї предметної області мови;

- представлення у веб-стилі, через посилання на опис об’єктів.

При безпосередньому представленні зазвичай використовують правила й обмеження. Характерна відмінність між ними: правила використовують різні множини змінних для опису проблеми і рішення, а в обмеженнях застосовують одну й ту ж множину [103-109].

Знання про адаптацію містять правила модифікації опису проблеми, а також процесу розв’язання.

Прецеденти у базі знань можуть бути структуровані за різними схемами:

- на основі врахування їх атрибутів;

- у межах об’єктної моделі;

- у вигляді графа (дерева);

- через таксономії;

- на основі множин.

У першому випадку база знань являє собою послідовність прецедентів, упорядкованих за зваженими значеннями своїх атрибутів.

У інших випадках між атрибутами прецедентів встановлюються зв'язки згідно з обраною математичною моделлю.

1.3 Аналіз можливостей технології Process Mining побудови моделей виконуваних бізнес-процесів, які виконуються

Головною метою технології Process Mining є побудова формальних моделей примірників бізнес-процесів по протоколах роботи інформаційної системи, яка накопичує значний обсяг даних про виконувани реальні процеси підприємства [110-112]. Реалізації цієї цілі здійснюється у вигляді такої послідовності:

- за даними про виконуваний бізнес-процес, зафіксованими в протоколах інформаційної системи у вигляді логу подій, здійснюється побудова моделі з поточною діяльністю;

- перевірка відповідності реальної моделі примірника процесу і аналога;

- поліпшення і розширення моделі поточного бізнес-процесу.

Джерелом даних для реалізації технології Process Mining є якісний протокол роботи інформаційної системи, що містить достатню і актуальну інформацію про реальний бізнес-процес. Тому до змісту протоколу ставляться такі вимоги:

- події, зафіксовані в протоколі, ідентифікуються з конкретними екземплярами процесів;

- події ранжуються за часом їх виконання;

- різнотипні події повинні бути помітні.

Крім того, для кожної події повинна бути відображена наступна інформація: користувач ініціює подію, опис дії, крок процесу, час запису процесу. На підставі такої інформації може бути побудована відповідна модель поточного бізнес-процесу, що дозволяє формалізувати процеси і виконати їх автоматизацію з використанням інформаційної системи

управління підприємством (ІСУП). При цьому опис потоку робіт проводиться системним аналітиком, який не тільки добре його знає, але і зможе його формалізувати. Отже, виникає проблема не тільки в складності розробки моделі потоку робіт, але й її неактуальність, що вимагає її порівняння з логом подій для визначення відхилень [113-118]. Крім того, існує велика різноманітність схем потоків робіт, які мають певні типи елементів: послідовності, паралелізм, вибір, цикли, невидимі і дубльовані завдання. Існуючі алгоритми Process Mining не в повній мірі обробляють різні конструкції таких схем, виходячи з їх можливостей, а також через наявність в протоколах шуму, який з'являється при некоректно зафіксованих подіях або у кризових ситуаціях, що ускладнює аналіз протоколу.

З існуючих алгоритмів інтелектуального аналізу даних одним з основних є Марківський алгоритм, заснований на теорії Марківських дискретних випадкових процесів, який дозволяє отримати імовірнісні послідовності подій, які потім алгоритмічно перетворюються в стани і переходи між станами, що дає можливість побудувати граф станів процесу у вигляді детермінованого автомата.

Для реалізації даного алгоритму формуються таблиці ймовірностей для послідовностей подій, в які вноситься кількість однакових послідовностей, які з'являються в потоці подій. Потім ті послідовності, у яких ймовірність і число появ менше заданого порогу, відсікаються, а решта використовуються для отримання кінцевого автомата.

Перевагою даного алгоритму є те, що він спрямований на витяг повної моделі процесу, а завдяки ймовірнісній його природі, такі алгоритми стійкі до шумів.

Недоліками цього алгоритму є:

– неможливість отримання цілісної моделі, що має початкову й кінцеву задачі; проте це не є суттєвим обмеженням, оскільки завжди можна попередньо додати штучні початкову й кінцеву задачі на початок і в кінці кожного примірника процесу;

– алгоритм не виконує жодних дубльованих задач і передбачає, що задачі можуть з'явитися тільки один раз в екземплярі процесу;

– для оброблення циклів необхідно знову маркувати крок процесу, перетворивши цикли на послідовності.

Для вилучення паралельних елементів процесів пропонується ідентифікувати елементи поділу і з'єднання потоків [113] з використанням таких статистичних метрик: ентропія, число типів подій, причина зв'язків, періодичність. Значення ентропії визначають співвідношення двох типів подій для встановлення прямого спадкоємця і попередника типу події. Число типів подій дає можливість встановлювати відмінність між елементами поділу та об'єднання. Використання причин зв'язку дозволяє визначати паралельні події а також тривалість циклів. Періодичність дозволяє ідентифікувати виникнення точок синхронізації.

Диз'юнктивні Workflow-схеми використовують, коли бізнес-процеси мають складну структуру, яку неможливо представити одним графом. В цьому випадку доцільно використовувати кластеризацію, що дозволяє розбивати досліджувану модель на складові частини. У моделі набір завдань і послідовність їх виконання представляється розміченим графом. При цьому опис процесу доповнюється відповідними локальними або узагальненими обмеженнями в залежності від особливостей предметної області, наприклад, виконання конкретного завдання повинно здійснюватися після виконання набору завдань. Послідовність реалізації даного методу полягає в отриманні з Workflow-логу первісної Workflow-схеми з подальшою покроковою її деталізацією у вигляді набору відповідних схем, що відбивають клас слідів, які відображають узагальнені обмеження. Тоді завдання полягає у виявленні такої диз'юнктивної Workflow-схеми, яка була б правильною, повною і близькою до ідеальної схемою, яка відображує реальний потік робіт. Рішення подібного класу задач відносяться до важко вирішуваних, оскільки необхідно знаходити компроміс між правильністю і можливістю отримання результату.

Застосування α -алгоритму, розробленого Ван дер Аалст та іншими [119-121], дозволяє визначити, з яким класом моделей може працювати даний алгоритм. В даний час існують кілька різновидів даного алгоритму, але процедура отримання моделі процесу зводиться до такої послідовності фаз:

- вилучення відносин проходження між подіями (abstraction);
- виділення повного набору відносин між подіями (induction);
- конструювання моделі (construction).

На першій фазі встановлюється відношення між подіями з логу подій («подія 1 слідує за подією 2», «подія 3 ніколи не може слідувати за подією 4»). На другій фазі визначаються інші, більш складні відносини з базових і створюються нові види подій (невидимі і ті, що дублюються), наприклад, виділяються події залежні або паралельні. На фазі конструювання модель процесу будується з використанням залежностей, отриманих на попередній фазі на основі додаткових евристичних правил.

Перевагою α -алгоритму є наступне: він працює, ґрунтуючись на бінарних відносинах в протоколі (наслідок, причина, паралельність і незв'язність), а також є єдиним алгоритмом Process Mining, для якого встановлено і доведено для якого класу моделей він може бути застосований.

Недоліком базового α -алгоритму є те, що він не дозволяє проводити обробку логу з шумом, що не дає можливість будувати модель процесу «as is».

Існують різні різновиди α -алгоритму, α +-алгоритми, tsinghua- α -algorithm; α ++-алгоритм; α #-алгоритми; α *-алгоритми, що відрізняються сферою застосування.

Проблема управління потоком робіт з використанням моделей, побудованих за допомогою застосування алгоритмів Process Mining, насамперед, пов'язана з тим, що в евристичних алгоритмах вводиться допущення про відповідність однієї унікальної події одній вершині на моделі, що призводить до об'єднання в одну вершину подій, які мають однакові імена та відображають всіх попередників і нащадків.

Виявити дублюючі завдання дозволяють генетичні алгоритми. В основі цих алгоритмів закладений процес еволюції, аналогічно живій природі. На відміну від розглянутих раніше алгоритмів, дані алгоритми генерують набір рішень, що задовольняють деякому заданому критерію придатності.

Реалізація генетичного алгоритму здійснюється у вигляді такої послідовності: читання журналу подій; побудова початкової популяції особин (наприклад модель процесу); підрахунок властивості придатності по кожній сутності з популяції; прийняття рішення про зупинку алгоритму і висновку кращої по набору властивостей сутності, як результату алгоритму; генерація нової популяції. Еволюція популяції здійснюється вибором найкращих особин і створення нових особин використовуючи оператор перетину (перестановка дуг, переходів і місць у двох взятих примірників) і оператор мутації (випадкова модифікація особин у вигляді додавання дуг, переходів і місць).

Перевагою генетичних алгоритмів є те, що вони підтримують більшість workflow-конструкцій, а також стійкі до шуму. Недоліком такого алгоритму є те, що його виконання на великих обсягах даних вимагає значних часових витрат при визначенні відсотка правильно завершених слідів в лозі, як і у будь-якого еволюційного підходу [122].

При аналізі логу подій бізнес-процесів, як правило, отримані моделі є спагетті-подібними (spaghetti-like) моделями, для яких бажано застосовувати Fuzzy miner алгоритм, що дозволяє виявляти значущі і незначущі події. Для цього в інтерактивному режимі визначаються показники значущості (significance) і кореляції (correlation), з використанням яких здійснюється спрощення моделі аналізованого бізнес-процесу за допомогою видалення менш важливих подій (або приховування їх в кластери). Таким чином, отриману нечітку модель можна використовувати для анімації логу подій при імітації поведінки процесу з використанням інструментів Disco і ProM Framework [123-124.]. ProM Framework містить набір програмних засобів, які підтримують реалізацію основних завдань Process Mining з побудови

моделей і аналізу логів-файлів. В даний час ProM Framework містить понад 200 вбудованих модулів, кожен з яких реалізує специфічну задачу, для чого використовується єдиний MXML-формат організації лог-файлів з автоматичним підключенням модулів. Наявність цих функцій, а також зручний MXML-формат характеризує ProM Framework як ефективну платформу для розробки і тестування різних алгоритмів Process Mining. Недоліком ProM є обмежена документація по використанню модулів, що значно ускладнює їх використання.

1.4 Аналіз існуючих систем управління бізнес-процесами підприємства

Виробнича діяльність будь-якого підприємства складається з великої кількості бізнес-процесів, що повторюються, кожен з яких являє собою послідовність дій і рішень, спрямованих на досягнення певної локальної цілі.

Водночас ефективність діяльності підприємства, в першу чергу, визначається ефективністю управління наскрізними бізнес-процесами, яке підтримується відповідною інформаційною системою управління виробництвом та інформаційними технологіями. При їх моделюванні використовуються структурний аналіз систем та IDEF-технології [125,126].

Інформаційні системи, перш за все, призначені для підтримки процесів автоматизації і управління підприємствами з різним типом виробництва, що враховують своєю функціональністю як специфіку продукції, що випускається, так і організацію виробничого процесу.

Сьогодні пропонують як невеликі програми, які дають змогу вирішувати локальні завдання, так і складні програмні комплекси, системи, що уможливають вирішення завдання управління підприємством.

Одним з напрямків автоматизації виробництва є автоматизація управління матеріальними ресурсами з мінімізацією складських витрат по всьому виробничому циклу в залежності від плану випуску продукції з урахуванням конкретних термінів. Для вирішення цієї проблеми

використовується методологія MRP (Materials Resource Planning) – планування матеріальних ресурсів [127].

Основна мета цієї методології полягає в мінімізації витрат при плануванні та управлінні складськими запасами по всьому виробничому циклу випуску продукції з урахуванням її специфікації і плану випуску. На підставі цього здійснюється розрахунок необхідної кількості матеріалів з прив'язкою до відповідних термінів [128,129]. Однак при цьому не враховуються необхідне виробниче обладнання, комплектуючі, матеріали, трудові ресурси. Ці проблеми вирішуються в MRP II (Manufacturing Resource Planning - планування виробничих ресурсів) [130-132].

Основне призначення методології MRP II направлено на розробку систем управління ресурсами підприємства. MRP II являє собою комплекс принципів, моделей, методів вирішення множини завдань контролю і управління, що забезпечують поліпшення показників економічної діяльності всього підприємства у взаємозв'язку функцій маркетингу, виробництва при складанні виробничого плану, планування продажів, потреб в матеріальних ресурсах і устаткуванні, а також оперативному управлінні виробництвом. У методології MRP II закладений ієрархічний принцип розробки відповідних планів, при якому план формується на верхньому рівні, визначає основні показники діяльності підприємства та є вихідним для відповідних планів нижчого рівня.

Розвитком стандарту MRP II є методологія ERP (Enterprise Resource Planning) - планування ресурсів підприємства, що фактично є його модифікацією. Інформаційні системи управління виробництвом, розроблені з використанням цього стандарту, мають більш розширену функціональність, яка включає: прогнозування попиту на продукцію, управління витратами, фінансами, кадрами, ведення інформації про склад продукції та технологічні маршрути, управління проектами та програмами [133-136]. У «Словнику APICS» Американської Асоціації Контролю над виробництвом та матеріально-виробничими запасами функціональність таких систем

визначається як планування виробництва випуску продукції, всіх видів ресурсів, їх транспортування і складування, а також ведення всіх видів звітності Інформація про APICS міститься в [137-139].

У той же час ERP-системи розглядаються у вигляді інтегрованих систем управління з використанням інформаційних технологій, які підтримують функції не тільки планування необхідних ресурсів, а й управління виробничим процесом в цілому.

Застосування даного стандарту при розробці або виборі різних за призначенням інформаційних систем також розглядається в [140].

Багато ERP-систем інтегруються з CAD-системами (Computer Aided Design) і CAM-системами (Computer Aided Manufacturing) системами, системами управління технологічними процесами, CRM-системами (Customer Relationship Management) системами, підтримують функції взаємодії з клієнтами, що забезпечує інтегроване управління бізнес-процесами, починаючи з формування замовлення на товари або послуги до їх доставки споживачам [141-143]. Ефективність впровадження таких систем залежить не тільки від масштабності підприємства, але й від його спеціалізації, наявності IT-фахівців та інших чинників.

Особливе місце серед ERP-систем займають CRM-системи, розроблені на клієнт-орієнтованому підході, основні їх функції реалізують підтримку ефективного обслуговування клієнтів [144].

Основним завданням таких систем є підвищення продажів і задоволеності клієнтів. Перевагою CRM-систем є передбачуваність і керованість таких відносин. Крім того, впровадження CRM-систем сприяє не тільки підвищенню конкурентоспроможності підприємства, а й залученню нових клієнтів. В CRM-системах виділяють наступні функції: формування і збереження цілісності бази даних про клієнтів, підтримка завдань проведення маркетингу, моніторингу та управління рівнем обслуговування клієнтів, аналізу роботи відповідних служб підприємства щодо взаємодії з клієнтами, формування звітності.

Представниками CRM-систем є: WinPeak CRM, Terrasoft CRM, Monitor CRM.

WinPeak CRM-система реалізує функції інформаційної підтримки взаємодії з клієнтами для їх оперативного інформування та аналізу їх потреб, з метою підвищення кількості продаваного конкурентного товару, а отже підвищення прибутку підприємства.

За допомогою цієї системи здійснюється динамічне відстеження попиту клієнтів, що допомагає підприємству ефективно виявляти сегменти ринку для своєї продукції, здійснювати його реорганізацію, випускати тільки ті товари або надавати послуги, які мають свого споживача.

Terrasoft CRM-система орієнтована на комплексне управління взаємовідносинами підприємства з клієнтами. Вона охоплює всі сфери управління взаємовідносинами з клієнтами в рамках реалізації множини бізнес-процесів підприємства, включаючи завдання з формування і виконання замовлення; поліпшення рівня взаємозв'язку з партнерами і постачальниками; збільшення кількості клієнтів і управління взаємовідносинами з ними; аналіз роботи підприємства; планування термінів виконання робіт тощо.

Monitor CRM-система призначена для визначення специфіки та підтримки взаємодії з клієнтами в розрізі всіх організаційних аспектів, тобто обслуговування, продажу, реклами тощо.

У цій системі реалізуються такі стандартні функції, які відносяться до систем класу CRM: створення і ведення інформаційного простору для підтримки множини функціональних завдань, пов'язаних з управлінням підприємством і взаємодією з клієнтами. Функціональність Monitor CRM розширена включенням підсистеми маркетингового аналізу, що дозволяє збирати й аналізувати дані про діяльність підприємства, зовнішні фактори, які є основою для стратегічного планування його діяльності.

Прикладом такого класу систем є автоматизована система «PrintEffect», що дозволяє здійснювати управління малими та середніми поліграфічними

підприємствами з типовими бізнес-процесами. Ця система на базі клієнт-серверної архітектури здійснює управління одночасною роботою до 15 робочих місць [145].

Функціональність такої системи забезпечує виконання відповідних функцій, пов'язаних з оформленням і виконанням замовлень; управлінням виробництвом, складами і базою даних клієнтів.

Недоліками цієї системи є: невелика кількість користувачів і слабка підтримка процесів формування номенклатури продукції, що випускається з урахуванням характеристик виробництва конкретного підприємства.

До цього класу належить система «Logicprint. Калькулятор 2», яка дозволяє здійснювати розробку технологічних карт виготовлення продукції, розраховувати вартість і час виконання замовлення. Основне призначення цієї системи полягає в автоматизації розрахунків і планування завантаження обладнання, що забезпечує планування і оперативний контроль виконання технологічних операцій по кожному замовленню [146].

Недоліками системи є вузька спеціалізація і обмежена кількість реалізованих функцій, в першу чергу, підтримки фінансового, бухгалтерського і складського обліку.

Для підвищення ефективності діяльності підприємства необхідно не тільки планувати і управляти виробництвом, а й враховувати ресурси, пов'язані з післяпродажним обслуговуванням товарів, внутрішньоцехових витрат. Ці завдання підтримуються концепцією CSRP (Customer synchronized resource planning) - планування ресурсів, пов'язаних з обслуговуванням клієнтів. Дана концепція була розроблена компанією SYMIX і широко використовується розробниками інформаційних систем, спрямованих на ефективну роботу зі споживачами [147-150].

Загальними недоліками такого класу систем є їх висока вартість, через що вони стають проблемними не тільки для маленьких, але і для середніх підприємств, складності їх інтегрування з іншими системами, відсутність ефективних інструментальних засобів формування номенклатури продукції,

що випускається, з урахуванням запитів споживачів і можливостей підприємств, а також необхідність навчання персоналу при їх впровадженні [151-156].

1.5 Висновки з результатів проведеного аналізу та постановка завдань дослідження

Проведений аналіз особливостей процесного управління дає змогу класифікувати властивості їх бізнес-процесів як об'єкта управління.

Ці властивості розподіляють на такі чотири категорії, які характеризують і сам процес, і середовище його виконання:

- цілі;
- послідовність дій (workflow);
- ресурси;
- оточення.

Ключовою для розгляду проблеми дослідження є категорія «оточення».

Сутність процесного управління полягає в побудові моделей бізнес-процесів підприємства та подальшому управлінні цим підприємством за допомогою управління виконанням всієї сукупності бізнес-процесів.

За умови традиційного підходу до управління ідентифікують і розглядають, насамперед, окремі процеси – адміністративні, сервісного обслуговування, виробництва, планування, управління якістю тощо, вибудовують ієрархію бізнес-процесів відповідно до організаційної структури підприємства і лише після цього розглядають взаємодію бізнес-процесів.

Особливість процесного управління діяльністю підприємства полягає в тому, що ця діяльність формалізується через перелік скоординованих, паралельно виконуваних процесів. Під час побудови моделі кожного процесу необхідно враховувати його взаємодію з іншими бізнес-процесами, що виконуються. Інакше кажучи, базовими складовими частинами зовнішнього

середовища, оточення для кожного виробничого процесу є інші виконувані бізнес-процеси.

Відмінність цього підходу визначається необхідністю забезпечити своєчасне виконання замовлень, які асинхронно надходять і які паралельно виконують. Тому необхідно, насамперед, розглядати не окремі процеси, а систему скоординованих і виконуваних процесів загалом.

Існує загальна множина операцій (дій, процедур процесу), які використовуються різними виробничими процесами і, можливо, в різній послідовності. Це означає, що кожен виробничий процес у цій сфері використовує підмножину із загального набору операцій залежно від типу оброблюваного об'єкта.

Аналогічно адаптують процеси планування, адміністративні, сервісного обслуговування. Залежно від виду оброблюваного об'єкта змінюється необхідний відбір показників якості продукції та процесу, а також послідовність процедур процесів управління якістю.

Для реалізації ідентичних операцій у різних процесах використовують одне й те ж (або однотипне) обладнання. Тому для бізнес-процесів характерні специфічні ресурсні обмеження: «вузькі місця» процесу не повністю залежать від його workflow-послідовності. Вони можуть виникати в різних місцях процесу залежно від поточних заявок і наявних ресурсних обмежень.

Інакше кажучи, апріорно, під час аналізу моделі лише одного процесу до його запуску дуже складно виявити операції, під час виконання яких виникне нестача виробничих потужностей. Вони будуть динамічно змінюватися, проявлятися у нових фрагментах бізнес-процесу під час його виконання залежно від поточного завантаження окремих одиниць обладнання та термінів виконання замовлень для одночасно виконуваних процесів.

Таким чином, оточення кожного виробничого процесу безпосередньо впливає на ефективність використання ресурсів і, отже, можливість досягнення цілей процесу.

Локальні цілі виробничих процесів можуть бути пов'язані з термінами постачання продукції споживачам та її якістю, зниженням витрат тощо. Однак в умовах конкуренції набір локальних цілей зазвичай зводиться до однієї глобальної – своєчасного постачання продукції за заданих обмежень на якість і витрати.

Зважаючи на наведене вище, можемо стверджувати, що ресурсні обмеження, які динамічно змінюються, безпосередньо впливають на досягнення глобальної цілі процесу, оскільки змінюють тривалість окремих його операцій. Тому в межах технології виробництва послідовність дій бізнес-процесу може бути частково змінена таким чином, щоб досягти цілі процесу з поточними обмеженнями на обладнання.

Отже, бізнес-процеси доцільно розглядати як процеси зі змінною тривалістю і змінною послідовністю операцій, що діють в оточенні таких самих процесів і конкурують з ними за ресурси під час виконання.

Нові процеси можуть бути запущені одночасно з виконуваними. Водночас послідовність операцій залежить від типу оброблюваного об'єкта, а кількість таких процесів на підприємстві обмежена можливістю наявного обладнання.

Розглянуті властивості бізнес-процесів виробництва ускладнюють застосування як аналітичних методів, так і методів імітаційного моделювання при плануванні сукупності бізнес-процесів.

Тому потрібні ефективні моделі і методи, що дають змогу практично в реальному часі оцінити можливість досягнення темпоральних цілей процесів за умов поповнення портфеля замовлень під час виконання вже наявних бізнес-процесів і, за результатами такої оцінки, прийняти нове замовлення (відмовитися від замовлення, змінити терміни замовлення тощо).

Таким чином, загальна проблематика процесного управління виробництвом пов'язана з невідповідністю між наявними підходами до управління бізнес-процесами та такими виявленими їх властивостями:

- змінна тривалість, що обумовлено зміною послідовності операцій процесу;
- функціонування ряду процесів з однотипними операціями;
- «вузькі місця», що динамічно змінюються, пов'язані з обмеженнями на обладнання.

Зазначена вище особливість бізнес-процесів – використання впорядкованих підмножин операцій із загального переліку можливих операцій виробництва залежно від типу продукції, яку випускають, – дає змогу підійти до вирішення цієї проблеми з погляду прецедентного підходу. Такий підхід оснований на використанні знань про процеси, що виконувалися на цьому ж (або однотипному) підприємстві.

Проведений аналіз використання методів Process Mining для розробки моделей бізнес-процесів дозволяє зробити висновок, що застосування даної технології дає можливість отримати прецеденти вирішення завдань процесного управління виробництвом. Однак отримані з використанням цих методів прецедентні workflow-моделі бізнес-процесів не враховують їх особливості: можливість включення нового бізнес-процесу, зміни тривалості бізнес-процесів і коригування пріоритету їх доступу до конкурентних ресурсів, при обмеженнях на терміни їх виконання відповідно до вимог клієнтів. Тому існуючі підходи не дозволяють оцінити можливість досягнення цілей процесу (своєчасного виконання процесу), а також виявити вузькі місця, що динамічно змінюються, при надходженні нових замовлень під час виконання існуючих бізнес-процесів.

Розробка і реалізація моделей прецедентів бізнес-процесів, перш за все, пов'язані з отриманням, передачею та обробкою необхідних даних про стан виробничих процесів підприємства, що неможливо здійснити без застосування ІС, за своїм функціоналом відповідних вимогам кінцевих користувачів. Проведений аналіз різних за призначенням (функціоналом) ІС, які дозволяють в тій чи іншій мірі вирішувати розглянуту задачу, показує, що для конкретного підприємства з його спеціалізацією процесу випуску

продукції необхідно вибрати і придбати таку ІС, яка забезпечувала б підвищення ефективності його роботи. Оскільки на ринку є великий набір різних ІС зі своїми перевагами і недоліками перед керівником стоїть завдання вибору і придбання ІС для конкретного підприємства, що вимагає розробки відповідного методу.

У зв'язку з цим метою дисертаційної роботи є вирішення актуальної науково-прикладної проблеми розробки концептуальних основ, моделей, методів та інформаційних технологій прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси, для підвищення ефективності процесного управління підприємством.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих підходів, моделей та методів управління наскрізними бізнес-процесами підприємства;
- розробити концепцію двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами;
- розробити категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-процесів підприємства;
- розробити логічну модель множини наскрізних бізнес-процесів;
- розробити узагальнену модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу;
- розробити узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу;
- розробити інтервальну модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту;
- розробити метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу;
- розробити метод виявлення інтервалів очікування ресурсів при виконанні наскрізного бізнес-процесу;
- розробити метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання;

– розробити метод прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами, що використовують спільні ресурси;

– розробити інформаційні технології побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів та прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси;

– розробити програмний засіб для реалізації розроблених прикладних інформаційних технологій та виконати апробацію й впровадження отриманих теоретичних результатів.

Список використаних в розділі джерел наведено у повному списку використаних джерел [1-156].

2 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРЕЦЕДЕНТІВ

2.1 Концепція організаційного двоконтурного процесного управління на основі прецедентного підходу

Сформульована в першому розділі проблема управління множиною нерегулярних наскрізних бізнес-процесів підприємства пов'язана з тим, що такі процеси не враховують організаційну структуру підприємства і тим самим не використовують існуючі ієрархічні підходи до розподілу ресурсів між підрозділами, що може призвести до конкуренції за ресурси між бізнес-процесами, відповідного зниження ефективності процесного управління і, як наслідок, несвоєчасного досягнення поточних цілей та отримання відповідних матеріальних збитків.

В той же час головна мета процесного підходу полягає в значному підвищенні ефективності управління підприємством за рахунок організації безпосередньої взаємодії між співробітниками підрозділів, що є виконавцями бізнес-процесів [10]. Така взаємодія між виконавцями бізнес-процесу в своїй основі визначається не лише апріорно відомою послідовністю дій бізнес-процесу, але й корпоративною культурою підприємства, правилами та обмеженням в роботі, безпосередня формалізація яких пов'язана зі значними труднощами [157]. Це визначає актуальність розробки концептуальних засад процесного управління з використанням прецедентів бізнес-процесів.

Розробка концептуальних засад управління наскрізними бізнес-процесами передбачає вирішення наступних задач:

– розробка концепції двоконтурного процесного управління, у відповідності до якої у першому контурі виконується управління окремими процесами за допомогою традиційних підходів, а у другому – управління множиною наскрізних бізнес-процесів з використанням прецедентів;

- уточнення процесної архітектури підприємства з урахуванням структурних та наскрізних бізнес-процесів;
- розвиток workflow – моделей наскрізних бізнес-процесів з використанням наявних ресурсів підприємства у якості обмежень на вибір поточної траєкторії виконання таких процесів;
- розвиток моделей категорій бізнес-процесів як елементів верхнього рівня процесної архітектури підприємства.

В даний час існуюча організація виробництва не враховує протиріччя між вертикально-орієнтованою лінійною організаційною структурою підприємства та горизонтальною організацією бізнес-процесів як послідовностей дій з отримання потрібного для споживача результату.

Для подолання вказаного протиріччя при впровадженні бізнес-процесів часто враховується їх зв'язок з функціональними підрозділами підприємства. Це дозволяє визначити входи і виходи процесу по межах відповідних підрозділів, з урахуванням їх регламентованих функцій, взаємодії процесів в рамках підприємства, а також належності власників процесів до підрозділів підприємства. В рамках даного підходу обов'язки власників процесів можуть бути поєднані з обов'язками керівників підрозділів.

Оскільки процеси «прив'язані» до функціональних підрозділів, в цьому випадку кожен працівник виконує дії над елементами процесу відповідно до своїх функціональних обов'язків. У той же час, зміна тих чи інших дій над процесами потребує коригування їх обов'язків, виходячи з нових цілей процесу. Такі цілі необхідно постійно коригувати для того, щоб реалізувати фази управління у вигляді планування, обліку, контролю, аналізу і регулювання.

Перевагою такого підходу є те, що він дозволяє сформулювати вимоги до процесів збору, передачі, обробки та видачі даних користувачам на їх запит, а також до інформаційного, програмного, математичного, технічного забезпечуючого комплексу інформаційної системи управління підприємством, з урахуванням задокументованих функціональних обов'язків

виконавців. Це забезпечує підтримку процесів виконання і безперервного поліпшення бізнес-процесів в рамках процесного управління.

Однак при реалізації такого обмеженого підходу до процесного управління менеджмент підприємства враховує традиційну структуру зв'язків між підрозділами, і тому підприємство не розглядається як система процесів, що взаємодіють. Вказаний недолік не дозволяє радикально підвищити ефективність управління внаслідок виникнення матричного управління, як це було показано у розділі 1.

В той же час головною метою впровадження процесного підходу є досягнення значного підвищення ефективності за рахунок організації ефективної взаємодії між співробітниками підрозділів, що є виконавцями бізнес-процесів.

Для реалізації ключових переваг процесного управління використовуються, як зазначалось раніше, наскрізні бізнес-процеси. При проектуванні наскрізних бізнес-процесів організаційна структура підприємства не враховується, вони «пронизують» підрозділи, інтегруючи їх діяльність. Відповідальність за процес несе власник, який використовує інформацію про процеси, персонал, інфраструктурі, обладнанні, технології і т.п. Тому зв'язок між підрозділами при побудові таких процесів трансформується в зв'язок між наскрізними бізнес-процесами.

Таким чином, при управлінні наскрізними бізнес-процесами потрібно враховувати як особливості управління окремими процесами, так і особливості взаємодії між ними, що і вказує на необхідність реалізації двоконтурного процесного управління [158].

Запропонована концепція процесного управління базується на наступних принципах:

- підтримка управління наскрізними виробничими процесами за рахунок безпосередньої взаємодії виконавців із різних структурних підрозділів.

- відповідності до даного принципу, функціональна структура

підприємства, що базується на організаційній структурі, повинна бути спрямована на управління наскрізними процесами за допомогою встановлення відповідних горизонтальних і вертикальних зв'язків між підрозділами.

– розробка математичної моделі для кожного наскрізного процесу у вигляді послідовності процедур і дій, які виконуються конкретними підрозділами і виконавцями. Створення такої процесної моделі у вигляді сукупності пов'язаних у часі дій або послідовностей дій дає можливість власнику процесу коригувати дії з урахуванням одержуваних вхідних і вихідних параметрів для отримання продукту, що задовольняє встановленим вимогам.

– організація динамічних виробничих процесів, що передбачає можливість їх тимчасового припинення та відновлення за результатами моніторингу ходу виконання процесу, а також реагування на внутрішні і зовнішні зміни за допомогою реалізації функцій планування, обліку, контролю і регулювання.

– залучення власників процесу, персоналу в процес постійного підвищення якості продукту, відповідальності за його виконання, що вимагає реалізації от власників процесу задоволення внутрішніх потреб (умови праці, технології, обладнання, логічне забезпечення виробництва і т. п.).

2.1.1 Задачі двоконтурного управління множиною наскрізних бізнес-процесів

Загальну схему, що відображує особливості двоконтурного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, представлено на рис. 2.1.

У відповідності до запропонованої концепції, внутрішній контур призначений для управління окремими наскрізними бізнес-процесами. Управління виконується традиційно для процесного підходу, за відхиленням показників бізнес-процесу. В залежності від величини відхилень показників

процесу виконуються управляючі дії, що забезпечують коригування або попередження відхилень.



Рисунок 2.1 – Схема двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами

Контур прецедентного управління множиною бізнес-процесів реалізує управління множиною взаємодіючих бізнес-процесів, що передбачає вибір та запуск на виконання кожного бізнес-процесу з урахуванням обмежень по наявних ресурсах. Такі обмеження визначаються як наявними ресурсами підприємства, так і множиною ресурсів, що в поточний час використовуються бізнес-процесами. Особливість даного контуру пов'язана з використанням прецедентів у якості цільової моделі для запусчених бізнес-процесів.

Як було показано в розділі 1, побудова адекватної моделі бізнес-процесу «з чистого аркуша» потребує реалізації декількох циклів «пере/проектування» – «впровадження» – «виконання» – «оцінка». За результатами кожного циклу початкова модель процесу уточняється або перепроєктується. Необхідність застосування прецедентів при управлінні бізнес-процесами пояснюється складністю отримання їх адекватних математичних моделей класичними методами через особливості предметної області.

В той же час використання прецедентів-аналогів бізнес-процесів дає можливість тиражувати практично перевірений досвід процесного управління, скоротивши тим самим кількість циклів перепроєктування бізнес-процесів. Особливо актуальним такий підхід є при впровадженні нових наскрізних бізнес-процесів, оскільки вони не враховують організаційну структуру і, відповідно, досвід функціонального управління співробітників.

Реалізація двоконтурного прецедентного управління у відповідності до запропонованої концепції передбачає вирішення наступних задач (рис.2.2):

- формування множини прецедентів для нового бізнес-процесу на основі аналізу даних про поведінку аналогічних бізнес-процесів;
- запуск управління новим бізнес-процесом з використанням прецеденту як моделі процесу;
- управління новим бізнес-процесом з використанням прецеденту.

Перша задача є підготовчою та забезпечує можливість організації прецедентного управління. Дана задача доповнює наведений в попередньому розділі порядок створення і застосування прецеденту.

В якості вхідних даних задачі задається опис ситуації та опис поведінки бізнес-процесів. Опис ситуації задає ту задачу, яку повинен виконати бізнес-процес.



Рисунок 2.2 – Задачі двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами

Опис ситуації дозволяє відібрати варіанти поведінки існуючих процесів, що забезпечують вирішення задачі. Варіанти поведінки бізнес-процесів представляються у вигляді множини послідовності подій, що відображують послідовність дій наскрізного бізнес-процесу.

Кожній реалізації бізнес-процесу відповідає своя послідовність подій. На основі об'єднання послідовностей для всіх відомих реалізацій бізнес-процесу можна отримати прецедент для такого процесу.

Множина послідовностей подій формується інформаційною управляючою системою у лозі (журналі реєстрації подій) бізнес-процесу.

Побудова моделей бізнес-процесів на основі аналізу логів звичайно виконується методами Process Mining (інтелектуального аналізу процесів). Порівняння методів Process Mining наведено у розділі 1 даної роботи.

Слід відзначити, що при формуванні прецеденту може бути використана підмножина послідовностей подій логу. Фільтрація подій в даному випадку виконується у відповідності до функціональної підзадачі, рішення якої представлено відповідним прецедентом. Ознаками, що дозволяють визначити належність подій до функціональної задачі, є атрибути подій. В якості атрибутів в більшості випадків використовуються: назва операції процесу; виконавець; об'єкт, що використовується процесом; назва підрозділу організації, де виконується процес, тощо.

Тоді при вирішенні задачі побудови прецеденту бізнес-процесу на основі аналізу опису логу L потрібно знайти відображення підмножини подій логу, що відображають дії процесу із необхідними для виконання функціональної задачі ресурсами, на модель прецеденту процесу:

Дано :

$$Rs = \{r_{ij}\}, L = \{e_i\} \quad (2.1)$$

Знайти :

$$f : L^{Rs} \rightarrow Mp_k \mid \forall e_i \in L^{Rs} \exists r_{ij} \in Rs, L^{Rs} \subseteq L,$$

де Mp_k – модель прецеденту бізнес-процесу, що містить у собі умови, результат та процес вирішення функціональної задачі;

L – повний лог процесу, що містить у собі записи про всі відомі варіанти

його реалізації;

L^{Rs} – підмножини подій логу, що відображає роботу із заданою множиною ресурсів;

Rs – підмножина ресурсів, що потрібні для вирішення бізнес-процесом відповідної функціональної задачі;

r_{ij} – j -й ресурс, що використовується при виконанні i -ї дії бізнес-процесу;

e_i – i -та подія логу, що свідчить про виконання i -ї дії бізнес-процесу.

Друга задача – підготовки до запуску управління бізнес-процесом з використанням прецеденту – реалізується в контурі прецедентного управління та передбачає вирішення підзадач відбору аналога (прецеденту), перевірки наявних ресурсів, та включення відібраного бізнес-процесу до контуру управління наскрізними бізнес-процесами. Дана задача реалізує пункти 1-3 наведеного в першому розділі порядку створення і застосування прецеденту.

Сутність підзадачі відбору підходящого прецеденту наскрізного бізнес-процесу полягає в наступному. Потрібно знайти у множині прецедентів такий, який забезпечує вирішення заданої функціональної задачі при наявності множини вхідних умов, що характерні для поточного підприємства. Множина вхідних умов може бути виражена через наявність потрібних для виконання бізнес-процесу ресурсів в тому випадку, якщо під ресурсами розуміти не лише матеріали й обладнання, а й інфраструктуру, виконавців, множину допустимих дій бізнес-процесу, тощо. Тоді при вирішенні підзадачі відбору необхідно знайти прецедент, який можна представити у наступному вигляді:

Дано :

$$Mp, Rs_k, Z_k \mid \exists Rs_k$$

Знайти :

$$Mp_k \in Mp \mid \exists \tau : \exists Rs_k$$

(2.2)

де Mp – множина моделей прецедентів бізнес-процесів, що використовуються при управлінні підприємством;

Z_k – k -а функціональна задача, що вирішується виконанням бізнес-процесу;

Rs_k – ресурси, що потрібні для вирішення задачі Z_k ;

Mp_k – модель прецеденту бізнес-процесу, для вирішення задачі Z_k ;

τ – момент часу, коли є у наявності ресурси Rs_k .

Особливості, характеристики та метод вирішення підзадачі відбору прецедентів будуть розглянуті у наступному 3-у розділі роботи.

Перевірка ресурсів, що потрібні для виконання нового бізнес-процесу, виконується традиційно, з використанням засобів інформаційної системи управління підприємством.

Метод та технологію включення прецедентних моделей бізнес-процесів у контур традиційного процесного управління буде розглянуто у п'ятому розділі даної роботи.

Послідовність виконання розглянутих підзадач наведено на рис. 2.3.

Третя задача – управління наскрізним бізнес-процесом з використанням прецеденту є традиційною задачею управління за відхиленням. При реалізації даної задачі бізнес-процес виконується у відповідності до заданого в цільовій моделі бізнес-процесу алгоритму. При відхиленні (невідповідності параметрів моделі та процесу) виконуються необхідні управляючі дії.

У відповідності до запропонованої концепції, управління в даному контурі має наступні відмінності:

- прецедент використовується як цільова модель бізнес-процесу;
- поведінка кожного процесу фіксується у журналі реєстрації подій засобами інформаційної системи.

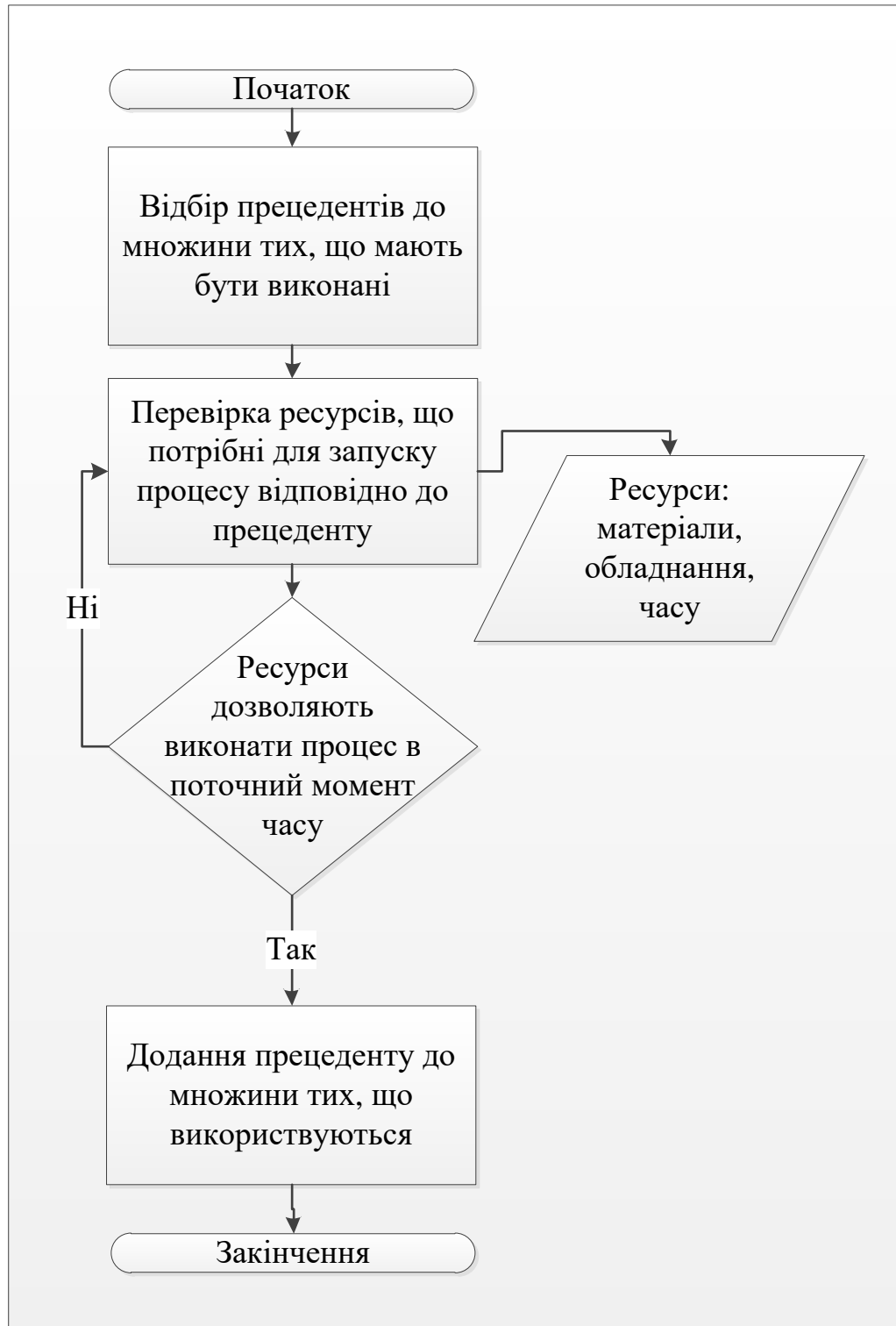


Рисунок 2.3 – Послідовність запуску управління новим бізнес-процесом з використанням прецеденту

Слід відзначити, що фіксація поведінки процесу в форматі логу

потрібна для доповнення існуючого прецеденту, як це було показано при розгляді задачі формування множини прецедентів.

2.1.2 Постановка задачі прецедентного управління

Об'єктом прецедентного управління у відповідності до запропонованої концепції є сукупність бізнес-процесів, причому цільова модель кожного з них представлена прецедентом.

Це означає, що для кожного наскрізного бізнес-процесу задано множину всіх відомих з практики послідовностей дій з вирішення відповідної функціональної задачі з урахуванням всіх відомих затримок в її обслуговуванні.

Особливість прецедентних моделей бізнес-процесів у другому контурі управління полягає в тому, що кожен наскрізний бізнес-процес характеризується послідовністю його реалізованих станів, а не параметрами продукції або послуг, вироблених цим процесом. Відома з досвіду множина послідовностей станів процесу обмежує можливі варіанти його подальшої поведінки, задаючи тим самим напрямок його виконання. Кожен дискретний стан процесу відповідає реалізації однієї з дій бізнес-процесу. Тоді подальше управління в кожен дискретний момент часу полягає у виборі такої послідовності станів (дій), яка забезпечувала б досягнення цільового стану процесу при заданих ресурсних обмеженнях.

Тому задача прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів вимагає оцінки не лише поточного стану кожного процесу, що виконується, а й їх подальших станів. Оцінка полягає у віднесенні поточного та майбутніх станів кожного бізнес-процесу до одного з апріорно заданих класів:

- стани, які не можуть бути використані при його подальшому виконанні;
- стани, які забезпечують досягнення цільового стану із затримками;

– стани, що забезпечують досягнення цільового стану без інтервалів затримки.

До першої групи належить така послідовність станів бізнес-процесу, яка не забезпечує досягнення цільового стану процесу. В рамках прецедентного підходу це означає, що на практиці ще не було таких послідовностей дій, які забезпечили б досягнення цільового стану із поточного стану процесу.

До другої групи належать стани, для яких в прецедентній моделі існують траєкторії досягнення результату бізнес-процесу. Однак на цих траєкторіях поруч з діями процесу існують інтервали затримки, пов'язані з очікуванням ресурсів [10].

Слід відзначити, що очікувані затримки з ресурсами можуть бути визначені двома способами:

- по відомих затримках у складі процесу вирішення задачі прецеденту;
- за результатами аналізу поточного стану ресурсів та прогнозування їх використання процесами, що виконуються.

Відмінності між вказаними способами полягають у наступному. Априорно відомі з прецеденту затримки вказують на «вузькі місця» підприємства з точки зору наявних ресурсів. Тобто, якщо потужності наявного обладнання якогось типу недостатньо, то затримки будуть при кожному використанні цього обладнання, незалежно від конкуренції бізнес-процесів за ресурси. Такі затримки задають загальні обмеження на виконання множини бізнес-процесів.

Затримки, що прогнозуються в результаті аналізу поточного стану використання ресурсів множиною процесів, виникають внаслідок конкуренції процесів за доступ до цих ресурсів. Такі затримки дозволяють сформулювати правила використання ресурсів і, відповідно, призупиняти чи знову запускати бізнес-процеси.

До третьої групи відносяться стани, в яких в моделі прецеденту існують шляхи досягнення цільового стану і не існує інтервалів затримки.

Остання група характеризує випадки, коли:

- процеси виконуються в нормальному режимі в рамках першого контуру, нові процеси не запускаються;
- при наявності готового до виконання процесу він може бути запущений в рамках другого контуру.

Таким чином, множина наскрізних бізнес-процесів при одночасному виконанні використовує ресурси підприємства без традиційних обмежень, які накладає його організаційна структура. Це призводить до виникнення не лише традиційних затримок внаслідок недостатнього об'єму окремих ресурсів, але й до додаткового очікування ресурсів внаслідок конкуренції за них між процесами. Результатом таких затримок може стати недотримання обмежень на час виконання процесів в цілому, що може призвести до зниження конкурентоздатності підприємства і значних матеріальних втрат.

Тому, можна зробити висновок про те, що **проблема прецедентного управління** множиною наскрізних бізнес-процесів пов'язана з розподілом між процесами часу використання ресурсів підприємства. Очевидно, що процеси використовують ресурси лише під час виконання.

Тому концепція прецедентного управління (у другому контурі) полягає у призупиненні або запуску (відновленні) роботи бізнес-процесів з тим, щоб ефективно розподілити ресурси між ними на основі формалізованого досвіду, представленого у формі прецедентів [159].

Таке формулювання концепції дозволяє визначити задачу прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами [160]. Її призначення полягає в зміні складу множини бізнес-процесів, які виконуються з метою мінімізації часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів, а також обмеження у вигляді апріорно відомого з прецедентів часу очікування доступу до ресурсів:

$$\min(\sum_i \tau_i^{wt}) \mid \forall p_i \tau_i \leq \tau_i^{\max}, \quad (2.3)$$

де τ_i^{wt} – сумарний час очікування ресурсів для наскрізного бізнес-процесу Bp_i ;

τ_i – загальний час виконання бізнес-процесу Bp_i ;

τ_i^{\max} – обмеження на час виконання бізнес-процесу Bp_i .

Час очікування для кожного бізнес-процесу визначається як сумарний час очікування доступу до ресурсів:

$$\tau_i^{wt} = \sum_k t_{k,i}^{Rs} | \forall Bp_i \exists t_{k,i}^{Rs} > 0, \quad (2.4)$$

де $t_{k,i}^{Rs}$ – час затримки при доступі до k -го ресурсу бізнес-процесом Bp_i у випадку недостатнього об'єму цього ресурсу.

Реалізація прецедентного управління у постановці (2.3) потребує подальшого розвитку не лише прецедентного підходу, але й методів Process Mining.

В загальному випадку модель прецеденту бізнес-процесу може бути отримана методами Process Mining, як це було показано у розділі 1. Однак традиційні методи Process Mining формують workflow-модель бізнес-процесу, приділяючи увагу, в першу чергу, послідовності дій і не розглядаючи доступ до ресурсів [121]. В той же час, послідовність доступу до ресурсів, як правило, зазначається в лозі, при фіксації послідовності подій, що відображають хід виконання кожного поточного екземпляру бізнес-процесу.

Узагальнена послідовність вирішення задачі у постановці (2.3) з використанням записаної в логах інформації про використані ресурси бізнес-процесу має наступний вигляд.

Вхідні дані:

– попередні апріорні дані: повна інформація про ресурси

підприємства;

- дані з логів поточних бізнес-процесів: послідовність дій процесу з часовими мітками; інформація про використані ресурси;

- прецеденти з інформацією про час виконання процесу та необхідні на кожному кроці (у кожному стані) ресурси.

Вирішення задачі прецедентного управління у постановці (1) передбачає послідовне виконання таких дій: визначення наявних ресурсів в поточний момент часу; обчислення затримок доступу до ресурсів при виконанні послідовності дій кожного наскрізного бізнес-процесу; прийняття рішень про зупинку або запуск окремих наскрізних бізнес-процесів з тим, щоб мінімізувати сумарний час очікування ресурсів множини наскрізних бізнес-процесів.

Запропонована концепція прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами дозволяє реалізувати наступні можливості:

- планування послідовності дій наскрізного бізнес-процесу в масштабах всього підприємства, що зменшує вплив керівників підрозділів на ефективність процесного управління;

- можливість підвищення ефективності діяльності підприємства на основі моделювання не лише окремих бізнес-процесів, а й взаємодії системи наскрізних процесів; незатребувані процеси можуть бути тимчасово відключені системою процесного управління;

- зменшення витрат часу на вертикальну взаємодію між виконавцями та їх керівництвом на рівні підрозділів внаслідок того, що власник процесу відповідає за його реалізацію у різних підрозділах.

Подальша деталізація запропонованої в даному підрозділі концепції потребує детального розгляду моделі наскрізного бізнес-процесу.

2.2 Узагальнення процесної архітектури підприємства з виділенням

структурних та наскрізних бізнес-процесів

Необхідною умовою реалізації розглянутої у підрозділі 2.1 концепції двоконтурного управління є побудова системи бізнес-процесів підприємства. Така система містить у собі моделі всіх взаємопов'язаних бізнес-процесів. Процесні моделі розділяють за функціональною та структурною ознаками.

При виділенні бізнес-процесів за функціональною ознакою розглядають життєвий цикл продукції або послуг підприємства та встановлюють види діяльності, які необхідні для реалізації такого життєвого циклу. На основі необхідних видів діяльності встановлюють категорії бізнес-процесів, що вирішують функціональні задачі підприємства – тобто задачі виробництва продукції, маркетингу, управління персоналом тощо.

Питання моделювання типових категорій бізнес-процесів розглядаються в підрозділі 2.3.1.

У відповідності до другої ознаки доцільно виділити такі види структур бізнес-процесу:

- аморфна, що відповідає недокументованим бізнес-процесам в системах колективної роботи;
- workflow-подібна, що апріорно задана на етапі проектування у відповідності до вимог, які визначаються організаційною структурою та/або технологіями, що використовуються в процесі виробництва товарів та надання послуг;
- гнучка структура, яка змінюється внаслідок дій співробітників; виконавці коригують апріорно відому послідовність виконання процесу у відповідності до своїх знань та досвіду з урахуванням поточного стану зовнішнього середовища бізнес-процесів.

Бізнес-процеси з апріорно заданою структурою можуть бути визначені з урахуванням меж підрозділів, в яких вони виконуються. Недоліки таких процесів були розглянуті в підрозділі 2.1. Однак, виділення бізнес-процесів по межах підрозділів має практичне значення для процесів, що виконуються

переважно в цих підрозділах. Наприклад, адміністративні та допоміжні процеси у більшості випадків є локалізованими, що і дозволяє обмежити їх відповідними відділами підприємства. Такі процеси у подальшому називатимемо структурними [126].

Наскрізними є бізнес-процеси з апріорно заданою структурою, при визначенні входів та виходів яких не розглядається організаційна структура підприємства.

Наскрізні бізнес-процеси доцільно розділити на локальні та глобальні.

Відмінності між структурними та локальними наскрізними бізнес-процесами з одного боку, а також глобальними наскрізними з іншого пов'язані з тим, що в них різні користувачі. Як було показано у розділі 1, користувачі бізнес-процесів розділяються на внутрішніх (співробітників того ж підприємства) та зовнішніх – з інших організацій.

Результати роботи процесу для внутрішніх користувачів відповідають, як правило, результатам роботи відповідного відділу або декількох (незначної кількості) підрозділів. Тому межі процесів з внутрішніми користувачами доцільно визначати по границях підрозділів. Це дозволяє спростити розподіл відповідальності між керівниками підрозділів та власниками процесів, оскільки ці обов'язки може виконувати одна й та ж персона.

Для глобальних наскрізних бізнес-процесів із зовнішніми користувачами межі підрозділів не враховуються, оскільки в даному випадку необхідно побудувати наскрізний ланцюжок дій, що виконуються співробітниками різних підрозділів. Такий ланцюжок дозволяє з максимальною ефективністю, без традиційних адміністративних завад, задовольнити потреби зовнішнього користувача.

При побудові таких процесів необхідно враховувати потреби у ресурсах, що належать відповідним цехам та відділам, а також конкуренція наскрізних бізнес-процесів при доступі до ресурсів. Побудові моделей таких процесів і присвячено даний підрозділ. В подальшому терміні «глобальні

наскрізні бізнес-процеси» та «наскрізні бізнес-процеси» розглядатимемо як синоніми.

Метою побудови системи бізнес-процесів підприємства є упорядкування її діяльності на рівні процесів. Формування ієрархії процесів з виділенням їх меж дає можливість визначити (та розділити в разі потреби) зони відповідальності керівників як власників бізнес-процесів. В результаті може бути організоване оперативне керівництво бізнес-процесами навіть у випадку недостатньо детального опису самих бізнес-процесів.

Досвід оперативного управління такими процесами дозволяє ітеративно уточнити та регламентувати їх виконання, а потім автоматизувати вказані бізнес-процеси. При удосконаленні бізнес-процесів існуючі їх моделі доцільно розглядати як прецеденти, оскільки вони містять опис вирішення задачі в минулому. Модифікація таких прецедентів може бути виконана шляхом порівняння їх цільової поведінки (відомої з моделі) та реальної поведінки, яка може бути отримана на основі аналіз журналів реєстрації подій.

Традиційно при побудові системи бізнес-процесів використовуються ряд підходів, що базуються на використанні організаційної структури, відмінностей продукції та послуг, компетенцій, створення цінностей, тощо [125]. Вибір підходу впливає на визначення входів та виходів процесів і, відповідно, на опис їх подальшої структури. Це потребує стисненого розгляду таких підходів.

При побудові процесної архітектури підприємства використовуються такі підходи: структурний; продуктовий; наскрізний; компонентний; на основі ланцюжка створення цінностей, а також їх комбінації [52,53]. В таблиці 2.1 наведено порівняльну характеристику цих підходів з точки зору реалізації запропонованої концепції управління наскрізними бізнес-процесами

Таблиця 2.1 – Методи побудови системи бізнес процесів підприємства

Метод	Особливості	Бізнес-процеси,	Особливості управління
Структурний	Процеси визначаються по межах структурних підрозділів	Локальні, на рівні підрозділів	Процеси будуються «під виконавців», що утруднює автоматизацію управління сукупністю бізнес-процесів
Продуктовий	Будуються процеси виробництва продукції та надання послуг з урахуванням технологій, що використовують на підприємстві	Переважають локальні, в окремих випадках наскрізні	Систему управління необхідно повністю перебудувати при зміні продукції/послуг
Наскрізний	«Пласка» схема наскрізних процесів (максимум 2-3 рівня ієрархії) без урахування організаційної структури	Наскрізні	Зв'язки між процесами у вигляді «блюда спагеті», що ускладнює автоматизацію управління бізнес-процесами
Компонентний	На основі компетенцій підприємства та рівнів управління створюється ієрархічна схема з груп ключових процесів	Наскрізні, локальні	Управління виконується на декількох рівнях у відповідності до рівня групи процесів у загальній ієрархії
На основі ланцюжка створення цінностей	Ієрархія процесів з більшою деталізацією на нижніх рівнях	Наскрізні процеси на нижньому рівні, локальні на верхніх рівнях	На верхніх рівнях дозволяє поєднувати процесне управління з існуючою організаційною структурою; на нижньому - автоматизоване управління наскрізними бізнес-процесами

Кожний з наведених в табл. 2.1 підходів направлений на побудову підмножини можливих рівнів процесної архітектури. Наведені в таблиці дані дозволяють зробити наступні висновки:

По-перше, повна системи бізнес-процесів підприємства повинна містити у собі як локальні, так і наскрізні бізнес-процеси.

По-друге, при управлінні локальними бізнес-процесами може бути використана існуюча організаційна структура. Склад локальних процесів на даному рівні є зрозумілим для співробітників. Виконання процесів в межах підрозділів (і відповідне підпорядкування) знижує психологічні бар'єри для виконавців при впровадженні процесного підходу до управління.

По-третє, ключовими процесами, автоматизація яких забезпечує підвищення ефективності діяльності підприємства в цілому, є наскрізні бізнес-процеси. Такі бізнес-процеси є процесами нижнього рівня процесної архітектури підприємства.

Узагальнену процесну архітектуру підприємства, що відповідає наведеним висновкам, представлено на рис. 2.4.

Дана архітектура передбачає виділення наступних рівнів опису бізнес-процесів:

– традиційних категорій процесів у відповідності до їх функціонального призначення (виробництво, маркетинг, транспортне обслуговування, сервіс, тощо);

– груп процесів в рамках визначених на першому рівні категорій з урахуванням зв'язків між цими групами;

– локальних бізнес-процесів – структурних та наскрізних, споживачами яких є співробітники підприємства; відмінність локальних наскрізних бізнес-процесів в даному випадку полягає в тому, що вони виконуються в декількох підрозділах підприємства;

– наскрізних бізнес-процесів, які інтегрують роботу декількох підрозділів та створюють цінності для зовнішнього споживача.

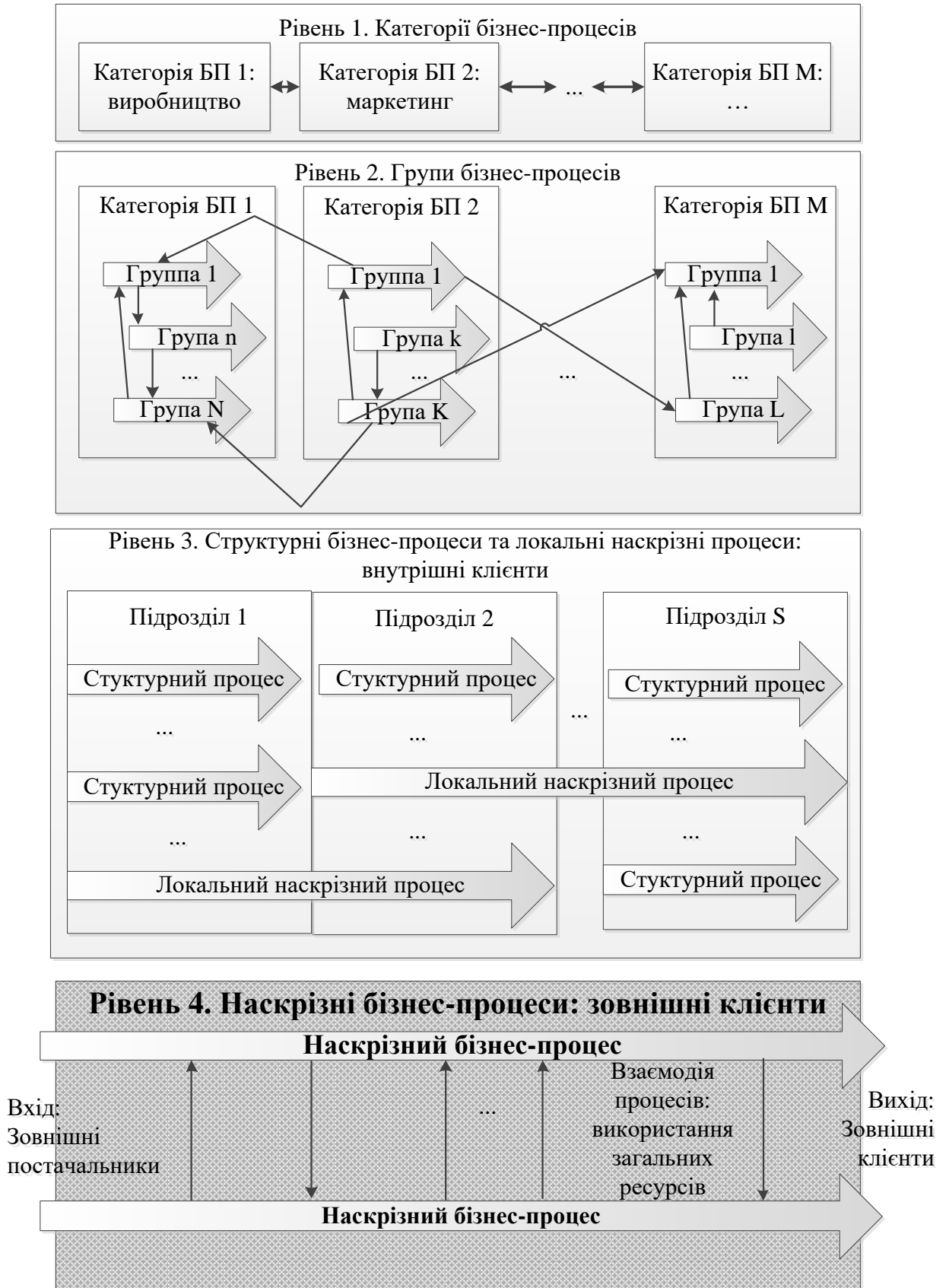


Рисунок 2.4 – Рівні узагальненої процесної архітектури підприємства

Відмінності структурних та наскрізних бізнес-процесів наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Відмінності структурних та наскрізних бізнес процесів

Вид бізнес-процесу	Межі бізнес-процесу	Користувачі
Структурний	По межах одного підрозділу	Внутрішні
Локальний наскрізний	По межах декількох підрозділів	Внутрішні
Наскрізний	По межах підприємства в цілому	Зовнішні

З представленої процесної архітектури видно, що наскрізні бізнес-процеси – це бізнес-процеси, що створюють цінності для зовнішнього користувача. Тобто вони є ключовими в діяльності підприємства.

Приклад розробки функціональної структури поліграфічного підприємства і виявлення переліку недоліків в життєвому циклі виконання замовлення, представлений в Додатку Б.

2.3 Розробка математичних моделей наскрізних бізнес-процесів

2.3.1 Розробка категорно-функторної моделі наскрізних типових бізнес-процесів підприємства

У наведеній на рис. 2.4 узагальненої процесної архітектури підприємства виділені рівні опису локальних, структурних (функціональних) і наскрізних бізнес-процесів. Особливістю наскрізних бізнес-процесів є те, що вони управляються ОПР з моменту укладення договору до відправки готової продукції замовнику. У процесі їх виконання, можуть з'являтися нові/ключові наскрізні бізнес-процеси, що створюють найбільшу цінність для зовнішнього клієнта і отже безпосередньо впливають на ефективність діяльності підприємства. Реалізація їх життєвого циклу здійснюється відповідною послідовністю виконання окремих бізнес-процесів. Деталізуємо наскрізний бізнес-процес у вигляді наступних процесів: формування цілі

випуску продукції G , виходячи з можливості отримання максимального прибутку підприємства; визначення оптимальної номенклатури продукції, що випускається, U за наявності сформованої цілі G , потреб ринку і можливостей підприємства; формування на основі обраної номенклатури U портфеля замовлень Z на випуск продукції; формування кадрового складу S , що бере участь в реалізації замовлень Z , як для підприємства в цілому, так і для його окремих підрозділів; розробка технологій виробництва H під сформований портфель замовлень Z ; визначення необхідного обладнання J для реалізації замовлень Z і розробленої технології H , організації виробництва випуску продукції V відповідно до замовлень Z ; визначення оцінки якості продукції Q , формування заходів M з досягнення необхідного рівня якості продукції. Ці завдання визначають життєвий цикл випуску продукції, структурну модель якого зображено на рис. 2.5.

Зазначені процеси взаємопов'язані, насамперед, послідовністю реалізації, наприклад, завдання щодо формування цілі та визначення номенклатури продукції не можуть бути вирішеними після завдань управління якістю.

Ефективне управління бізнес-процесами, насамперед, передбачає розробку їх математичних моделей, наприклад, моделей задач визначення номенклатури випуску періодичної та неперіодичної продукції в рамках формування портфеля замовлення випуску продукції, а також удосконалення моделей замовлень з урахуванням ринкових і внутрішніх факторів. Вирішення цих завдань представлено в роботах [161 -165].

Однак опис окремих бізнес-процесів не дозволяє вирішити проблему управління множиною наскрізних взаємопов'язаних процесів. Тому розробка математичної моделі наскрізного життєвого циклу процесу випуску продукції дозволить описати організацію процесу функціонування підприємства в цілому, починаючи з процесів маркетингових досліджень до управління якістю та збутом продукції, що дасть можливість оптимізувати процес якісного управління підприємством відповідно до сформульованих

завдань [166-167].

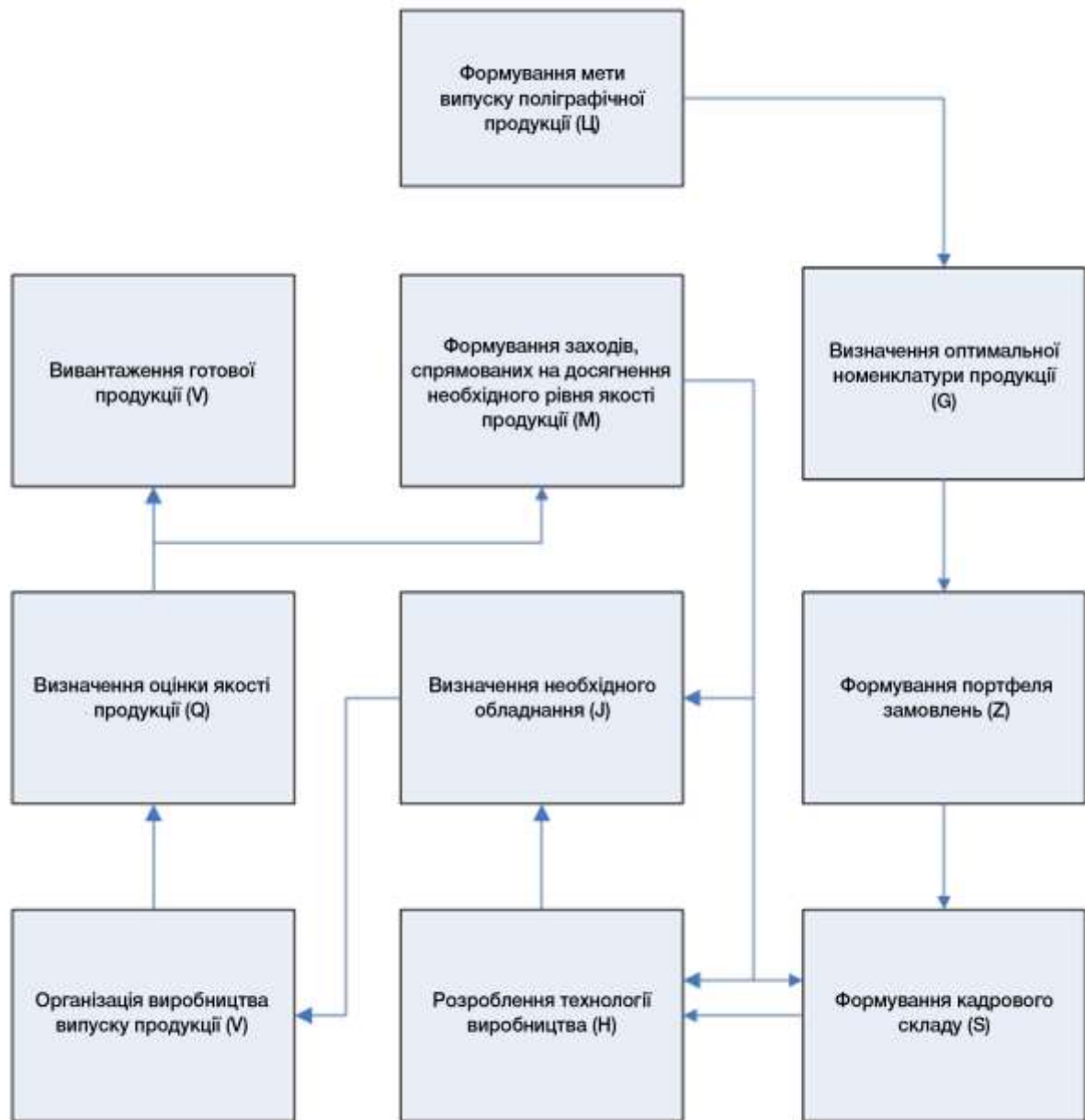


Рисунок 2.5 – Структурна модель типових процесів випуску продукції

Розробити комплекс високорівневих моделей наскрізних бізнес-процесів підприємства, що описують послідовність їх реалізації класичними математичними методами, через слабку формалізацію зв'язків між процесами, що виконуються окремими структурними підрозділами, розробка опису (моделі) процесів класичними методами пов'язана зі значними труднощами, тому використаємо для цих цілей теоретико-категорний апарат [168-172].

Поняття категорії припускає проектування об'єктів на певну сукупність «споріднених» з нею об'єктів, визначення внутрішньої структури досліджуваних об'єктів за властивостями проєкцій (відображень). У загальному вигляді поняття категорії можна представити як сукупність однозначних математичних структур (об'єктів) та відображень між цими структурами (морфізмів), у яких виконується низка додаткових умов (наприклад, функціональність між об'єктами). Об'єктами категорій можуть бути не лише фізичні процеси (виробничі, проектування тощо), але й математичні моделі. У використанні категорій є інваріантність способів опису різних об'єктів, а результати такого опису не залежать від засобів опису, об'єкти залишаються цілими, а відображення у морфізмах дають змогу порівнювати (співставляти) об'єкти й знаходити в них подібні (ізоморфні) елементи (морфізми мають бути функціональними). Категорію можна вважати визначеною якщо задано клас об'єктів, поданих як структуровані множини, та морфізмів між ними.

У загальному вигляді модель категорії L подається як об'єкти (процеси, завдання, функції) ObL та морфізми $MorL$, що описують зв'язки між спорідненими об'єктами у такому вигляді:

$$L = \langle ObL, MorL \rangle. \quad (2,5)$$

Щоб отримати категорно-функторні моделі життєвого циклу випуску продукції відповідно до його структури, зображеної на рис. 2.5, слід визначити категорії $G, U, Z, S, H, L, M, V, Q, J, M$ [100]. Серед об'єктів цих категорій є багато процесів, які реалізуються відповідними елементами життєвого циклу випуску продукції.

Розглянемо процес одержання таких категорій.

Для визначення категорій процесів формування цілі випуску продукції L_g задамо структуровані множини об'єктів і відповідних морфізмів.

Об'єктами категорії цілей G є: A_g – множина процесів формування цілей підприємства по випуску продукції; B_g – множина процесів формування цілей по випуску продукції цеху; C_g – множина процесів формування цілей по випуску продукції ділянок.

Виходячи зі структурного розподілу процесів формування цілей по випуску продукції в рамках підприємства, множина процесів формування цілей цехів B розподілена між множиною процесів формування цілей підприємства A_g таким чином, що кожній множині процесів формування цілей A_{g_i} належить певний набір процесів формування цілей B_{g_a} з множини B_g . Розподілу множини процесів формування цілей B_g між множиною процесів формування цілей A_g ставиться у відповідність таке відображення F , коли будь-якому набору процесів формування цілей підприємства a_g , $a_g \in A_g$ ставиться у відповідність принаймні певний набір процесів формування цілей b_g , $b_g \in B_g$. Тоді розподіл множини процесів формування цілей B_g серед множини процесів формування цілей A_g представимо у вигляді:

$$F_{B_g}^{A_g} \begin{cases} A_g \rightarrow 2^{B_g} \\ a_g \rightarrow B_g a_g \end{cases}, \quad (2.6)$$

де 2^{B_g} – множина всіх підмножин процесів формування цілей B_g (булеан B_g), що входять у множину процесів формування цілей A_g , таких,

$$\text{що } F_{B_g}^{A_g}(a_g) = B_g a_g;$$

B_{g_a} – множина процесів формування цілей цеху, що входять у множину процесів формування цілей конкретного підприємства a_g , $a_g \in A_g$.

За визначенням, має виконуватися така умова:

$$B_g = \bigcup_{a_g \in A_g} B_g a_g. \quad (2.7)$$

Це означає, що множина процесів формування цілей цеху B_g повинна належати множині процесів формування цілей одного з підприємств a_g , $a_g \in A_g$ або взагалі не має прообразу, тобто повинна виконуватися умова:

$$b_g \in B_g : /F^{-1}[b_g] / \leq 1, \quad (2.8)$$

де F^{-1} – інверсія (перетворення) F .

Набір цілей для ділянок C_g задається аналогічно. Оскільки множина процесів формування цілей ділянок, в свою чергу, входить в множину процесів формування цілей підприємств A , то розподіл C в A представимо наступним чином: $F_{C_g}^{A_g} = F_{B_g}^{A_g} * F_{C_g}^{B_g}$, де $*$ вказує на композицію розподілів.

Таким чином, введені структуровані множини A , B , C і відображення $F_{C_g}^{A_g}$, $F_{B_g}^{A_g}$, $F_{C_g}^{B_g}$ є елементами математичної моделі структури процесів формування цілей підприємств у вигляді:

$$M_g = \langle A_g, B_g, C_g, F_{C_g}^{A_g}, F_{B_g}^{A_g}, F_{C_g}^{B_g} \rangle \quad (2.9)$$

Для отримання категорій процесів формування цілей випуску продукції визначимо наступні морфізми $\phi_{A_g} : A_g \rightarrow A'_g$, $\phi_{B_g} : B_g \rightarrow B'_g$, $\phi_{C_g} : C_g \rightarrow C'_g$.

Структуровані множини процесів формування цілей A_g, B_g, C_g , що утворюють область процесів формування цілей D_g , є складовим елементом узагальнюючої множини процесів формування цілей підприємств D'_g зі

структурованими множинами A'_g, B'_g, C'_g за умови, що $D_g \subset D'_g$.

За визначенням категорії, такі морфізми мають бути функціональними, що підтверджується відповідними тотожностями (2.10), а також комутативними діаграмами (рис.2.6):

$$F_{B_g}^{A_g} * \phi_{B_g} = \phi_{A_g} * F_{B'_g}^{A'_g}, \quad F_{C_g}^{B_g} * \phi_{C_g} = \phi_{B_g} * F_{C'_g}^{B'_g} \quad (2.10)$$

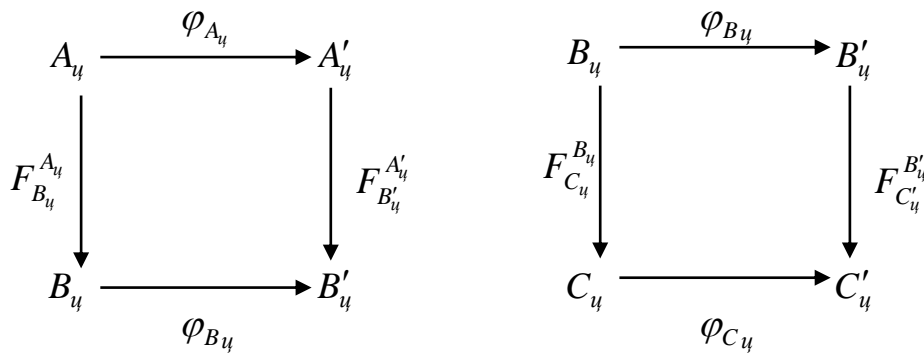


Рисунок 2.6 – Комутативні діаграми

При цьому внутрішній зв'язок між структурованими множинами A_g, B_g, C_g в D_g зберігається і в D'_g , внаслідок їх функціонального призначення, а, отже, виконується умова визначення морфізмів.

Таким чином, введені структуровані множини процесів формування цілей підприємств (A_g, B_g, C_g) , разом із заданими морфізмами $(\phi_{A_g}, \phi_{B_g}, \phi_{C_g})$ утворюють категорну модель процесів формування цілей по випуску продукції підприємства в наступному вигляді:

$$L^g = \langle A_g, B_g, C_g, \phi_{A_g}, \phi_{B_g}, \phi_{C_g} \rangle. \quad (2.11)$$

Формування цілей G дозволяє визначити склад функціональних завдань Zs , які необхідно реалізувати по всьому життєвому циклу випуску

продукції підприємством.

Визначення процесів формування цілей випуску продукції підприємствами та їх підрозділами у вигляді моделі L^g , визначає процеси формування номенклатури випуску продукції U . Для отримання категорії процесів формування номенклатури G введемо такі структуровані множини: A_g – множина процесів формування видів продукції, яку випускають підприємства; B_g – множина процесів формування видів продукції, яку випускають цехи; C_g – множина процесів формування видів продукції, яку випускають дільниці.

За аналогією, використовуючи введені структуровані множини, визначимо між ними зв'язок такою функцією:

$$F_{B_g}^{A_g} \begin{cases} A_g \rightarrow 2^{B_g} \\ a_g \rightarrow B_g a_g \end{cases}, \quad (2.12)$$

де 2^{B_g} – множина всіх підмножин процесів формування видів продукції підприємств, розподілена на всю множину процесів формування видів продукції цехів.

У цьому випадку необхідне дотримання такої умови:

$$F_{B_g}^{A_g}(a_g) = B_g a_g. \quad (2.13)$$

Існують такі відображення, що означають приналежність процесів формування видів продукції цехів B_g до множини процесів формування видів продукції конкретного підприємства a_g , які є ін'єкцією і виконується:

$$b_g \in B_g : /F^{-1}[b_g]/ \leq 1. \quad (2.14)$$

За аналогією встановимо зв'язок між процесами формування видів продукції цехів B_g й дільниць C_g такою функцією:

$$F_{C_g}^{B_g} \begin{cases} B_g \rightarrow 2^{C_g} \\ b_g \rightarrow C_g b_g \end{cases}. \quad (2.15)$$

за дотримання аналогічних умов:

$$F_{C_g}^{B_g}(b_g) = C_g b_g, \quad C_g b_g \subset C_g, \quad (2.16)$$

$$C_g = \bigcup_{b_g \in B_g} C_g b_g, \quad (2.17)$$

$$c_g \in C_g : /F^{-1}[c_g]/ \leq 1. \quad (2.18)$$

Використовуючи введені структуровані множини й отримані відображення, одержимо таку математичну модель структури процесів формування видів продукції підприємств:

$$M_g = \langle A_g, B_g, C_g, F_{C_g}^{A_g}, F_{B_g}^{A_g}, F_{C_g}^{B_g} \rangle. \quad (2.19)$$

Для отримання категорії процесів формування видів продукції підприємства за аналогією введемо такі морфізми: $\varphi_{A_g} : A_g \rightarrow A'_g$, $\varphi_{B_g} : B_g \rightarrow B'_g$, $\varphi_{C_g} : C_g \rightarrow C'_g$.

За визначенням, ці морфізми мають бути функціональними, що підтверджується такими комутативними діаграмами (рис. 2.7):

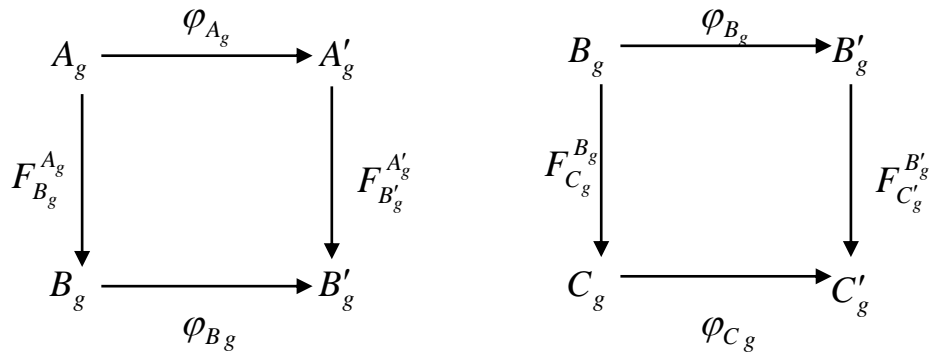


Рисунок 2.7 – Комутативні діаграми

Також функціональність підтверджується відповідними тотожностями:

$$F_{B_g}^{A_g} * \varphi_{B_g} = \varphi_{A_g} * F_{B'_g}^{A'_g}, \quad F_{C_g}^{B_g} * \varphi_{C_g} = \varphi_{B_g} * F_{C'_g}^{B'_g}. \quad (2.20)$$

За аналогією внутрішні зв'язки між структурованими множинами процесів формування випуску видів продукції підприємств зберігаються в узагальненій множині процесів формування видів продукції, а, отже, виконано умову визначення морфізмів.

За визначенням категорії, структуровані множини A_u, B_u, C_u й морфізми $\phi_{A_u}, \phi_{B_u}, \phi_{C_u}$ утворюють таку категорію (модель) процесів формування випуску видів продукції підприємства:

$$L^u = \langle A_u, B_u, C_u, \phi_{A_u}, \phi_{B_u}, \phi_{C_u} \rangle. \quad (2.21)$$

Опис зв'язків множини процесів формування цілей підприємства та його підрозділів з множиною процесів визначення номенклатури продукції з визначенням, яку продукцію повинно випускати підприємство, практично є неможливим, однак з використанням поняття функтора ця проблема може бути вирішена. За визначенням, функтор описує зв'язки між структурованими множинами і морфізмами категорій L^g и L^u за умови

функціональності їх об'єктів ObL^g , ObL^u і морфізмів $MorL^g$ и $MorL^u$.

Функціональність зв'язку категорій цілей і номенклатури випуску пояснюється відповідністю вибору визначення таких цілей функціонування діяльності підприємства, які однозначно мають бути реалізовані у вигляді випуску визначеної номенклатури поліграфічної продукції. Тому такий взаємозв'язок між введеними категоріями L^g и L^u опишемо відповідним функтором:

$$\Phi_{L^u}^{L^g} : L^g \Rightarrow L^u. \quad (2.22)$$

Функтор, представлений відображенням категорії L^g в категорію L^u , узгоджений зі структурою цих категорій, і об'єкти категорії ObL^g відображаються в об'єкти категорії ObL^u , а морфізми категорії $MorL^u$ відображаються в морфізми категорії $MorL^g$ внаслідок їх функціональності ($ObL^u \rightarrow ObL^g$, $MorL^u \rightarrow MorL^g$) при виконанні двох умов:

– для кожного об'єкта $C \in ObL^u$ виконується $\Phi(1_u) = 1_{\Phi(u)}$ (одиничний модуль).

– для будь-яких морфізмів $\phi_{A_u} : A_u \rightarrow A'_u$, $\phi_{B_u} : B_u \rightarrow B'_u$ із $MorL^u$ виконується $\Phi(\phi_{A_u} \phi_{B_u}) = \Phi(\phi_{A_u}) * \Phi(\phi_{B_u})$.

Обґрунтованість формалізації зв'язку між категоріями L^g и L^u функтором (22) визначається функціональністю морфізмів цих категорій.

Таким чином, отримана математична модель взаємозв'язку цілей підприємства з номенклатурою продукції, що випускається, з розкриттям структурованості всіх складових елементів цих категорій.

Аналогічно отримані категорії і встановлені зв'язки між ними і відповідними функторами процесів формування кадрового складу, процесів розробки технологій, визначення видів обладнання, процесів виробництва

продукції, якості продукції, процесів розробки заходів і процесів відвантаження готової продукції.

Для опису наскрізних бізнес-процесів підприємства, з використанням отриманих категорій окремо процесів, розроблено категорно-функторну модель всього життєвого циклу випуску продукції підприємством наступним складовим функтором:

$$\Phi_{L^n}^{L^y} = \Phi_{L^g}^{L^y} * \Phi_{L^u}^{L^g} * \Phi_{L^s}^{L^z} * \Phi_{L^h}^{L^s} * \Phi_{L^j}^{L^h} * \Phi_{L^v}^{L^j} * \Phi_{L^g}^{L^v} * \Phi_{L^m}^{L^g} * \Phi_{L^n}^{L^m} \quad (2.23)$$

Аналіз отриманої категорно-функторної моделі дозволяє зробити висновок, що такі моделі дозволяють уніфікувати опис виробничого процесу будь-якого підприємства. Крім того, для управління підприємством у цілому потрібно вирішувати функціональні задачі Z_s ефективного управління комплексом взаємопов'язаних бізнес-процесів, які можуть виконуватись одночасно. Введені структуровані множини дозволяють також визначити обмеження предметної області S_a у вигляді необхідних ресурсів R_s .

2.3.2 Логічна модель множини наскрізних бізнес-процесів

Однак, для реалізації оперативного управління наскрізними бізнес-процесами потрібен більш детальний опис послідовностей дій для різних умов зовнішнього середовища, а також з урахуванням їх доступу до ресурсів (конкуренції за ресурси між процесами, які виконуються одночасно). У зв'язку з цим, в якості елемента прецедентного управління запропоновано *логічну модель множини наскрізних бізнес-процесів*. Модель враховує не лише набори можливих крос-функціональних послідовностей робіт, що забезпечують досягнення цілей процесів, але й необхідні для виконання цих робіт ресурси. Кожен наскрізний бізнес-процес Vp_i із множини VP реалізує дії p_l , що забезпечені ресурсами $r_{l,k}$:

$$Bp_i = \{Wf_i, Rl \mid \forall p_l \in Wf_i \exists \{r_{l,k}\} \subset Rs_i\}. \quad (2.24)$$

де BP – множина наскрізних бізнес-процесів підприємства;

Wf_i – потік робіт, що визначає послідовність виконання дій наскрізного бізнес процесу Bp_i ;

Rs_i – підмножина ресурсів підприємства, що використовується одним наскрізним бізнес-процесом; Rl – правила запуску або призупинення бізнес-процесу.

$\{r_{l,k}\}$ – набір ресурсів, що потрібен для виконання дії p_l .

Наведений опис моделі наскрізного процесу враховує можливі послідовності його дій Wf і не враховує організаційної структури підприємства. Особливість визначення полягає в тому, що організаційна структура задає ресурсні обмеження для виконання Wf . Тобто з усіх можливих послідовностей дій буде вибрана лише та послідовність, яка може бути виконана за наявних ресурсів Rs .

Деталізуємо дану модель, розглянувши особливості потоку робіт Wf , а також застосування ресурсних обмежень.

На основі досліджень виконаємо узагальнення необхідних і достатніх умов для побудови workflow-опису наскрізного бізнес-процесу [173-189].

Їх суть полягає в наступному:

– процес має початковий та кінцевий стани, які відображають початок управління бізнес-процесом та отримання його результату відповідно;

– процес складається із допустимих послідовностей дій, що забезпечують досягнення локальної мети та регламентуються правилами функціонування підприємства; регламент процесу також передбачає порядок адаптації процесу, схему використання ресурсів, тощо;

– процес повторюється неодноразово та має стабільну множину

допустимих послідовностей дій;

– дії процесу виконуються лише при наявності відповідних ресурсів в момент запуску дії.

Перша й друга умови є необхідними, оскільки вони визначають можливість побудови опису бізнес-процесу на основі наявних даних про діяльність підприємства.

Третя та четверта умови є достатніми, вони визначають важливість моделювання бізнес-процесу – тобто доцільність виділення в якості бізнес-процесу послідовності операцій, що виконують співробітники підприємства. Дійсно, при відсутності стабільної послідовності дій ми маємо справу з системою колективної роботи. Для побудови процесів в даному випадку потрібно використовувати методи реінжинірингу. Відсутність необхідних ресурсів робить недоцільним виконання поточного потоку робіт, та, можливо, потребує його модифікації.

Опис послідовностей дій (поток робіт, workflow) містить у собі як дії, що реалізуються засобами інформаційної системи управління підприємством, так і дії, які працівники виконують вручну. Опис задає порядок дій, у відповідності до якого дані, інформація, завдання передаються між виконавцями для реалізації заданого алгоритму роботи.

Наведені умови дозволяють визначити загальний потік робіт як диз'юнкцію можливих траєкторій виконання бізнес-процесу, за умови, що всі траєкторії мають одні й ті ж самі початкові та кінцеві стани:

$$Wf_i = wf_{1j} \vee \dots \vee wf_{ij} \vee \dots \vee wf_{lj} \mid \forall wf_{ij} \exists S^B, S^E, \quad (2.25)$$

де wf_{ij} – j -та траєкторія виконання бізнес-процесу;

S^B – множина початкових станів бізнес-процесу;

S^E – множина кінцевих станів бізнес-процесу.

Кожна траєкторія визначається як повна послідовність дій процесу, без

паралельних дій та циклів:

$$wf_{i,j} = \langle p_{j,1}, p_{j,2}, \dots, p_{j,l} \dots p_{j,L} \rangle, p_{j,l} \in P, wf_{i,j} \in Wf_i, \quad (2.26)$$

де $p_{j,1}$ – перша дія бізнес-процесу;

$p_{j,L}$ – фінальна дія бізнес-процесу.

При такому підході цикл розвертається як послідовність однієї й тієї ж дії процесу: а паралельне виконання – як кон'юнкція двох траєкторій, що відрізняються лише паралельними діями.

Обґрунтування вибору такого підходу до опису наскрізного бізнес-процесу полягає в тому, що він дозволяє описати як окремий процес, так і множину паралельних наскрізних процесів у вигляді набору траєкторій. Це дає можливість прогнозувати використання ресурсів лише для підмножини поточних траєкторій кожного процесу – тобто не враховувати всі можливі траєкторії і тим самим підвищити ефективність прогнозування.

Початковий стан бізнес-процесу задається через наявність виконаних умов запуску першої дії процесу на виконання. Оскільки процес може бути виконаний по різних траєкторіях, в залежності від поточних умов, то для переходу від початкового стану до виконання введемо підготовку дію. У відповідності до запропонованої моделі (2.24), початкові умови визначаються визначаються через наявність ресурсів для виконання першої дії процесу:

$$(\forall wf_{i,j}) \exists \{r_1^k\} \Leftrightarrow wf_{i,j} \models S^B, \quad (2.27)$$

де $r_{1,k}$ – k -й ресурс для виконання першої дії бізнес-процесу,

символ \models визначає наявність не пустої множини S^B на траєкторії $wf_{i,j}$.

Результуючий порядок дій повинен відповідати прийнятим на підприємстві бізнес-правилам, які задають обмеження на виконання процесу. Такі обмеження можуть виникати внаслідок особливостей використання

обладнання, особливостей взаємодії з постачальниками, сталої корпоративної культури тощо. Тому в загальному випадку будемо вважати, що у відповідності до моделі (2.24), бізнес-правила задають ресурсні обмеження на виконання дій бізнес-процесу. Тобто узагальнена форма умови наявності ресурсів для запуску чергового дії процесу для послідовності має вигляд:

$$\left(wf_{i,j}, r_l \models p_{j,l-1} \right) \wedge \exists \{r_{l,k}\} \Rightarrow wf_{i,j} \models p_{j,l}, l < L, \quad (2.28)$$

де $r_{l,k}$ – k -й ресурс, що є необхідним для виконання дії $p_{j,l}$.

Процесний підхід передбачає, що при побудові моделі визначаються допустимі траєкторії виконання бізнес-процесу $wf_{i,j}$, а при його виконанні контролюється виконання процесу за однією з допустимих траєкторій. Тобто загальне правило адміністрування, яке забезпечує запуск поточної дії $p_{j,l}$ бізнес-процесу на траєкторії $wf_{i,j}$, має вигляд:

$$\exists \langle p_{j,1}, p_{j,2}, \dots, p_{j,l-1} \rangle \in wf_{i,j} \wedge \exists \{r_{l,k}\} \Rightarrow wf_{i,j} \models p_{j,l}, \quad (2.29),$$

де $p_{j,l}$ – дія бізнес-процесу на траєкторії $wf_{i,j}$, яка повинна бути запущена на виконання;

$p_{j,1}, p_{j,2}, \dots, p_{j,l-1}$ – дії бізнес-процесу, що були виконані.

Досягнення мети бізнес-процесу визначається виконанням хоча б однієї з послідовностей дій $wf_{i,j}$ із загального потоку робіт Wf_i . Ознакою завершення $wf_{i,j}$ є виконання останньої дії з цієї послідовності:

$$wf_{i,j} \models S^E \Leftrightarrow \exists j: wf_{i,j} \models p_{j,L}, \quad (2.30)$$

де $p_{i,L}$ – остання дія послідовності wf_i ;

символ $|=$ визначає істинність формули на траєкторії $wf_{i,j}$.

Запропонований підхід до опису моделі бізнес-процесу як кон'юнкції workflow-траєкторій може бути розширений на множину наскрізних бізнес процесів підприємства, що виконуються паралельно та конкурують за ресурси.

Сукупність процесів характеризується множиною потоків робіт, що використовують загальні ресурси підприємства, та правилом запуску дій:

$$BP = \{Wf_j\}, RI | \forall Wf_j \exists Rs_j, \cup Rs_j \neq \emptyset, \quad (2.31),$$

де BP – множина наскрізних бізнес-процесів підприємства;

Wf_j – алгоритм дій j -го наскрізного БП;

RI – правило запуску дій;

Rs_j – підмножина ресурсів підприємства, що використовується одним наскрізним процесом.

В свою чергу, на основі визначення потоків робіт при паралельному виконанні декількох процесів необхідно визначити істинність лише тих траєкторій, які реалізуються в поточних екземплярах цих процесів:

$$BP | = wf_{1,k} \vee \dots \vee wf_{j,i} \vee \dots \vee wf_{J,n}, \quad (131)$$

У відповідності до (2.24), та (2,30), при запуску дій множини бізнес-процесів застосовується те ж правило (2.29), що і при виконанні одного наскрізного бізнес-процесу.

Даний підхід дає можливість узагальнити поняття «ресурси бізнес-процесу». Традиційно, як було показано в розділі 1, до ресурсів відносять об'єкти, які використовує бізнес-процес і які не змінюються при його

виконанні. Однак якщо розглядати БП в контексті «дії – правила запуску дій – поточні обмеження на виконання дій», то до ресурсів доцільно віднести будь-які об'єкти, які тим чи іншим чином обмежують виконання бізнес-процесу. Це можуть бути не лише традиційна інфраструктура, обладнання, виконавці, але й сировина, матеріали, інформація, тощо.

Запропонований підхід до побудови моделі наскрізного бізнес-процесу має наступні переваги:

- координація дій різних підрозділів в рамках єдиного наскрізного процесу на основі визначення множини можливих траєкторій призводить до усунення бар'єрів між підрозділами, що сприяє зменшенню витрат часу та матеріальних витрат;

- орієнтація діяльності співробітників підрозділів підприємства на результат (виходи) наскрізного процесу, а не на звітність перед керівниками окремих підрозділів;

- передбачуваність результатів за рахунок тиражування моделей бізнес-процесів;

Реалізовані моделі наскрізних процесів можуть бути використані в якості прецедентів при організації процесного управління на нових підприємствах або в інших підрозділах транснаціональних організацій;

2.4 Висновки до другого розділу

1. Розроблено концепцію організаційного двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами на основі прецедентного підходу. Дана концепція передбачає використання контуру управління окремими бізнес-процесами і контуру управління множиною наскрізних процесів, які виконуються одночасно. Перший контур реалізує традиційний підхід до управління за відхиленням, відповідно до якого при відхиленні поточних параметрів процесу виконуються коригувальні та запобіжні дії. Другий контур реалізує прецедентний підхід до управління, відповідно до якого

бізнес-процеси запускаються на виконання і припиняються залежно від наявності ресурсів, а також прогнозу їх використання на основі прецедентів цих процесів.

2. Відповідно до розробленої концепції, сформульована задача управління множиною наскрізних бізнес-процесів як завдання мінімізації сумарного часу очікування доступу до ресурсів множини бізнес процесів при обмеженнях на час виконання кожного процесу. Бізнес-процеси з зазначеної множини виконуються нерегулярно, можуть виконуватися одночасно і використовувати загальні ресурси.

3. Удосконалено категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-процесів, яка, на відміну від існуючих, визначає цикл випуску продукції підприємства як єдину систему типових взаємодіючих бізнес-процесів, що дає можливість визначити цілі та результати таких процесів для реалізації прецедентного процесного управління.

4. Уточнено модель процесної архітектури підприємства шляхом її розподілу за рівнями ієрархії структурних, локальних наскрізних і глобальних наскрізних бізнес-процесів. Входи і виходи структурних і локальних наскрізних бізнес-процесів визначаються по межах підрозділів і їх приналежності до одного рівня. Входи і виходи наскрізних процесів визначаються по межах підприємства в цілому, що вимагає виділення для них окремого рівня ієрархії. Наведено розподіл бізнес-процесів за рівнями ієрархії, що дозволяє використовувати адаптовані елементи функціонального управління для структурних і локальних наскрізних бізнес-процесів, які забезпечують роботу наскрізних бізнес-процесів підприємства. Це дає можливість знизити витрати на перехід до процесного управління. Для наскрізних бізнес-процесів, які створюють додану вартість, можуть бути використані методи реінжинірингу і безпосереднього управління потоком робіт (workflow).

5. Отримала подальший розвиток логічна модель наскрізних бізнес-процесів шляхом визначення обмежень на їх доступність до

використовуваних ресурсів при виконанні всіх процесів. Модель включає в себе представлення наскрізних бізнес-процесів у вигляді множини доступних траєкторій виконання, поточний вибір яких виконується в залежності від наявних ресурсів і прогнозу їх використання поточних бізнес-процесом і процесами-конкурентами. Модель забезпечує можливість підвищення ефективності управління наскрізними бізнес-процесами з використанням прецедентного підходу за рахунок прогнозу використання ресурсів.

В даному розділі отримали подальший розвиток результати, представлені в роботах [10, 157-166, 172, 176].

Список використаних у розділі джерел наведено у повному списку використаних джерел під номерами: [10, 14, 18, 52, 53, 124, 126, 128, 157-189].

3 МОДЕЛЬ ПРЕЦЕДЕНТА, МЕТОД ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЙОГО ПОБУДОВИ

3.1 Розроблення узагальненої моделі прецеденту, узагальненого метода та інформаційної технології формування, пошуку та використання прецеденту

Розглянуті функціональний та процесний підходи дають змогу визначити функціональність ІС як набір функціональних підсистем і комплексів функціональних задач в управлінні взаємопов'язаними процесами за вертикальними та горизонтальними зв'язками між структурними підрозділами підприємства.

Водночас процес розв'язання функціональних задач, підтримуваних ІС, вважаємо доцільним у межах використання процесного підходу на основі прецедентів. Моделювання суджень на основі прецедентів дає змогу використовувати наявні знання й досвід у вирішенні поточних проблем і завдань навіть у випадку деяких відмінностей між попередньо вирішеними і поточними задачами.

Для формалізації відомостей і знань щодо наявних задач необхідно розробити модель прецеденту, яка буде використовуватися для розв'язання задач, а також розробити метод побудови моделі прецеденту. Модель прецеденту описує умови та порядок розв'язання задачі, тому основними елементами такої моделі є опис проблеми та опис рішення.

Під час використання розглянутого процесного підходу розв'язання задачі необхідно представити у формі дискретного процесу або процесів, а набутий досвід розв'язання відображується у наборах послідовностей подій. Проблема полягає у визначенні наборів подій, виникнення яких необхідне для запуску процесу розв'язання задачі.

У цьому розділі висвітлюється розроблення теоретичного базису для використання прецедентів у розв'язанні комплексів функціональних задач ІС на основі процесного підходу. Розробляються: узагальнена процесна модель прецеденту; метод вибору, порівняння та коригування прецеденту; моделі елементів прецеденту; метод побудови моделі розв'язання задачі у складі прецеденту на основі аналізу множин наборів подій, що відображають досвід такого розв'язання.

Процедура реалізації різних за типом функціональних задач залежно від функціональності структурних підрозділів (маркетингових, виробництва, постачання, збуту тощо), а також від типу таких задач (структурованих, частково структурованих і неструктурованих) потребує значних фінансових витрат і часу з метою їх постановки та реалізації. Це пов'язано з тим, що сам процес розв'язання задачі передбачає, насамперед, вивчення особливостей предметної області, для якої необхідно отримати розв'язок, визначити тип задачі, необхідні вихідні та вхідні дані, розробити математичну модель, алгоритм і прикладну програму її реалізації.

Для подолання зазначених труднощів використовують прецедентний підхід, оснований на використанні й адаптації наявних рішень функціональних задач на основі раніше накопиченого досвіду. Головним елементом прецеденту є розв'язання задачі, яке в межах зазначеної множини функціональних задач представляється як послідовність взаємопов'язаних дій.

Науковий напрям, пов'язаний із застосуванням накопиченого досвіду у розв'язанні задач, розвивається вже протягом кількох десятиліть.

Однією із перших була запропонована модель організації пам'яті та представлення знань на основі прецедентного підходу CBR (Case-based reasoning) [190]. Основною концепцією такого підходу є застосування аналогів проектних рішень для реалізації нових функціональних задач [191-195].

У межах цього підходу прецедент розглядають як структуроване представлення накопиченого досвіду у вигляді даних і знань, що забезпечує його подальшу обробку з використанням інформаційних систем правління підприємством. Структуроване представлення моделі прецеденту M має опис проблеми або завдання і сукупності дій (Рішення), спрямованих на вирішення нового завдання або усунення проблемної ситуації ($M = (\text{Опис проблеми, Рішення})$) [196].

Однак сьогодні не досліджені питання, пов'язані з розробленням загального підходу до побудови прецеденту для різних предметних областей на основі формалізації процесу розв'язання задачі у вигляді послідовності взаємопов'язаних дій і подій, що відображають їх.

Тому існує проблема розроблення такої моделі прецеденту, яка охоплювала б кілька можливих процесів розв'язання задачі, пов'язаних з отриманням локальних результатів, а також методу, який забезпечить побудову зазначеної моделі. Це дасть змогу адаптувати прецедент для нової задачі через вибір одного з можливих процесів розв'язання або поєднання декількох процесів, а також використовувати технологію Process Mining у побудові розв'язання задачі в складі прецеденту.

Прецедент має такі основні характеристики, істотні з точки зору побудови його загальної моделі:

- прецедент має особливе значення, пов'язане з контекстом, що дає змогу використовувати знання на прикладному рівні;

- прецеденти можуть набувати різної форми (вигляду): охоплюючи різні за тривалістю проміжки часу, пов'язуючи рішення з описом проблем, результати з ситуаціями тощо;

- прецедент фіксує тільки той досвід, який може навчати (бути корисним), тому прецеденти можуть допомогти ОПР досягти мети щодо розв'язання задачі, проблеми або запобігання її появи.

На підставі цих характеристик можна зробити висновок про призначення і складність прецедентів, можливості їх застосування залежно

від особливостей предметної області, наприклад, це проект локальної або корпоративної системи чи окремі проектні рішення; функціональні задачі, різні за призначенням, складністю або тривалістю їх реалізації.

Отже, модель прецеденту має враховувати такі елементи:

- контекст, що відображає істотні для задачі характеристики предметної області; іншими словами, ці характеристики формують обмеження на розв'язання задачі;

- відображати послідовність виконання задачі у часі;

- містити весь досвід розв'язання (тобто всі можливі процеси розв'язання задачі);

- пов'язувати отриманий результат з процесом розв'язання.

З огляду на характеристики прецеденту, розширимо представлену раніше модель його структури, кортежем такого вигляду:

$$M_p = \langle Sa, Zs, Ps, Gs \rangle, \quad (3.1)$$

де Sa – обмеження предметної області щодо застосування прецеденту;

Zs – опис цілі бізнес-процесу та змісту функціональної задачі, для вирішення якої розроблений прецедент;

Ps – опис рішень задачі Zs у вигляді послідовності робіт $wf_{i,j}$ (2.25) з виконання наскрізного бізнес-процесу;

Gs – отриманий кінцевий результат рішення задачі, який досягається успішним виконанням останньої дії (2.29).

Для отримання необхідних результатів вирішення завдань при обробці даних і знань спеціалізованою інформаційною системою потрібно мати набір вимог до функціонального завдання і описів ІТ-сервісів, експлуатація яких забезпечує процеси її рішення.

Тому модель (3.1) доповнимо такими елементами:

а) підмножина $IT_{act} \in Zs$ описів вимог до функціонального завдання, для вирішення якого розроблений прецедент;

б) підмножина $IT_s^{BP} \in Ps$ описів ІТ-сервісів, експлуатація яких забезпечує процеси вирішення завдання Zs .

Підмножини IT_{act} визначають сутність предметної області і відносини між ними, що визначають структури вхідних та вихідних даних в ІТ-сервісах, а підмножини IT_s^{BP} визначають функції ІТ-сервісів. Введені елементи повинні враховуватися при розробці або виборі як функціоналу, так і забезпечуючої частини ІС [197].

Опис рішень Ps об'єднує множину відомих шляхів Ps_i вирішення задачі у складі прецеденту: $Ps_i = Ps_{1,j} \vee \dots \vee Ps_{i,j} \vee \dots \vee Ps_{I,j}$, кожен з яких може бути представлений відповідною послідовністю дій $wf_{i,j}$.

В той же час, опис розв'язання задачі Ps представляється у вигляді набору процесів P_i , виконаних під час розв'язання задачі, що входить до складу прецеденту:

$$P = \{P_i\}, i = \overline{1, I}. \quad (3.2)$$

Кожен відомий процес розв'язання P_i може бути представлений у вигляді послідовності подій, що відображають виконання відповідної послідовності дій, які сприяли отриманню Gs :

$$\begin{aligned} P_i &= \langle E_k, \succ \rangle, E_k = \{e_{k,i}\}, \\ \forall e_{k,i} \exists e_{k,i+1} \neq e_{k,i} : e_{k,i} \succ e_{k,i+1}, & \\ E_k \subseteq E, i = \overline{1, I-1}. & \end{aligned} \quad (3.3)$$

де E_k – множина подій, що відповідає одноразовій реалізації процесу;

\succ – відношення переходу між подіями, яке відповідає виконанню дії в процесі розв’язання задачі;

E – множина подій для всіх наявних у складі прецеденту процесів розв’язання задачі.

Отриманий результат розв’язання задачі без прив’язки до предметної області доцільно розглядати як логічну змінну: якщо результату досягнуто, то значення G_s є істинним, якщо ж ні, тоді значення G_s є помилковим. Однак успішне розв’язання складних функціональних задач зазвичай пов’язане з досягненням одного з близьких (але відмінних) результатів G_{s_i} , залежно від обмежень предметної області.

У такому разі за умови узагальненого, логічного представлення результату G_s його можна представити диз’юнкцією локальних результатів:

$$G_s \equiv \bigvee_i G_{s_i} \quad (3.4)$$

Кожен з таких результатів отримують при реалізації одного з можливих варіантів процесу розв’язання задачі. Тобто для конкретної задачі у складі прецеденту може існувати кілька варіантів її розв’язання $P_i \in P$. Однак усі варіанти повинні забезпечувати досягнення одного і того ж результату у вигляді G_s (маємо на увазі логічне представлення результату згідно з (3.4) для наявного прецеденту. Тому формула опису рішення P_i , що формалізує один з можливих процесів розв’язання задачі, буде істинною в моделі прецеденту M_n у момент часу t тільки в тому випадку, коли вона забезпечить отримання одного з можливих результатів G_{s_i} в один із моментів часу в майбутньому:

$$M_{p,t} \models P_{s_i} \mid \forall t \exists G_{s_i} \quad (3.5)$$

Аналогічно використовуємо логічне представлення предметної області. Опис предметної області в загальному випадку задає набір можливих підмножин обмежень для цієї задачі: $Sa \equiv \bigvee_i Sa_i$. Розв'язання задачі будемо вважати прийнятним, якщо враховані всі обмеження підмножини $Sa_i \equiv \bigwedge_j Sa_{ij}$.

Відповідно, результат вирішення задачі Gs_i в моделі прецеденту M_p буде істинним для стану моделі у момент часу t тільки за умови виконання відповідної підмножини обмежень предметної області Sa_i :

$$M_{p,t} \models Gs_i \mid \forall t \exists Sa_i, \quad (3.6)$$

Узагальнений опис задачі задається через набір Zs умов zs_k запуску бізнес-процесу її рішення $Zs \equiv \bigwedge_k zs_k$. Тоді для коректного опису задачі необхідно, щоб кожен шлях її рішення Ps_i дозволяв отримати істинний результат Gz_i при відповідних обмеженнях предметної області, тобто зв'язок задачі, шляху її вирішення та результатів без урахування змін у предметній області має вигляд:

$$\forall i Zs \rightarrow Ps_i \rightarrow Gs_i \mid Sa_i. \quad (3.7)$$

Тоді умовою вибору прецеденту в момент часу t , коли дійсною є підмножина обмежень Sa_i , є наявність такого шляху вирішення задачі Ps_i , який би забезпечив досягнення результату Gs_i при виконанні обмежень на шляху вирішення задачі:

$$M_{p,t} \models Zs \mid \exists Ps_i : \forall t \exists Gs_i \mid \forall t \exists Sa_i. \quad (3.8)$$

При деталізації моделі прецеденту-аналога (3.1) використовуються

такі відповідності: P_{S_i} відповідає потоку робіт Wf_i , S_a відповідає ресурсам R_s , G_s відповідає кінцевому стану S^E .

Наведену загальну модель прецеденту можна деталізувати: визначити, у якій предметній області його можна застосовувати (маркетинг, виробництво тощо), для якого типу функціональних задач, яка складність їх розв'язання і який може бути отриманий результат [183].

Для того, щоб використовувати прецедент як аналог, необхідно для розв'язуваної конкретної задачі створити модель нового прецеденту M_p^n , а потім, використовуючи відповідну процедуру, вибрати модель того аналога прецеденту M_p^a , яка є найближчою за описом, результатами розробленої моделі нового прецеденту.

Цей процес вибору прецеденту зображено у схемі на рис. 3.1.

Визначимо зміст кожного з елементів процесу в межах прецедентного підходу.

Виконання. Реалізація задачі здійснюється відповідно до поставленої мети і вимог кінцевих користувачів до вихідних результатів, які представляються у вигляді узгодженого і затвердженого вихідного документа або керуючого впливу.

Формування. За отриманими результатами формується модель поточного прецеденту (M_p^n) у вигляді виразу (3.1) з описом процедури її розв'язання (P). Основною проблемою розв'язання задачі є отримання результату у вигляді вихідних даних, за якими визначаються усі необхідні вхідні дані, що регламентується стандартом у вигляді «Опису постановки задачі», в першому розділі якого визначено призначення задачі (планування, облік, контроль, аналіз або регулювання), режим її розв'язання, кому необхідні результати і що буде отримано за результатами її розв'язання.

До того ж, за результатами аналізу процесу формування вихідних даних залежно від вхідних даних можна встановити клас задач (структуровані, частково структуровані і неструктуровані), і, отже, необхідні

математичні засоби і методи для розробки їх моделей (моделі прямого рахунку, оптимізаційні або штучного інтелекту).

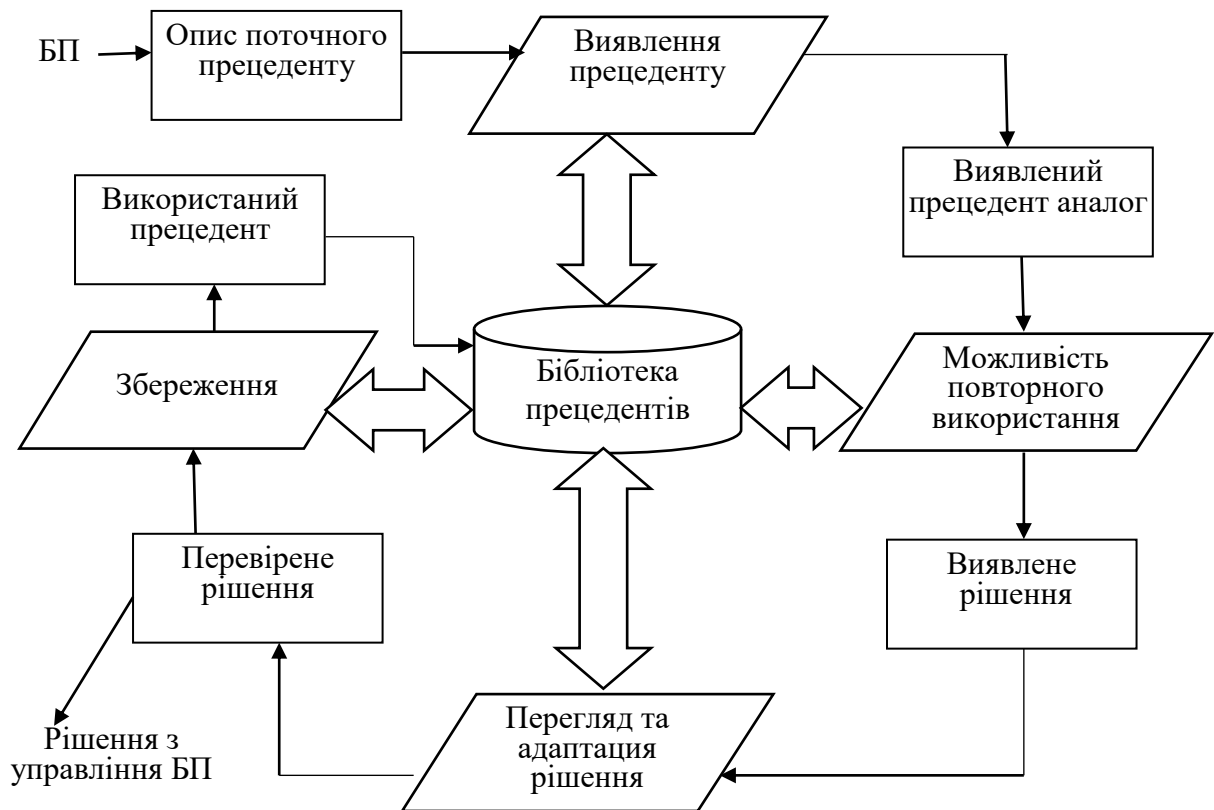


Рисунок 3.1 – Схема формування і вибору прецеденту

Вибір прецедентів-аналогів. Даний процес починається з аналізу моделі поточного прецеденту, його призначення та визначення тих прецедентів-аналогів, які забезпечують рішення задачі в тій предметній області, до якої належить поточний прецедент. Ступінь їх близькості (подоба), в першу чергу, визначається предметною областю і вихідними результатами. Збільшення їх кількості веде до підвищення ймовірності знаходження для поточного прецеденту найбільш подібного прецеденту-аналога, але в той же час це ускладнює формування процедури вибору, тому ОПР повинна знаходити відповідний компроміс.

Вибір найбільш близького прецеденту. Для цього застосовуються такі метрики: евклідова метрика, міра подібності Хеммінга, імовірнісна міра

подібності, міра подібності Роджерса-Танімото, манхеттенська метрика, відстань Чебишева, метрики Брея-Кертінса, Жаккара тощо. [198].

Адаптація прецеденту. Обраний прецедент-аналог може не повною мірою відповідати цьому прецеденту, тому необхідна відповідна його адаптація, яка полягає фактично в зміні компонентів моделі подібного прецеденту до поточного. Ці зміни, перш за все, пов'язані з коригуванням математичної моделі задачі, формою, змістом вихідних даних, програмно-апаратних засобів або застосовуваних інструментальних засобів і інтерфейсів, пов'язаних з розробкою відповідних додатків.

Прогноз використання. Застосування адаптованого прецеденту для вирішення конкретного завдання не в повній мірі може задовольнити кінцевого користувача за відповідними результатами, тому здійснюється розробка варіантів моделі, прогнозу (оцінки) відповідності адаптивного прецеденту. Вибір того чи іншого варіанту проводиться ОПР, виходячи з його уявлення про заміну поточного прецеденту на прецедент-аналог.

Збереження прецеденту. Скоригований прецедент повинен бути збережений навіть за умови, якщо рішення не повністю задовольнить кінцевого користувача, тому що це дозволить уникнути отримання некоректних результатів, наприклад, при порівнянні альтернативних рішень.

У той же час, збереження всіх прецедентів призводить до кількісного їх збільшення, що призводить до ускладнення процесів вибору прецедентів. Однак це пов'язано, перш за все, із застосуванням прецедентів для відповідної предметної області, а вибір варіантів рішень залишається за експертами. Реалізація процесів формування та вибору прецедентів пов'язана зі збереженням вихідних даних, розробкою бази прецедентів, математичних моделей вибору прецедентів, їх адаптації, оцінки, що вимагає створення підсистеми формування, вибору і застосування прецедентів інформаційної системи управління підприємством.

Реалізація процесів формування, вибору і використання прецедентів, підтримувана такою підсистемою ІС представлена на рис. 3.2.

Як видно з наведеної схеми, дана підсистема підтримує не тільки процеси формування, вибору, а й використання прецеденту в якості керуючого впливу, що фактично є елементом процесного управління об'єктом, порівняння, вибору, тому що на етапі прогнозування та коригування здійснюється зміна параметрів моделі прецеденту-аналога.

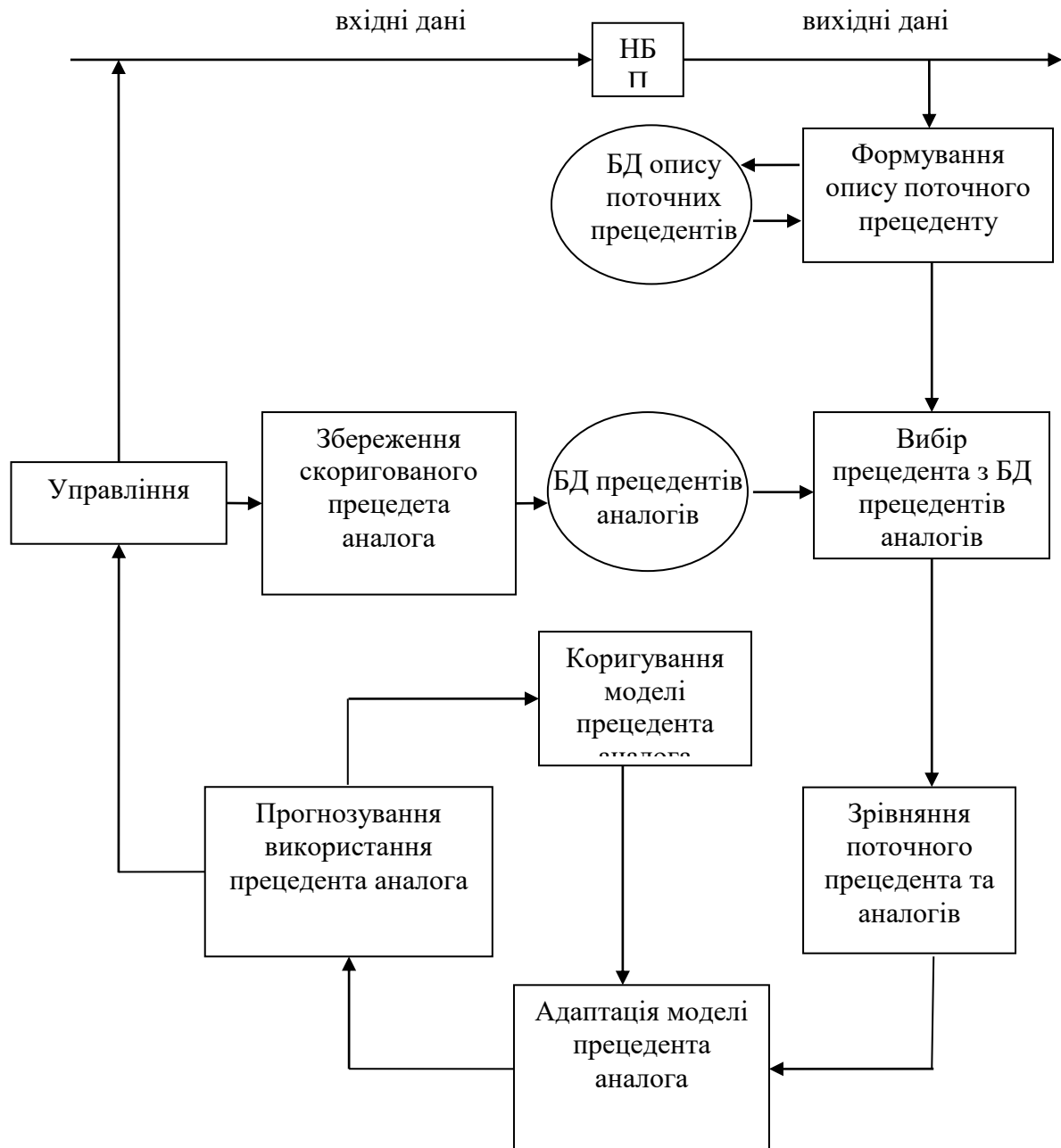


Рисунок 3.2 – Реалізація процесів формування, вибору і використання прецедентів

При цьому сформовані вихідні і вхідні дані, прецеденти заносяться в базу даних, яка є компонентом інформаційного комплексу, а процедури вибору, коригування, порівняння та прогнозування наслідків застосування прецеденту-аналога формуються у вигляді комплексу математичних моделей, що входить в математичний комплекс ІС.

Для практичної реалізації всіх процесів отримання скоригованого прецеденту-аналога, використововуваного для управління об'єктом, необхідна формалізація у вигляді *узагальненого методу формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу*, який в подальшому буде реалізований з використанням програмного і технічного комплексів [199].

Запропонований метод містить у собі наступні етапи.

Етап 1. Формування вхідних даних для побудови опису поточного прецеденту. На даному етапі використовуються дані, які відображають вирішення відповідної функціональної задачі Z_s на конкретному підприємстві. Вхідні дані фіксуються підсистемою моніторингу інформаційної системи процесного управління у логах (журналах реєстрацій подій). Лог містить у собі декілька послідовностей подій, що відображають послідовності дій $wf_{i,j}$.

Етап 2. Пошук та вибір прецеденту-аналога наскрізного бізнес-процесу з бази прецедентів. Пошук відбувається за описом поточного прецеденту за функціональною задачею Z_s , з необхідним отриманим результатом G_s за умови виконання обмеження $S_a: \exists Z_s : G_s | S_a$ та опису прецеденту-аналогу.

Етап 3. Порівняння поточних обмежень предметної області підприємства S_a^* і обмежень S_a (кількість наявних ресурсів, час завершення виконання бізнес-процесу, тощо) для вибраного прецеденту.

Етап 4. Формування моделі прецеденту-аналогу наскрізного бізнес-процесу (3.1) з використанням методів Process Mining. В результаті виконання даного етапу процес вирішення задачі представляється графом P_s ,

дуги якого відображають виконання робіт бізнес-процесу, а вершини – стан бізнес-процесу після виконання робіт Ps_i . Умови застосування прецеденту відображені множиною початкових подій $\{e_{i,1}\}$ для шляхів вирішення задачі Ps_i , для яких виконується умова:

$$\exists(e_{1,1} \vee \dots \vee e_{i,1} \vee \dots \vee e_{l,1}) \Rightarrow Sa = true. \quad (3.9)$$

Результати визначаються через множину кінцевих подій всіх шляхів. Ps_i .

Етап 5. Проведення адаптації розробленого прецеденту шляхом уточнення всіх варіантів трас наскрізного бізнес-процесу вирішення задачі Ps для отримання потрібного результату Gs з задоволенням поточних обмежень Sa^* .

Етап 6. Збереження скоригованого прецеденту в базі прецедентів.

Етап 7. Застосування прецеденту при управлінні бізнес-процесом.

Метод дозволяє отримати прецедент, який враховує наявні ресурсні обмеження для наскрізного бізнес-процесу «as is» та забезпечує можливості адаптивного прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами шляхом коригування послідовності їх виконання у відповідності до обмежень предметної області (рис. 3.2).

Для реалізації метода розроблена інформаційна технологія побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів, яка містить у собі етапи формування описів структури бізнес-процесів, формування прецедентів та workflow-описів наскрізних бізнес-процесів, а також етапи формування описів змісту функціональних задач, які вирішує наскрізний бізнес-процес, послідовностей дій з їх досягнення, формування опису ресурсних обмежень й етап зберігання та пошуку прецедентів (рис. 3.3).

При отриманні негативних результатів для коригування моделі прецеденту-аналога застосовується трансформаційна адаптація прецеденту

шляхом коригування процесу вирішення задачі для задоволення умов. Така адаптація вимагає наявності спеціалізованих засобів, що забезпечує отримання потрібного результату [186]. Наявність таких засобів обґрунтовується особливостями адаптації процесу зміни параметрів і структури сформованої системи у вигляді параметрів моделі функціонального завдання (моделі скоригованого прецеденту) на основі поточної інформації у вигляді вхідних і вихідних даних, відображених в логі подій, з метою досягнення певного, оптимального стану наскрізних бізнес-процесів при початковій їх невизначеності.

Сформовані вихідні дані, вхідні дані і прецеденти вносяться в базу прецедентів ІС, що є компонентом її інформаційного комплексу, а процедури вибору, коригування, порівняння та прогнозування наслідків застосування прецеденту-аналога формуються у вигляді комплексу математичних моделей, що належить до математичного комплексу ІС.

Використання елементів адаптації на етапі 5 фактично дає змогу реалізувати адаптивне управління об'єктом. Це ґрунтується на особливостях адаптації процесу зміни параметрів і структури математичного комплексу ІС у вигляді параметрів моделі функціональної задачі (моделі скоригованого прецеденту) на основі поточних вхідних і вихідних даних, відображених в поточному прецеденті з метою досягнення певного оптимального стану ОУ при початковій невизначеності у мінливих умовах його роботи.

Адаптивною називають таку систему, яка може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Така система зберігає працездатність за непередбачуваних змін властивостей ОУ, цілей управління або навколишнього середовища шляхом зміни алгоритму свого функціонування, програми поведінки або пошуку оптимальних станів [200, 201].

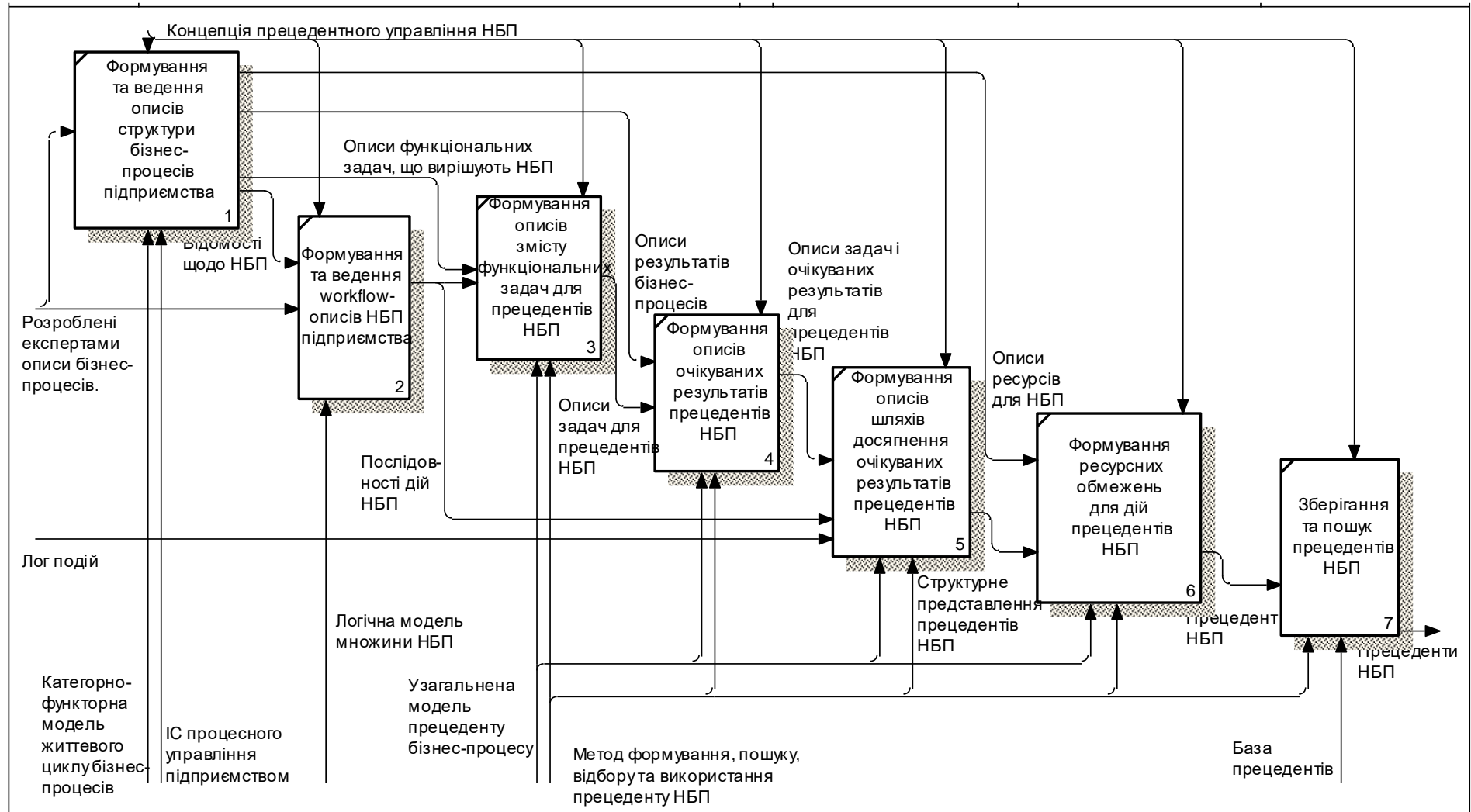


Рисунок 3.3 – Інформаційна технологія побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів

З огляду на специфіку функціонування конкретного підприємства, для реалізації його адаптивного управління на основі прецедентів необхідно в межах функціональності ІС застосовувати прецеденти-аналоги у різних її підсистемах з можливістю коригування моделей функціональних задач, що входять до математичного забезпечення ІС.

3.2 Розробка методу синтезу прецедентів бізнес-процесу з використанням Process Mining и Enterprise Dynamics

Організація моніторингу, управління, а також інформаційного, ресурсного та інших видів супроводу бізнес-процесів ґрунтується на використанні моделей таких процесів. Водночас формалізований опис «ідеального» (вдосконаленого) процесу може відрізнитися від реалізованого на практиці алгоритму дій. У зв'язку з цим актуальною є задача розробки моделей реально виконуваних бізнес-процесів на основі аналізу даних, що відображають послідовність їх дій. Отримана таким чином модель може бути застосована у вирішенні подальшої задачі: візуального контролю і аналізу процесів виявлення «вузьких місць» бізнес-процесу і пошуку способів його вдосконалення.

Підтримку процесу розробки моделі та її вдосконалення забезпечує ІС через формування журналу подій, у якому фіксуються відомості щодо реальних проблем бізнес-процесу, стану об'єкта, показників, критеріїв тощо. Для реалізації цих проблем необхідно застосувати відповідні методи, інструментальні засоби моделювання, які дадуть змогу розробити різні варіанти вдосконалення початкової моделі до моменту зміни стану модельованого бізнес-процесу.

Інструментальні засоби бізнес-аналізу (BI, business intelligence) дають змогу ухвалювати рішення на основі даних про події, проте їх застосування

зазвичай обмежене тільки формуванням звітів або наданням довідкових даних [80,85].

До таких засобів, зокрема, відносяться:

- «моніторинг бізнес-активності» (BAM; business activity monitoring);
- «моніторинг ефективності підприємства» (CPM, corporate performance monitoring);
- «безперервне вдосконалення процесів» (CPI, continuous process improvement);
- «аналіз бізнес-процесів» (BPI, business process intelligence).

Але ці засоби є процесно-орієнтованими, не охоплюють процес загалом, а призначені тільки для отримання даних при оперативному управлінні. На відміну від них, інструментальні засоби управління бізнес-процесами (BPM, business process management) дають змогу за допомогою відповідних моделей аналізувати поточні і плановані процеси, проте ці моделі не відповідають реальним даним процесу. Тому результати такого аналізу не відповідають реальному стану процесу, оскільки вони отримані на основі ідеальної моделі [202].

Мета аналізу бізнес-процесу полягає не тільки в одноразовому розробленні статичної моделі, але й у формуванні динамічної моделі на основі актуальних даних для аналізу і прогнозування поведінки бізнес-процесу.

Задача аналізу бізнес-процесу полягає не у визначенні траєкторії процесу, а у встановленні послідовності, часу виконання, організації та використання ресурсів, виборі екземпляру процесу (case) тощо. Аналіз процесів відрізняється від аналізу даних (data mining) тим, що він досліджує паралельність і точки вибору, які не визначаються наявними алгоритмами data mining, тому необхідно застосовувати організаційне моделювання, що дає змогу ототожнювати події з елементами моделі (event correlation). Водночас модель бізнес-процесу, розроблена на основі логу подій, і відновлювана модель – це різні моделі. За відновлюваною моделлю можна

прогнозувати час завершення виконання замовлення на певній стадії його виконання.

Для реалізації методу аналізу бізнес-процесів початковим етапом є опис життєвого циклу управління бізнес-процесами. Для цього визначимо його стадії, зображені на рис. 3.4. До них слід віднести: визначення цілей і вимог, проектування, впровадження та реалізацію.

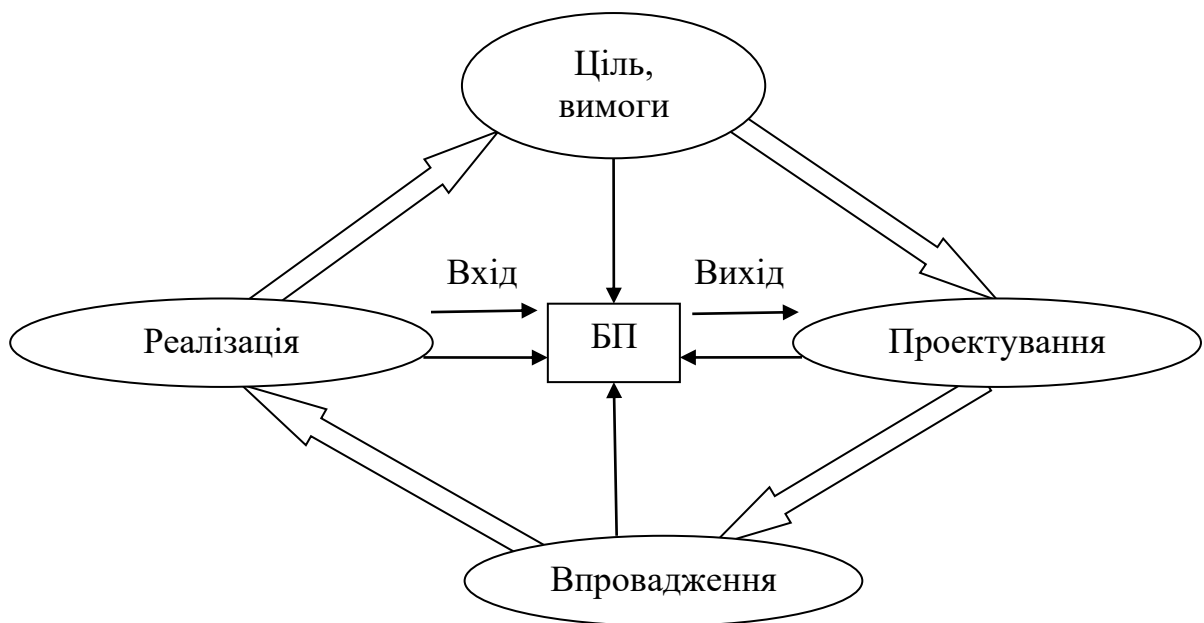


Рисунок 3.4 – Стадії реалізації життєвого циклу бізнес-процесу

Однак на практиці поведінка бізнес-процесу відрізняється від запланованої через вплив великої кількості факторів і насамперед через уточнення висунутих вимог. Тому в межах реалізації життєвого циклу бізнес-процесу виділимо такі фази управління: планування, облік, контроль, аналіз і регулювання.

Планування здійснюється техніко-економічним відділом, облік і контроль – виробничим відділом, аналіз відхилень і причин – аналітичним відділом, регулювання – виробничо-диспетчерським відділом. Якість виконуваних робіт на кожній фазі управління, що здійснюються цими

структурними підрозділами, в кінцевому підсумку визначає ефективність перебігу бізнес-процесів на підприємстві.

Неправильне формування відповідних планів, несвоєчасний контроль і проведення аналізу причин відхилень і запізнення з коригуванням відповідних планів виробництва призводить як до зриву виконання замовлень у окремих елементах виробничого циклу, так і до невиконання завдань загалом, невипуску продукції на ринок, неотримання прибутку.

Взаємозв'язок між фазами управління, полягає в тому, що при виконанні всіх фаз можна отримувати версії процесів такого управління, і якщо їх результат не дотримується встановлених вимог, то цикл управління повторюється до отримання необхідної версії.

За умови застосування методів, моделей та інструментальних засобів моделювання у фізичному управлінні бізнес-процесом є можливість реалізації будь-якої функціональної задачі щодо фаз управління [79,80,91]. До таких задач відносимо: проведення маркетингових досліджень, оперативного і календарного планування, управління обладнанням, інструментальним і матеріально-технічним забезпеченням, кадрами, роботою з постачальниками і споживачами, контроль якості випуску продукції тощо. Наприклад, реалізація функціональної задачі «управління портфелем замовлень» на продукцію зумовлює розв'язання фактично п'яти функціональних задач.

У першій фазі управління портфелем замовлень реалізується функціональна задача планування випуску продукції з встановленням планових показників на всіх замовленнях.

У другій фазі реалізується функціональна задача обліку фактичних показників виконання портфеля замовлень.

У третій фазі реалізується задача контролю виконання параметрів замовлення через порівняння планових і фактичних параметрів.

У четвертій фазі за наявності відхилень у виконанні портфеля замовлень проводиться аналіз таких відхилень, які можуть бути пов'язані з

порушеннями технології виробничого процесу, роботою обладнання, помилками операторів, якістю матеріалів тощо. Цей аналіз дає змогу розробити комплекс організаційних, технічних та інших заходів, що сприяють запобіганню таких відхилень.

У п'ятій фазі проводиться регулювання (перепланування) бізнес-процесу.

З огляду на характеристики предметної області, є можливість моделювати процес управління всіма фазами перед запуском замовлення, ввівши ймовірні відхилення з різних причин, прогнозування їх усунення за відповідними версіями. Оскільки процес моделювання проводиться з використанням обчислювальних засобів, кількість таких версій визначається, насамперед, обґрунтованістю прогнозованих причин відхилень. Отже, процес планування замовлення і випуску продукції може бути здійснений у відповідній імітаційній моделі до отримання конкретних параметрів кожного замовлення, зважаючи на фактичні характеристики всіх компонентів, що впливають на їх виконання.

Опишемо життєвий цикл фаз управління бізнес-процесами математичною моделлю. Класичні математичні методи не дають змоги на формальному рівні описати все різноманіття процесів, які виконуються різними структурними підрозділами, в межах реалізації відповідних фаз управління, тому, як і в підрозділі 2.2, застосовуємо категорно-функторний опис моделі [169,171].

За аналогією, як і в підрозділі 2.2, отримавши категорії процесів по всіх фазах управління:

$$- \text{планування} - L^{pl} = \langle A_{pl}, B_{pl}, C_{pl}, \phi_{A_{pl}}, \phi_{B_{pl}}, \phi_{C_{pl}} \rangle,$$

$$- \text{обліку} - L^{re} = \langle A_{re}, B_{re}, C_{re}, \phi_{A_{re}}, \phi_{B_{re}}, \phi_{C_{re}} \rangle,$$

$$- \text{контролю} - L^{co} = \langle A_{co}, B_{co}, C_{co}, \phi_{A_{co}}, \phi_{B_{co}}, \phi_{C_{co}} \rangle,$$

$$- \text{аналізу} - L^{an} = \langle A_{an}, B_{an}, C_{an}, \phi_{A_{an}}, \phi_{B_{an}}, \phi_{C_{an}} \rangle,$$

– регулювання – $L^{ad} = \langle A_{ad}, B_{ad}, C_{ad}, \phi_{A_{ad}}, \phi_{B_{ad}}, \phi_{C_{ad}} \rangle$ і відповідні функтори.

Представимо математичну модель життєвого циклу процесів управління у вигляді композиції функторів:

$$\Phi_{L^{ad}}^{L^{pl}} = \langle \Phi_{L^{re}}^{L^{pl}} * \Phi_{L^{co}}^{L^{re}} * \Phi_{L^{an}}^{L^{co}} * \Phi_{L^{ad}}^{L^{an}} \rangle. \quad (3.9)$$

Розроблені моделі у вигляді категорій даних процесів і функторів дозволяють на системному рівні розглядати процеси управління по всіх фазах як окремих бізнес-процесів, так і підприємства в цілому [203,204].

При цьому ефективне управління такими процесами можливе при наявності необхідної інформації про них. Ця інформація може бути залучена з відповідної бази даних ІС для аналізу та управління бізнес-процесами, що називають процесом видобутку даних [205]. Процес видобутку даних спрямований на поліпшення бізнес-процесів з використанням методів аналізу даних [206]. Таким чином, процес видобутку даних знаходиться між інтелектуальним аналізом даних і моделюванням процесу. Кінцевою метою процесу видобутку даних є виявлення корисних знань, даних з метою розуміння і вдосконалення бізнес-процесів підприємства через застосування відповідних інструментальних засобів.

Для аналізу даних використовуємо технологію Process Mining. Застосування Process Mining для моделювання бізнес-процесів, насамперед, пов'язане з розв'язанням таких задач: аналіз неефективності виконання фактичних процесів у порівнянні із заданими, де і в яких елементах процесу з'являються тупикові ситуації, виявлення причин появи тупиків, які зміни на певному кроці вплинуть на наступні, яким чином можна здійснити реінжиніринг процесу, визначити ймовірність ризику появи вузьких місць, яким чином реальна поведінка кінцевих користувачів ІС відрізняється від запланованої, наскільки ефективно визначено взаємодію кінцевих

користувачів за умови реалізації функцій підтримки бізнес-процесу, які проблеми виникають у користувачів в роботі з ІС тощо.

Можливість управління бізнес-процесом, насамперед, пов'язана із застосуванням або розробкою ІС або інформаційної технології, що забезпечують інформаційну, математичну, технічну та іншу підтримку користувачів у моделюванні та реінжинірингу бізнес-процесів. Оскільки на процес реалізації бізнес-процесу впливає велика кількість факторів, пов'язаних як з вдосконаленням предметної області, що передбачає застосування сучасних виробничих технологій, інструментів, обладнання, а, отже, і висококваліфікованого персоналу, так і з необхідністю розроблення або вдосконалення компонентів експлуатованої ІС.

Процес реінжинірингу зазвичай передбачає отримання оцінки стану наявних бізнес-процесів, що вимагає наявності їх моделей. Для такого аналізу найефективнішим засобом є Process Mining.

Для здійснення реінжинірингу бізнес-процесу застосовуються різні методи, наприклад, експертні методи, методи нечіткої логіки, структурного аналізу тощо, які дають змогу тією чи іншою мірою отримати адекватну (вдосконалену) модель бізнес-процесу. Однак вони не дають змогу здійснити: аналіз перебігу бізнес-процесу, визначення «вузьких місць» і причин їх виникнення, зміну процесів, моделювання сценаріїв поведінки тощо.

Процес реінжинірингу бізнес-процесу пов'язаний із отриманням та обробкою структурованих, частково структурованих або неструктурованих даних, що формуються і оброблюються ІС. Однією з основних проблем є задача вилучення з множини відомостей про процеси, що містяться в інформаційному комплексі ІС, так званих корисних даних з використанням Process Mining.

Наявні ІС спрямовані на підтримку функцій кінцевих користувачів у формуванні варіантів рішень, звітів, рекомендацій на основі даних, що фіксуються в базі даних, додатках і журналах операційних систем і СУБД, у

вирішенні функціональних завдань, визначених функціональністю ІС. Однак у користувачів немає комплексного уявлення як про окремі, так і про усі бізнес-процеси. Тому для вирішення цих проблем застосовуємо технологію Process Mining. Особливість такого підходу полягає у тому, що Process Mining описує реальні процеси без обліку суб'єктивних думок власників процесів у журналі поді.

Виділяють три етапи життєвого циклу такої технології [94, 205].

Етап 1. Виявлення (Discovery) – виявлення процесів, що означають розробку моделі бізнес-процесу за записами, що зберігаються в ІС щодо його реального стану.

Застосування α -алгоритму, генетичних та евристичних алгоритмів дає змогу автоматично отримати реальну модель бізнес-процесів. Така модель може бути представлена в нотації Enterprise Dynamics або мережах Петрі. Для простих моделей застосовується α -алгоритм, для складних – евристичні та генетичні алгоритми.

Етап 2. Встановлення відповідності (Conformance checking) – перевірка відповідності розроблених моделей до конкретних бізнес-процесів, встановлення факту відхилення конкретного процесу від прогнозованого з установами причин відхилення тощо.

Етап 3. Вдосконалення (Enhancement) моделі з метою підвищення її спроможності вибрати раціональне управління бізнес-процесами. Взаємозв'язок між цими етапами розроблені та вдосконалені моделі бізнес-процесів з використанням ІС та її забезпечуючих комплексів зображений на рис. 3.5.

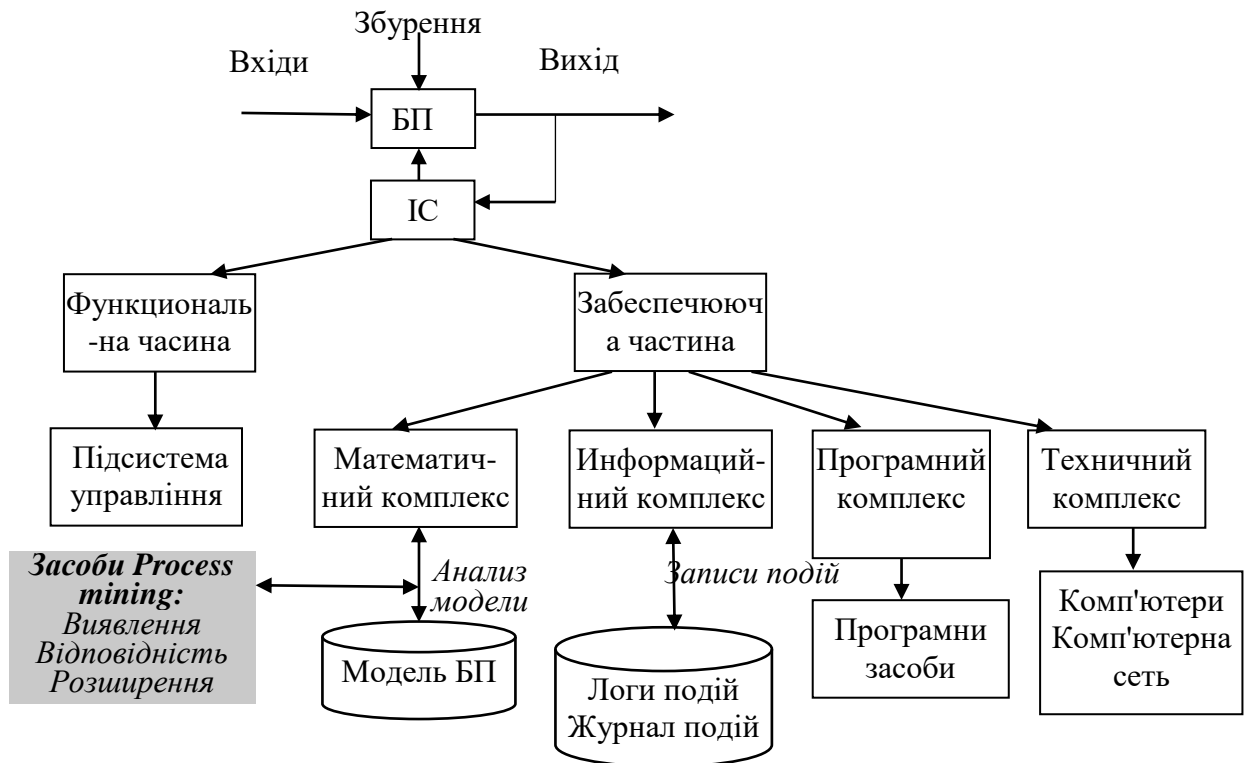


Рисунок 3.5 – Взаємозв'язок етапів технології Process Mining з використанням інформаційної системи

Розв'язання задачі вдосконалення цього процесу здійснюється через його реінжиніринг із застосуванням методів кластеризації та евристичних методів для виявлення структури потоку бізнес-процесів і його відповідності до взаємозв'язків структурних підрозділів у реалізації бізнес-процесів, розроблення дерева рішень, прогнозування тимчасових циклів, визначення оптимального часу запуску процесу, оцінки стану його завершення і його відповідності поставленим цілям і стратегії діяльності підприємства [207-211].

Реалізація цього етапу дає змогу змінювати або розширювати апріорну модель. Наприклад, якщо дві події були змодельовані послідовно, але насправді не можуть бути виконані, то модель буде змінена. Інший приклад: використовуючи час, зафіксований у журналі подій, можна розширити

модель додаванням часу пропускнуї здатності, рівня обслуговування, «вузьких місць» тощо

На підставі аналізу змісту етапів Process Mining виділяють такі її можливості:

- організаційні – передбачають виявлення прихованих ресурсів: реструктуризацію підрозділів підприємства, зміну функцій працівників на підставі даних у журналах логів;

- управління потоками робіт з метою визначення послідовного або паралельного виконання робіт у нотаціях мереж Петрі, EPC, BPMN, ADUML;

- визначення характеристик подій в межах порядку їх реалізації і задіяних ресурсів і користувачів;

- синхронізація і час виконання подій, перенесення часу, виявлення «вузьких місць», оцінка рівня обслуговування, контроль використання ресурсів, прогноз часу, що залишився на виконання події (замовлення на випуск продукції).

Водночас кожна подія ототожнюється з конкретною дією, що виконується відповідним процесом. У протоколах даних можуть зберігатися різні відомості про власника процесу, застосовані ресурси, часові мітки, характеристики замовлення, використовуване обладнання, матеріали, що дає змогу при застосуванні методів аналізу процесів розв'язувати не лише задачі аналізу, але й управління процесами.

Процес вдосконалення моделі бізнес-процесу здійснюється циклічно до моменту досягнення найкращого результату. Аналізуючи взаємозв'язок складових Process Mining, можна зробити висновок, що для реалізації «виявлення» вхідними даними є дані з журналу подій, а виходом – реальна модель бізнес-процесу, для етапу встановлення відповідності входом є дані з журналу подій і модель бізнес-процесу, а виходом – результати діагностичного аналізу відповідності розроблених моделей і реального перебігу бізнес-процесу, для етапу «вдосконалення» входом є дані з журналу

подій, метрика відповідності та модель бізнес-процесу, а виходом – нова вдосконалена модель бізнес-процесу (рис 3.6).

Для отримання моделі бізнес-процесу, вдосконаленої його моделі, в межах реалізації процесу видобутку необхідно мати актуальні відомості про бізнес-процеси, які фіксуються у базах даних ІС як протоколи її роботи.

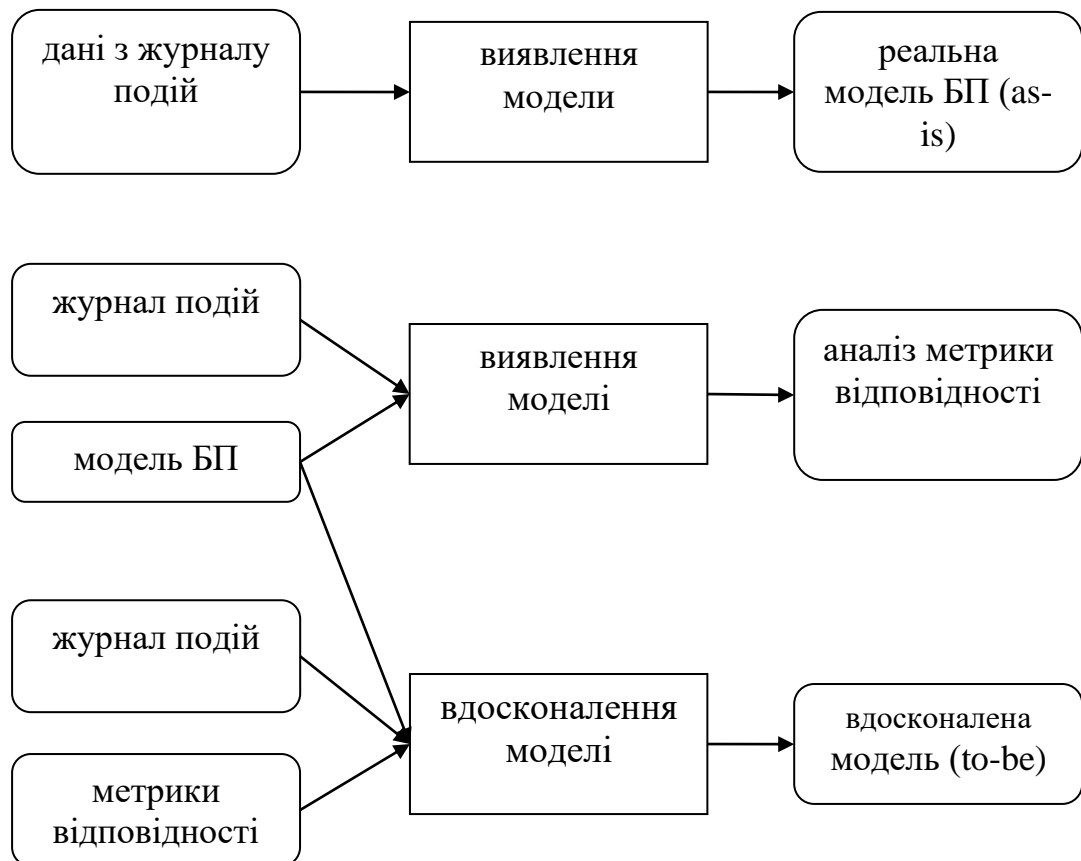


Рисунок 3.6 – Схема зв'язку компонентів Process Mining по вхідних і виходах

Ці відомості визначаються повнотою опису подій і вимогами, а також застосуванням відповідного методу. До них відносяться такі:

- події, записані в протоколі, мають бути повною мірою ідентифіковані з конкретним процесом;
- події мають бути впорядковані за часом їх виконання;
- події мають відрізнятися за певними ознаками.

Тому для певної предметної області необхідно розробити шаблон (рисунок) формату логу подій, за яким можна було б формувати відповідні бази даних.

Формат логу подій представимо матрицею подій, у якій події як сутність мають відповідні атрибути.

Графічно формат логу подій представлений на рис. 3.7.

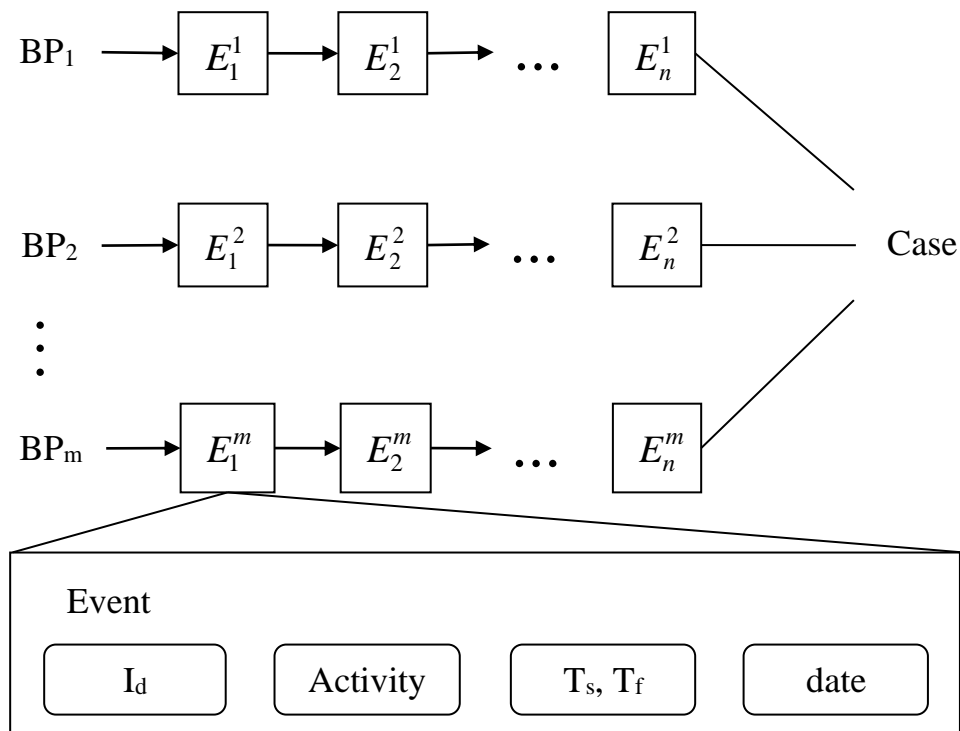


Рисунок 3.7 – Схема логу подій

Необхідно відзначити, що кількість атрибутів, що характеризують події конкретної області, може змінюватися, наприклад, додаванням ресурсів, що визначають, хто або що забезпечує виконання роботи, а також визначенням функцій (ролей) учасників бізнес-процесу тощо.

Модель логу подій представимо таким виразом:

$$M_L = \langle E, C \rangle, \quad (3.10)$$

де E – події;

C – дії для екземпляру бізнес-процесу (Case).

Водночас модель події має розширений вигляд:

$$M_E = \langle l_d, A, T_{s,f}, D \rangle, \quad (3.11)$$

де l_d – ідентифікатор події;

A – робота, яку виконує співробітник у межах цієї події;

$T_{s,f}$ – тимчасова мітка (Timestamp) початку (start) і закінчення (finish)

дії;

D – дані про час роботи, простій тощо.

Треба зазначити, що кількість атрибутів, які характеризують події конкретної області, може змінюватися, наприклад, додаванням ресурсів, що визначають, хто або що забезпечує виконання роботи, а також визначення функцій (ролей) учасників бізнес-процесу тощо.

Для розв'язання другої задачі отримання моделі бізнес-процесу, пропонуємо виконати імітаційне моделювання процесів реалізації моделей бізнес-процесів.

Застосування імітаційних моделей надає значну кількість переваг користувачам у порівнянні з проведенням експериментів над реальною системою [212-217].

До таких переваг відносять:

1. Вартість. Припустимо, що підприємству необхідно ввести або змінити той чи інший бізнес-процес, що пов'язано зі значною кількістю витрат на організаційні і, насамперед, технічні заходи. Прийняти обґрунтоване рішення дає змогу імітаційна модель, витрати на застосування якої складаються лише з мінімальної вартості експлуатації комп'ютерної мережі.

2. Час. Оцінити ефективність зміни організаційної структури підприємства або її елементів можливо лише через кілька тижнів або місяців. Але імітаційна модель дає змогу визначити оптимальність таких змін за лічені хвилини, при проведенні експерименту.

3. Повторюваність. Проблема швидкої реакції підприємства на зміну ситуації, на попит продукції має бути вирішена у встановлений час з урахуванням великої кількості взаємопов'язаних факторів. За допомогою імітаційної моделі можна провести необмежену кількість експериментів з різними параметрами, щоб визначити найкращий варіант.

4. Точність. Традиційні розрахункові математичні методи зумовлюють застосування високого ступеня абстракції і не враховують важливих деталей. Імітаційне моделювання дає змогу описати структуру процесу в природному вигляді, не вдаючись до використання формул і строгих математичних залежностей.

5. Наочність. Імітаційна модель має можливості візуалізації, реалізації бізнес-процесів у часі, схематичного встановлення їх структури і отримання результатів у графічному вигляді. Це дає змогу наочно представити отримане рішення як користувачам, так і іншим учасникам експерименту для моніторингу, аналізу та регулювання процесу.

6. Універсальність. Імітаційне моделювання дає змогу розв'язувати задачі у будь-яких галузях: виробництва, логістики, фінансів, охорони здоров'я та багатьох інших. У кожному разі модель імітує, відтворює реальні процеси і дає змогу проводити значну кількість експериментів без впливу на реальні об'єкти.

Приклад застосування імітаційного моделювання бізнес-процесів при виконанні замовлення, представлений в Додатку Г.

Для реалізації розглянутих задач на окремих етапах технології Process mining використовуємо інструментальний засіб Enterprise Dynamics, який надає користувачам можливість моделювання, імітації, візуалізації та моніторингу динамічних бізнес-процесів з реалізацією на кожному етапі

інтелектуального аналізу процесів. Застосування Enterprise Dynamics в етапах Process Mining дає змогу моделювати бізнес-процеси перед їх реальним виконанням на виробництві, що дає змогу здійснити аналіз якісних і кількісних параметрів процесів, що відбуваються, оцінити і внести відповідні зміни в модель бізнес-процесу [218-220].

На етапі розпізнавання в нотації Enterprise Dynamics через візуалізацію процесу і потоків даних розробляється реальна модель бізнес-процесу. Водночас, залежно від складності модельованого процесу, для отримання моделі використовуються методи видобутку даних (генетичні, евристичні алгоритми, α -алгоритми). Багаторазове моделювання процесу дає змогу за допомогою моделі виявити «вузькі місця» процесу, причини їх появи, варіанти їх усунення без додаткових реальних відомостей про стан процесу. Крім того, є змога з використанням якісних, кількісних і якісно-кількісних показників провести тестування процесів з метою рекомендації щодо видалення непотрібних (дублюючих) петель. Якщо моделюються процеси, які вимагають обов'язкового використання відомостей про реальні події, то Enterprise Dynamics дає змогу візуально проаналізувати отримані результати, швидко внести зміни в реальній моделі «as is», знову «програти» модель на підставі нових даних перед тим, як тестована ситуація встигне змінитися (не змінилися значення її параметрів). Отже, застосування Enterprise Dynamics на всіх етапах Process Mining дає змогу багаторазового оновлення значень параметрів моделі взятих з реальних подій, що дає нагоду скоротити час розробки моделей без зниження ефективності процесу отримання моделі, що відповідає перебігу реального процесу.

Схема вдосконалення моделі бізнес-процесу зображена на рис. 3.8.

Основною проблемою управління бізнес-процесами є складність системного переосмислення неправильності його перебігу. Тому в розробці моделі поточного бізнес-процесу (as-is) необхідно на формальному рівні у вигляді тексту, таблиць, графіків встановити стан процесу якісними або кількісними його параметрами, і якщо вони не збігаються зі встановленими,

то, як зображено на рис. 3.9, необхідно перейти до вдосконаленої моделі бізнес-процесу (to-be).

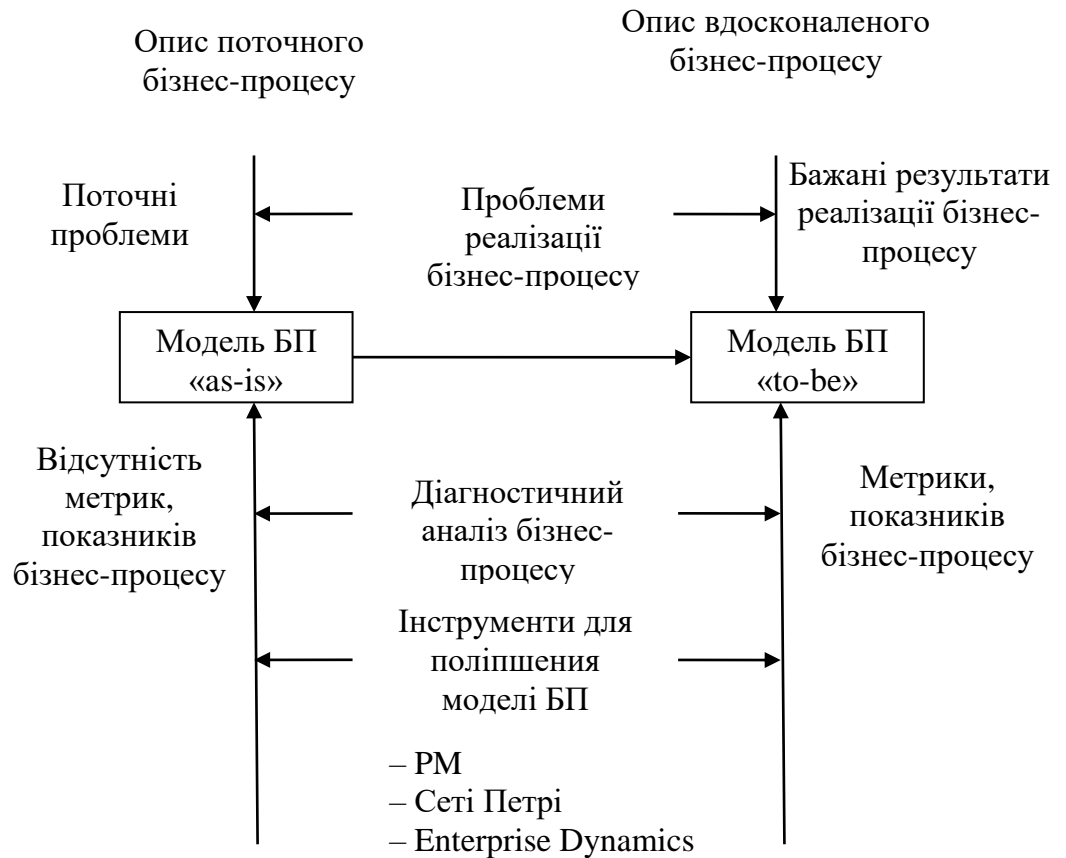


Рисунок 3.8 – Схема вдосконалення моделі бізнес-процесу

Формування прогнозованих показників бізнес-процесу і оцінка можливостей їх досягнення має здійснюватися на етапі діагностичного аналізу. Вибір методів, моделей розробки поліпшеної моделі, визначається специфікою предметної області, представленій множиною бізнес-процесів. Серед таких методів, моделей є: метод кластеризації, евристичний метод, метод дерева рішень, методи і моделі оптимізації тощо У наведеній постановці фактично розв'язується задача реінжинірингу бізнес-процесу, за циклами, до отримання необхідних параметрів. Певною мірою цей процес можна порівняти з адаптивним управлінням об'єктом, оскільки за аналогією здійснюється зміна параметрів реальної моделі.

Опишемо метод синтезу Enterprise Dynamics і технології Process Mining такими етапами [221].

Етап 1. Опис предметної області, встановлення цілей, призначень, проблем реалізації бізнес-процесів, аналіз реакції на них зовнішнього середовища, можливості отримання повної і достовірної інформації для розроблення реальної моделі «as is».

Етап 2. Розробка реальної моделі процесу «as is». Для цього з лог-файлів ІС витягуються дані, за якими з використанням методу видобутку даних здійснюється розробка бізнес-моделі. Водночас події треба описувати відповідно до вимог ідентичності, впорядкованості та різнотипності. Якість даних має бути статистично перевіреною за головними показниками бізнес-процесу.

Етап 3. Встановлення відповідності між моделлю «as is» та цілями реалізації бізнес-процесу, встановлення місцевих відхилень, вузьких місць, поправок з використанням імітаційної моделі, розробленої в нотації Enterprise Dynamics.

Етап 4. Створення вдосконаленої моделі (to be) через багаторазове моделювання перебігу бізнес-процесів для реалізації за отриманими метриками відхилень режимів їх реалізації, відсікання петель, дублювання, виявлення «вузьких місць» та причин їх виникнення. Застосування методів оптимізації для вирішення задач щодо ліквідації вузьких місць зміною процесу або перерозподілом ресурсів, до тих пір, коли усі вузькі місця будуть ліквідовані і реалізація бізнес-процесів буде поліпшена.

Етап 5. Вибір удосконалених моделей оптимізації бізнес-процесів, зважаючи на особливості їх реалізації.

Етап 6. Візуалізація оптимізаційних моделей бізнес-процесів за допомогою Process Mining і Enterprise Dynamics.

Етап 7. Апробація і оцінка отриманих моделей оптимізації бізнес-процесів.

Таким чином, розроблений метод синтезу Enterprise Dynamics і технології Process Mining, розглянута технологія Process Mining, етапи її життєвого циклу і їх взаємозв'язок стосовно до задачі реінжинірингу бізнес-процесу. Реалізація моделі задачі реінжинірингу бізнес-процесу безпосередньо пов'язана з наявністю відповідних даних, що зберігаються в базі даних. Процес взаємозв'язку Enterprise Dynamics з базами даних представлений в Додатку В.

3.3 Розробка алгоритму вибору і коригування моделі прецеденту-аналога в задачах управління бізнес процесами.

Одним з етапів розробленого в підрозділі 3.1 методу формування, вибору, коригування та збереження прецеденту бізнес-процесу є етап визначення подібності моделей прецедентів-аналогів (M_p^a) і поточного прецеденту (M_p^n). Подібність цих прецедентів фактично визначається подібністю їх моделей з використанням відповідних метрик.

Процес пошуку прецеденту зумовлює порівняння ознак моделей прецедентів у вигляді послідовності рішень.

Для отримання необхідного результату, насамперед, необхідно визначити параметри ознак у вигляді відповідних індексів. Ця процедура залежить від специфіки предметної області, множини її бізнес-процесів, що підтримуються процесами розв'язання відповідних функціональних задач (наприклад, розв'язання маркетингових задач, визначення портфеля замовлень на продукцію, оцінка технічного стану обладнання, що застосовується у виробничому процесі тощо).

Звісно ж, треба вибрати такі індекси для ознак, які повною мірою враховували б специфіку цих задач у відповідній предметній області. У [95] наведено чотири характеристики індексів ознак:

– спрямованість: індекси мають бути спрямованими на досягнення мети.

– абстрактність: індекси мають бути досить абстрактними, щоб прецедент міг бути застосований у різних запитах;

– конкретність: індекси мають бути розпізнавані в інших ситуаціях без подальшої обробки;

– повноцінність: індекси мають бути здатні диференціювати прецеденти;

Досліджуючи, наприклад, особливості ІС в рамках складу її функціональних підсистем (маркетингу, планування, оцінки стану обладнання і т.д.), можна зробити висновок про те, що для відповідних підсистем і задач необхідно використовувати різні види індексів.

Наприклад, індекс ознак обладнання (готовність, відмова, пошкодженість) може мати булеве значення 0 або 1, а в організаційних задачах необхідне більш розширене формулювання ознак моделі прецеденту. З цією метою, використовуючи нотації методології SSADM, уявімо специфікацію прецеденту у вигляді шаблону (патерну) модуля узагальненої структури прецеденту з описом взаємозв'язків вхідних, вихідних керуючих параметрів (дій) і використовуваних ресурсів.

Цей патерн зображено на рис. 3.9. Входами модуля є дані про призначення задач, що реалізуються у певній предметній області.

Дії характеризуються параметрами, що містять інформацію щодо цілі та опису задачі (Zs), а також методів, моделей її розв'язання (Ps).

Дані про ресурси містять відомості щодо інструментальних програмно-апаратних засобів, фахівців, що забезпечують процес розв'язання задачі (Rp).

Вихідні параметри містять дані про результати виконання задачі (Gs).

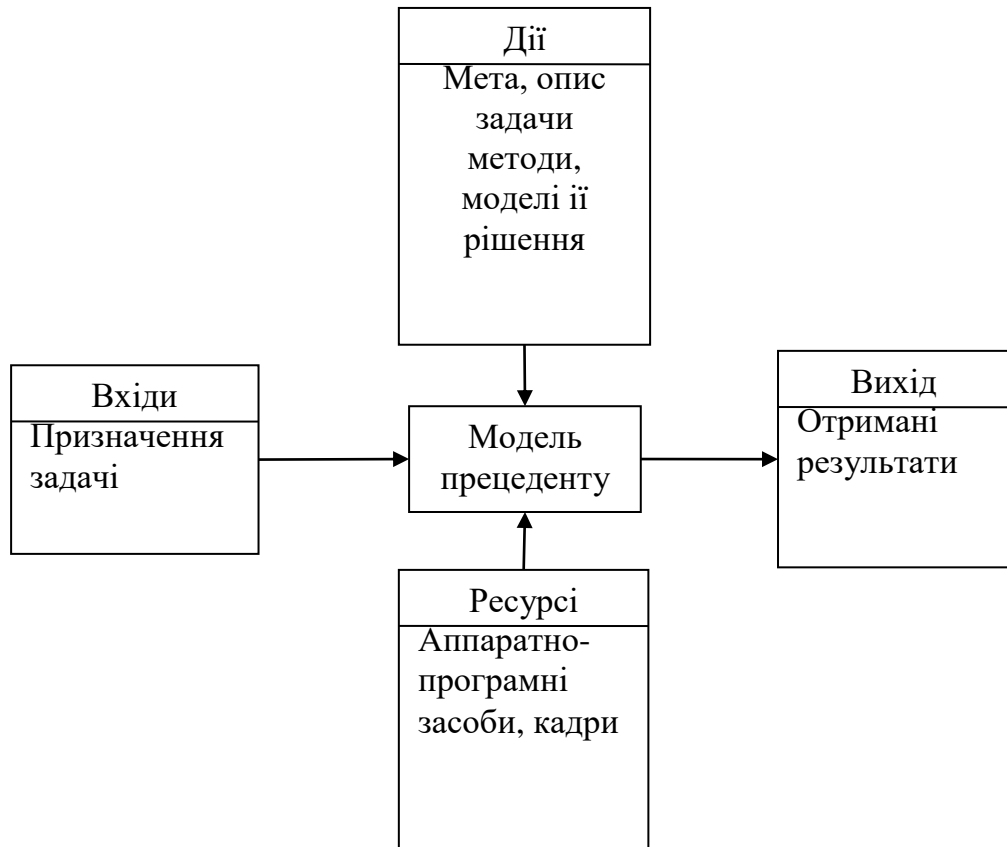


Рисунок 3.9 – Шаблон модуля узагальненої структури прецеденту

Така структура модуля дає змогу описувати специфікації як поточного, так і прецеденту-аналога у різних предметних областях, які визначаються специфікою реалізованих функціональних задач, а отже і функціональністю ІС.

Тому індекс ознаки повинен, зокрема, враховувати:

- властивості (s);
- значення (a);
- важливість (b);
- обмеження (c) на властивості ознак.

Звичайно, що індексування відноситься до кожної ознаки (компонента) моделі прецеденту, як зображено на рис.3.10.

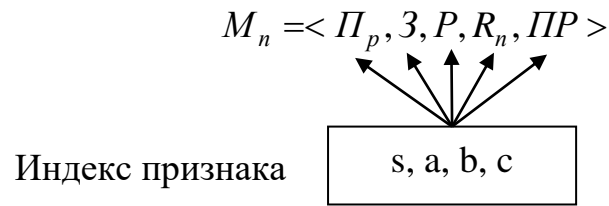


Рисунок 3.10 – Індекссування ознак моделі прецеденту

Важливість індексування ознак прецедентів пов'язана з тим, що вони будуть занесені в базу даних або знань залежно від їх представлення у вигляді тексту, фрейму або числа. Формалізація індексів ознак у вигляді їх атрибутів здійснюється експертами, якими є кінцеві користувачі, що мають повне уявлення щодо предметної області, в якій реалізуються функціональні задачі.

Формування атрибутів ознак дає змогу представити прецедент як образи прецедентів-аналогів і поточного прецеденту, що дає змогу здійснити процедуру визначення їх близькості або подібності за кожною ознакою. Для цього вводиться метрика всіх ознак кожного з прецедентів (образів) з подальшим їх порівнянням.

Існують різні метрики визначення подібності образів, що застосовуються у різних предметних областях, серед яких є: Евклідовий простір, Манхетнська метрика з кількісним типом ознак тощо.

Ці метрики використовуються в таких системах виведення за прецедентами: CYRUS, CHEF, PROTOS, KATE TOOLS, у програмних продуктах CBR Express і CASE Point, Aprion, DP Umbrella, що застосовуються у різних предметних областях, пов'язаних, наприклад, з визначенням перспективних досліджень, діагностичних систем, а також у системах планування, прийняття рішень за аналогією до Prodigy/Analogy [101], експертних системах [102,103].

Складність визначення близькості прецедентів пов'язана, насамперед, з об'ємами простору пошуку, тому застосовують різні підходи, методи, методики, що дають змогу звужити цей простір, стягуючи простір образів у

вигляді гіперкуба. Тоді за набором ознак образу поточного прецеденту, що потрапляє в область гіперкуба, здійснюється його порівняння з образами схожих прецедентів.

Для реалізації цього процесу всі образи прецедентів-аналогів розбиваються на певні класи. Водночас має враховуватися невизначеність ознак, які визначаються та встановлюються розробниками (системними аналітиками) ІС. Це можна пояснити тим, що тільки вони розуміють усі аспекти процесу розв'язання задачі, починаючи з постановки задачі, її розв'язання і реалізації розробленої прикладної програми з використанням компонентів комп'ютерної мережі.

Близькість між образами поточного прецеденту і прецеденту-аналога визначається функцією відстані між ознаками a і b :

$$d(\bar{a}, \bar{b}) = \sum_{i=1}^N w_i n(a_i, b_i) / N, \quad (3.12)$$

$$n(a_i, b_i) = \begin{cases} \text{кількісні} & \begin{cases} 1, \text{ якщо } (a_i - b_i) < \xi \\ 0, \text{ інакше} \end{cases} \\ \text{якісні} & \begin{cases} 1, a_i = b_i \\ 0, a_i \neq b_i \end{cases} \end{cases}, \quad (3.13)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт i -ї ознаки, визначається експертами;

$n(a_i, b_i)$ – функція порівняння значень ознак (наявність ознаки – 1, відсутність – 0);

N – кількість ознак,

ξ – обмеження на відмінність між значеннями ознак.

Оскільки ознаки мають різний характер встановлення, необхідно провести їх нормування за відповідною групою k :

$$a_{ik} \rightarrow \frac{a_{ik} - \min_k a_{ik}}{\max_k a_{ik} - \min_k a_{ik}}. \quad (3.14)$$

Однією з проблем вибору моделі прецеденту-аналога з відповідної бази даних прецедентів є її обсяг. Однак, з огляду на специфіку функціональності ІС, яка визначається кількістю функціональних підсистем і функціональних завдань, що входять до них, спростимо проблему обсягу такою процедурою пошуку прецеденту-аналога за ознаками поточного прецеденту. Водночас, при формуванні бази прецедентів має виконуватися умова наявності в них однакових ознак. Отже, образи поточних прецедентів повинні мати такі ж ознаки. Тоді різниця між образами прецедентів-аналогів і поточними прецедентами буде визначатися значеннями їх ознак [222,223].

Крім того, повинна виконуватися така послідовність порівняння ознак:

- 1) пошук прецеденту за ознакою предметної області, тобто встановлення, у якій функціональній підсистемі знаходиться функціональна задача;
- 2) якщо опис такої задачі знайдений, здійснюється порівняння ознак образів поточного прецеденту і прецедентів-аналогів за індексами відповідних ознак;
- 3) на підставі отриманих оцінок близькості образів прецедентів експерт ухвалює рішення щодо використання моделі поточного прецеденту.

Алгоритм вибору і коригування моделі поточного прецеденту зображений на рис. 3.11 [224].

Цей алгоритм дає змогу вибрати й уточнити модель прецеденту-аналога з використанням шаблону модуля узагальненої структури прецеденту.

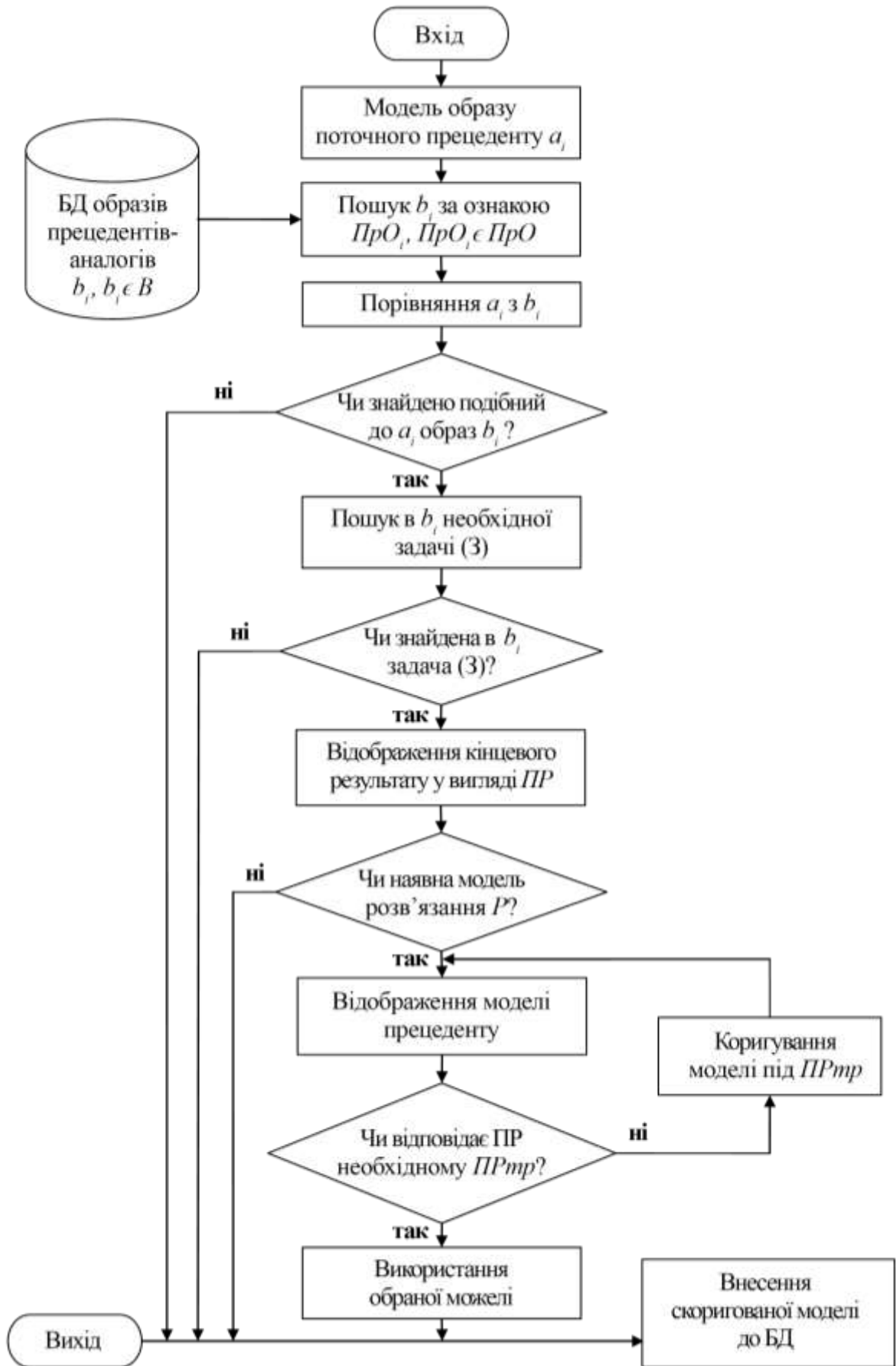


Рисунок 3.11 – Алгоритм вибору і коригування моделі поточного прецеденту

3.5 Висновки до третього розділу

1. Отримала подальший розвиток узагальнена модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу, яка, на відміну від існуючих, містить у собі множину варіантів вирішення функціональної задачі у вигляді послідовності подій як результатів виконання робіт процесу із заданою множиною обмежень для кожного варіанту, а також множину локальних результатів, кожен з яких відповідає одному варіанту вирішення задачі, що дає можливість адаптувати прецедент при управлінні бізнес-процесами шляхом послідовного вибору підмножини результатів та одного з варіантів вирішення задачі відповідно до поточних обмежень предметної області.

2. Удосконалено узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу, який, на відміну від існуючих, містить у собі етапи вибору прецеденту відповідно до цілі та очікуваного результату наскрізного бізнес-процесу, а також адаптації прецеденту з урахуванням ресурсних обмежень, що створює умови для реалізації прецедентного управління множиною взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів. Метод дає змогу сформулювати розв'язання задачі на основі використання технології Process Mining, а також реалізувати адаптивне управління з використанням атрибутів подій, що відображають процес розв'язання задачі.

3. Розроблено метод синтезу Process Mining і Enterprise Dynamics для реінжинірингу різних бізнес-процесів з визначенням методів і моделей, що застосовуються для отримання альтернативних варіантів вдосконаленої моделі. Розроблений метод дає змогу описувати застосування засобів Process Mining і Enterprise Dynamics для моделювання, візуалізації, моніторингу та реінжинірингу бізнес-процесів у різних предметних галузях.

4. Розроблено алгоритм вибору та коригування моделі прецеденту аналога за її відповідністю моделі поточного прецеденту з використанням шаблону модуля узагальненої структури прецеденту.

5. Сформульована процедура індексування ознак моделі прецеденту враховує специфіку предметних галузей дослідження і дає змогу визначити ступінь близькості прецедентів. Якщо моделі прецедентів збігаються в повному обсязі, то особа, яка ухвалює рішення робить висновок про відмову від моделі аналога або здійснюється її коригування що істотно скорочує ресурси і час на отримання адекватної моделі реалізації функціональної задачі.

6. Розроблено прикладну інформаційна технологію формування, вибору і коригування моделі прецеденту. При реалізації технології використовуються методи вибору, порівняння та коригування моделі прецеденту-аналога, синтезу технологій Process Mining і Enterprise Dynamics, моделей прецедентів-аналогів, а також баз даних поточних прецедентів-аналогів.

В даному розділі отримали подальший розвиток результати, представлені в роботах [10, 196, 197, 199, 203, 204, 214-221, 224].

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному списку використаних джерел під номерами [2,10,79,80,84,89,91,94,97,98,101-103,169, 171,183, 186, 190-224,].

4 РОЗРОБКА ІНТЕРВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСУ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ У СКЛАДІ ПРЕЦЕДЕНТУ

Представлені в підрозділі 3.1 загальна модель прецеденту та *узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу* зумовлюють подальшу формалізацію елементів моделі поточного прецеденту, а також розробку методів їх побудови.

У розв'язанні задач застосування і коригування прецеденту-аналога, а особливо у паралельному розв'язанні кількох однотипних задач із використанням одного прецеденту, виникає проблема оцінювання тривалості розв'язання задачі так, щоб вона відповідала обмеженням предметної області.

Така тривалість буде змінюватися в залежності від часу очікування доступу наскрізних бізнес-процесів до конкурентних ресурсів, оскільки він фактично є змінною в зв'язку з його зменшенням або збільшенням при зміні пріоритетів запуску конкуруючих за ресурси наскрізних бізнес-процесів. Особливо це важливо при включенні нового замовлення до складу вже виконуваних наскрізних бізнес-процесів. У зв'язку з цим для вирішення цієї проблеми необхідно перейти від подієвого опису процесу, а також моделей процесу з дискретним часом, до моделей з інтервальним представленням часу, що містить оцінку часу виконання окремих операцій процесу.

Цей розділ присвячений розробці теоретичних засад побудови та представлення процесу вирішення задачі в складі прецеденту. Їх основою є розроблені модель процесу вирішення задачі у складі прецеденту з інтервальним представленням часу, метод її побудови та метод виявлення інтервалів очікування ресурсів бізнес-процесу.

Запропонований в роботі підхід до побудови процесу рішення задачі в складі прецеденту базується на використанні і вдосконаленні методології інтелектуального аналізу процесів (Process Mining), яка передбачає

формування графа послідовності робіт шляхом аналізу логу бізнес-процесу. Лог складається з множини послідовностей подій, що відображають послідовність виконання бізнес-процесу в часі [189,200]. Отриманий методами Process Mining граф послідовності робіт (workflow-граф) включає в себе можливі варіанти виконання процесу без урахування тривалості робіт бізнес-процесу, не дозволяє вирішити задачу прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами в постановці (2.3).

Тому запропонована інтервальна модель процесу вирішення задачі у складі прецеденту, яка містить у собі множини послідовностей подій, що відображає послідовність робіт на наступних рівнях: набір послідовностей подій, що відображають виконання процесу рішення задачі; якісний опис рішення задачі у вигляді графа подій; темпоральний опис вирішення задачі на основі інтервальної моделі

Пропонуємо модель процесу розв'язання задачі з інтервальним представленням часу, що містить підпроцеси у вигляді послідовності строго впорядкованих інтервалів подій.

Розроблено трирівневу узагальнену модель процесу розв'язання задачі, що містить подієве, дискретне та інтервальне представлення послідовності дій процесу. Запропоновано оснований на введених операціях над інтервалами метод інтервального оцінювання часу виконання процесу розв'язування задачі або його фрагменту як елемента прецеденту.

4.1 Розробка методу формування моделі розв'язання задачі з інтервальним представленням часу у складі прецеденту

Основним елементом моделі прецеденту-аналога є процес розв'язування задачі. У ролі рамкового підходу до побудови моделей процесу розв'язування задачі в роботі застосовано методологію інтелектуального аналізу процесів (Process Mining) [205-208]. Загальне обґрунтування щодо використання цієї методології для побудови елементів

прецеденту наведено в розділі 1.

Ключова особливість методології полягає в тому, що модель процесу розв'язування задачі формується на основі інтеграції трас логу. Кожна з трас фіксує одноразове розв'язання задачі у вигляді послідовності подій, що виникають під час процесу. Події відображають виконання дій процесу, і кожна подія зазвичай містить часову позначку.

Отримана модель описує практично реалізовані з урахуванням різних зовнішніх впливів варіанти розв'язання задачі. Зазначені варіанти представлено у вигляді взаємопов'язаних послідовностей подій, що містять розгалуження та не враховують тривалості дій, що спричинили їх появу.

Водночас у виборі відповідного варіанта розв'язання задачі (прецеденту-аналога), відповідно до представленого в підрозділі 3.1 методу, слід враховувати не лише опис проблеми задачі Z , а й обмеження на процес розв'язання задачі. Одним з істотних обмежень є обмеження щодо часу виконання процесу, яке залежить від часу виконання окремих операцій процесу розв'язання задачі.

Тривалість виконання операцій залежить від низки чинників, зокрема:

– варіантів обмежень предметної області $Sa_i \equiv \bigwedge_j Sa_{ij}$;

– непередбачених впливів на перебіг процесу, що передбачають у подальшому зміну послідовності дій і зумовляють отримання альтернативного варіанта розв'язання задачі Gs_i згідно з (3.4).

Прикладом першого чинника є перелік обмежень на матеріальні ресурси, зокрема, допустимого завантаження наявного обладнання. Несправність обладнання є прикладом другого чинника.

Тому в побудові моделі процесу розв'язання задачі у складі прецеденту необхідно здійснити перехід від подій до дій процесу з урахуванням їх часових параметрів.

Кожна дія має визначену тривалість у часі, яку можна оцінити на підставі порівняння часових позначок події, що свідчить про початок дії та її

завершення. На основі розглянутих обмежень тривалість однієї й тієї ж дії для різних трас може відрізнятися.

У загальному вигляді кожна дія процесу може бути відображена в лозі у вигляді декількох подій, а кожна подія відображає зміну в стані процесу. Іншими словами, подія є одним із результатів дії, який переводить процес із попереднього стану в новий.

У процесі побудови моделі процесу слід враховувати злиття різних трас логу, а також помилки й неточності, що виникають під час формування логу, отриманого ІС. Тому часовий інтервал виконання операції в загальному вигляді визначається на основі часових позначок декількох подій.

Запропонований підхід оснований на доповненні отриманої засобами Process Mining моделі процесу інтервальним представленням часу з урахуванням особливостей запису часових позначок у реальних ІС.

Відповідно до цього підходу, процес розв'язання відображається на таких рівнях (рис. 4.1):

- набір послідовностей подій, що відображають виконання процесу розв'язання задачі;
- якісний опис розв'язання задачі;
- кількісний опис розв'язання задачі.

Перший рівень містить множину послідовностей подій, кожна з яких відображає одноразове виконання процесу розв'язання задачі. Кожна подія характеризується набором атрибутів, серед яких:

- назва виконаної дії;
- часова позначка, що містить час виникнення події;
- виконавець дії;
- країна, місто, у якому виконується процес;
- підпроцес (регулярний фрагмент процесу розв'язання), до складу якого входить дія.

На практиці цей рівень зазвичай реалізований у вигляді логу (журналу подій) ІС.

Результуюча модель процесу пошуку оптимального рішення може бути представлена з використанням математичних апаратів мереж Петрі, темпоральних логік, різних алгебр, графів подій а також EPC- і UML-діаграм [225].



Рисунок 4.1 – Рівні опису процесу розв'язання задачі як елемента прецеденту

Якісний опис процесу дає змогу оцінити досяжність підмножини його кінцевих станів.

Таким чином, рівень якісного представлення процесу дає змогу з'ясувати, який набір розв'язань задачі $\{GS_i\} \subseteq GS$ може бути отриманий у результаті виконання процесу за заданих умов зовнішнього середовища

$$\bigwedge_j Sa_{ij}.$$

Цей рівень оснований на дискретному представленні часу і тому не дає змоги оцінити тривалість розв'язування задачі.

Рівень кількісного представлення дає змогу отримати кількісні оцінки часу для альтернативних варіантів процесу розв'язання.

За вихідні дані для пропонованого підходу взято лог процесу розв'язання прецедентної задачі. Лог об'єднує всі реалізовані на практиці варіанти розв'язання задачі:

$$\theta = \{\pi_k\}, k = \overline{1, K}, \quad (4.1)$$

де π_k – траса процесу, що відображає його одноразове виконання.

Кожен процес розв'язання відображений у лозі як траса, що складається з кінцевої послідовності подій, які належать підмножині.

Між подіями цієї послідовності задано відношення переходів \succ :

$$\begin{aligned} \pi_k = & \langle e_{k,1} \succ \dots \succ e_{k,i} \succ e_{k,i+1} \succ \dots \succ e_{k,I} \rangle, \\ i = & \overline{1, I}, e_{k,i} \in E_k, E_k \subseteq E, \end{aligned} \quad (4.2)$$

де E – повна множина подій процесу,

$e_{k,i}$ – дія k -ї траси.

Це відношення зіставляє кожну подію $e_{k,i}$ з наступною подією $e_{k,i+1}$ на трасі π_k процесу розв'язання задачі Z_s .

Оскільки траса процесу π_k фіксує послідовність виконання дій процесу в часі, то для будь-якої пари подій $(e_{k,i}, e_{k,i+1})$, пов'язаних відношенням між переходами, виконується умова рефлексивності (вершини графа мають петлі):

$$e_{k,i} \succ e_{k,i+1} \vee e_{k,i+1} \succ e_{k,i}. \quad (4.3)$$

Отже, це відношення є антирефлексивне. З цієї ж причини відношення \succ має властивість транзитивності:

$$e_{k,i} \succ e_{k,i+1} \succ e_{k,i+2} \equiv \langle e_{k,i}, e_{k,i+2} \rangle, \quad (4.4)$$

Це означає, що в один із моментів у майбутньому обов'язково виникне подія $e_{k,i+2}$ за умови істинності події $e_{k,i}$ в поточний момент.

Правомочність використання оператора модальної логіки для відображення транзитивного замикання визначається тим, що траса подій логу впорядкована за часом згідно з (4.3).

Пропонований метод оснований на об'єднанні подієвого, якісного і кількісного представлень в єдину модель процесу розв'язання задачі й містить такі етапи:

Етап 1. Розробка моделі процесу розв'язання задачі з інтервальним представленням часу, а також узагальненої моделі процесу розв'язання задачі з інтервальним представленням часу, що структурує зв'язки між рівнями представлення процесу.

Етап 2. Формування математичного інструментарію для побудови інтервального представлення процесу розв'язання задачі:

- формалізація набору базових операцій над інтервалами подій з метою отримання інтервальних оцінок часу виконання окремих дій процесу;
- формалізація набору операцій з послідовностями інтервалів подій, що забезпечують злиття декількох альтернативних варіантів розв'язання задачі.

Етап 3. Побудова якісного представлення процесу розв'язання задачі на основі аналізу логу методами Process Mining.

Етап 4 Формування інтервального представлення процесу розв'язання задачі в складі прецеденту:

- формування підмножин подій, що відповідають одній дії процесу;
- визначення часових інтервалів для кожної дії (операції) процесу на основі зіставлення часових позначок відповідних подій;
- доповнення якісного представлення інтервальними оцінками часу виконання операцій.

Етап 5. Оцінювання часових витрат на виконання альтернативних варіантів розв'язання задачі на основі інтервальної моделі.

Результатом застосування цього методу є модель процесу розв'язання задачі з можливістю її адаптації з урахуванням обмежень предметної області та очікуваних результатів.

Оцінювання обмежень здійснюється на базі інтервального представлення часу. Це оцінювання дає змогу з'ясувати можливість розпаралелювання дій процесу.

Адаптація здійснюється шляхом видалення з моделі трас процесу (або фрагментів трас), які не відповідають часовим обмеженням, а також зміщення фрагментів трас на часовій лінії виконання процесу. Вибір видалених трас (або їх фрагментів) здійснюється на основі якісного опису процесу.

4.2. Узагальнена модель процесу розв'язання задачі з інтервальним представленням часу

Згідно із запропонованим підходом, процес розв'язання задачі описується на декількох рівнях, як зображено на рис. 4.1.

Метою даного підрозділу є розробка підходу до формування процесної моделі вирішення завдання у складі прецеденту з інтервальним представленням часу з формалізацією взаємозв'язків між структурними елементами кожного рівня, а також зв'язків між рівнями опису процесу [226,227].

На подієвому рівні процес представлено набором трас (4.1), для кожної

з яких задано відношення переходу (4.2). Це відношення має властивості рефлексивності (4.3) і транзитивності (4.4).

Отже, на будь-якій трасі π_k задано відношення строгого порядку. Тоді траса процесу визначається таким чином.

Визначення 4.1. Траса процесу π_k є впорядкованою підмножиною E_k множини подій E процесу розв'язання задачі:

$$\begin{aligned} \pi_k &= \langle E_k, \succ \rangle, \\ E_k &= \{e_{k,i}\}, \\ \forall e_{k,i} \exists e_{k,i+1} \neq e_{k,i} : e_{k,i} \succ e_{k,i+1}, \quad E_k &\subseteq E, i = \overline{1, I-1}. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Для довільної пари незбіжних подій $e_{k,j}, e_{k,i}$ траси π_k , пов'язаних послідовністю переходів, буде характерне відношення досконалого строгого порядку \gg :

$$\begin{aligned} \forall (e_{k,j} \neq e_{k,i}) \in \pi_k, \\ (e_{k,i} \gg e_{k,j} \mid e_{k,i} \succ \dots \succ e_{k,j}) \vee (e_{k,j} \gg e_{k,i} \mid e_{k,j} \succ \dots \succ e_{k,i}), \end{aligned} \quad (4.6)$$

де \gg – транзитивне замикання відношення переходу

Засвідчимо, що транзитивне замикання відношення переходу (4.4) є відношенням строгого порядку.

Відношення \gg має властивості транзитивності, антирефлексивності й асиметричності.

Перші дві властивості випливають із властивостей вихідного відношення переходу \succ , як випливає з виразу (4.5).

Третя властивість визначається на основі властивості антирефлексивності для відношення переходу. Дійсно, $(e_{k,i} \succ e_{k,j}) \wedge (e_{k,j} \succ e_{k,i}) \Rightarrow e_{k,j} = e_{k,i}$, що суперечить виразу (4.5).

Для будь-якої пари нерівних подій $(e_{k,i}, e_{k,j})$ існують два варіанти їх послідовності: або i -та подія буде передувати j -й події, або навпаки, оскільки часові позначки (i , відповідно, індекси) в них упорядковуються під час виконання процесу:

$$\forall e_{k,i}, e_{k,j} \in \pi_k \quad e_{k,i} \gg e_{k,j} \vee e_{k,j} \gg e_{k,i}. \quad (4.7)$$

Отже, транзитивне замикання відношення переходу визначається для будь-якої пари подій на трасі π_k і є відношенням досконалого строгого порядку.

Таким чином, на трасі π_k процесу розв'язання задачі задані відношення строгого порядку \succ і досконалого строгого порядку \gg , тобто π_k є двічі впорядкованою множиною:

$$\pi_k = \langle E_k, R \rangle, R = \{ \succ, \gg \}, \quad (4.8)$$

де E_k – підмножина подій процесу, зафіксованих на трасі π_k .

Вихідний лог θ містить набір трас процесу, на яких можуть виникати одні й ті ж події. Тому лог подій є частково впорядкованою множиною:

$$\theta = \langle E, R \rangle, R = \{ \succ, \gg, \geq \}, \quad (4.9)$$

де $E = \bigcup_k E_k$ – множина всіх подій, зафіксованих на всіх трасах логу.

Оскільки одні й ті ж події виникають на різних трасах логу в різні моменти часу, то на рівні логу такі події вважають різними. Це не дає змоги встановити відношення строгого порядку на цьому рівні опису процесу розв'язання.

Дійсно, лог має властивості транзитивності, антисиметричності й

рефлексивності. Перші дві властивості належать до окремих трас процесу. Властивість рефлексивності є очевидною для однієї траси і дає змогу отримати якісну модель шляхом зіставлення подій, що зафіксували ідентичні дії в різних трасах логу:

$$(\forall k \neq m) \exists e^* \in \pi_k, e^{**} \in \pi_m : e^* = e^{**}, \quad (4.10)$$

де π_k, π_m – різні траси множини θ .

Отже, можемо формалізувати умови переходу від подієвого до якісного опису процесу на основі використання дискретного часу і до кількісного опису на основі інтервального часу.

Розв'язуючи цю задачу, необхідно виконати узгодження порядків подій на різних трасах логу. Для цього доведемо однозначність відображення впорядкованої послідовності подій, а також послідовності інтервалів, що відображають виконання процесу на відрізку натурального ряду.

Ствердження 4.1. Нехай відношення переходу \succ є відношенням строгого порядку між подіями $e_{k,i}$ на трасі π_k . Тоді можемо підібрати такий відрізок ряду натуральних чисел, для якого буде характерна відповідність: $e_{k,i} \succ e_{k,i+1} \Leftrightarrow i \succ (i+1)$.

Доведення.

Виконаємо доведення у два етапи. На першому етапі формально покажемо обов'язковість існування єдиної початкової події $e_{k,1}$ на довільній трасі процесу при заданому відношенні переходів. На другому етапі доведемо відповідність між порядком подій і порядком відрізка чисел натурального ряду, що дає змогу відобразити ряд подій траси на послідовності натуральних чисел.

Для довільної пари подій з впорядкованої множини π_k одна з подій завжди є більш ранньою, згідно з (4.10). Тому при виборі будь-якої події $e_{k,i}$

траси π_k можливі дві альтернативні ситуації:

У першій ситуації виконується умова (4.11), згідно з якою на цій трасі відсутня подія, що передує поточній $e_{k,i}$

$$\forall (e_{k,j} | e_{k,j} \neq e_{k,i}) e_{k,i} \gg e_{k,j} \Rightarrow e_{k,i} \equiv e_{k,1}, \cdot \quad (4.11)$$

де $e_{k,1} \in \pi_k$ – перша подія на трасі процесу;

$e_{k,j}$ – довільна подія на трасі $e_{k,i}$, відмінна від обраної $e_{k,i}$.

Відповідно, вибрана умова $e_{k,i}$ є першою, й інші події можна не розглядати.

У другій ситуації виконується умова (4.12), згідно з якою на трасі виконання процесу існує подія $e_{k,j}$, що відбулася раніше від поточної.

$$\exists e_{k,j} \gg e_{k,i} | e_{k,i} \neq e_{k,j}. \quad (4.12)$$

Тоді на трасі можемо вибрати подію $e_{k,j}$, що відбулася раніше від поточної, і повторити аналіз. Оскільки траса складається з кінцевої множини незбіжних подій, то після перебору всіх подій ми отримаємо найпершу подію траси. Одиначність першої події задається властивістю антирефлексивності заданої строгої впорядкованості.

Дійсно, якщо на трасі будуть зафіксовані дві події $e_{k,1}, e_{k,1}^*$, то для них має виконуватися співвідношення $e_{k,i} \equiv e_{k,1} \wedge e_{k,i}^* \equiv e_{k,1}$. Згідно з виразом (4.6), між ними має існувати відношення досконалого строгого порядку \gg . Однак, оскільки обидві ці події відбулися раніше від інших, то з виразу (4.12) випливає, що зазначене співвідношення набуває вигляду $e_{k,1} \gg e_{k,1}^*$ і $e_{k,1}^* \gg e_{k,1}$.

Разом із тим при одночасному виконанні цієї пари співвідношень

обидві початкові події мають збігатися:

$$(e_{k,1} \gg e_{k,1}^* \wedge e_{k,1}^* \gg e_{k,1} | e_{k,1}^*, e_{k,1} \in \pi_k) \Rightarrow e_{k,1}^* = e_{k,1}. \quad (4.13)$$

Вираз (4.13) суперечить властивості антирефлексивності траси подій π_k , що й підтверджує одиничність першої події.

Оскільки відношення $e_{k,i} \gg e_{k,j}$ є транзитивним замиканням відношення переходів, то з виразу (4.12) випливає, що для першої події траси має виконуватися відношення переходу:

$$\begin{aligned} e_{k,i} \equiv e_{k,1} \Rightarrow e_{k,i} \gg e_{k,j} | e_{k,j} \neq e_{k,i} \Rightarrow \\ e_{k,i} \succ e_{k,j} \vee e_{k,i} \succ e_{k,m} \succ \dots \succ e_{k,j} | e_{k,m} \neq e_{k,i}, \end{aligned} \quad (4.14)$$

де $e_{k,1} \in \pi_k$ – перша подія на трасі процесу;

$e_{k,m}$ – довільна подія, що виникла на трасі π_k слідом за подією $e_{k,i}$.

Отже, траса процесу має містити єдину початкову подію, пов'язану відношенням переходу з подальшими подіями траси.

Слід зауважити, що остання умова не завжди виконується для трас реальних логів через помилки у записі фалів логів ІС. Зокрема, за таких обставин може бути порушений порядок запису подій логу.

На другому етапі доведення необхідно сформулювати взаємозв'язок α порядку подій, заданого на трасі π_k , і підмножини натуральних чисел N :

$$\alpha: \pi_k \rightarrow N. \quad (4.15)$$

Через скінченність підмножини подій логу, що належать трасі π_k , впорядкована послідовність індексів подій є підмножиною натуральних чисел потужністю $|\pi_k|$.

Для того, щоб відобразити множину подій на відрізок натурального ряду, необхідно вибрати перший елемент згідно з (4.12).

Для здобутого таким чином першого елемента виконується співвідношення:

$$\alpha : e_{k,1}^1 \rightarrow 1 | e_{k,1}^1 \in \pi_k, \quad (4.16)$$

де верхній індекс 1 в $e_{k,1}^1$ означає, що цей елемент буде першим для всіх підмножин траси π_k , до яких він належить.

На останньому без першої події фрагменті шляху $\pi_k^2 \subset \pi_k | e_{k,1}^1 \notin \pi_k^2$ також можна вибрати чергову першу подію $e_{k,1}^2$. Узагальнивши для всіх підмножин трас π_k , отримаємо:

$$\alpha : e_{k,1}^n \rightarrow n | e_{k,1}^n \in \pi_k. \quad (4.17)$$

Оскільки, вихідна траса є антирефлексивною і асиметричною:

$$e_{k,1}^{n-1} \succ e_{k,1}^n \Leftrightarrow (n-1) \succ n | e_{k,1}^{n-1}, e_{k,1}^n \in \pi_k. \quad (4.18)$$

Наведені дані свідчать про те, що твердження доведене.

Отримані відображення (4.17) і (4.18) засвідчують, що від послідовності подій, на якій задані відношення строгого і досконалого строгого порядку, можна однозначно перейти до відрізка натурального ряду чисел, що дає змогу отримати опис процесу в дискретному часі.

Практична реалізація цього переходу пов'язана з виконанням співвідношення (4.12), оскільки під час запису реальних логів ІС виникають помилки, що порушують відносини порядку на трасі процесу.

Зокрема, часова позначка може формуватися в лозі подій ІС з

недостатньою точністю. Наприклад, фіксується день виконання події без вказівки часу або години без вказівки хвилин. На основі такого логу можна побудувати модель з інтервальним представленням часу, розглядаючи день або годину як інтервал виконання операції. Однак за таких умов порушується відношення порядку (4.5) і, як наведено в теоремі, ми не матимемо змоги здійснити перехід до дискретного представлення часу, що не дасть змоги здійснити побудову якісного опису процесу на основі злиття декількох трас.

Для уникнення наведеного в прикладі порушення порядку на практиці може бути застосована інформація про виконавців, обладнання тощо, яка міститься у події, а також додаткові знання про порядок їх взаємодії.

У теоремі розглянуто відображення послідовності подій на відрізку натурального ряду множини з досконалим строгим порядком. Такий самий порядок є характерним для підмножини раціональних чисел, що дає змогу відобразити послідовність подій на такій підмножині: $\alpha : e_{k,1}^r \rightarrow r \mid e_{k,1}^r \in \pi_k^r$, де r – раціональне число. Послідовність раціональних чисел для однієї траси процесу може бути отримана на основі перетворення часових позначок подій за правилами, які використовують у представленні дати і часу в мовах програмування.

Оскільки реалізації процесу відрізняються датами і часом виконання, то в розглянутому підході за умови об'єднання всіх трас процесу може бути отримана одна строго впорядкована послідовність раціональних чисел, що містить усі можливі варіанти розв'язання задачі.

Для того, щоб така послідовність відображала семантику процесу розв'язання задачі, на ній необхідно, крім, власне, відношення переходу, визначити транзитивне замикання на відношення переходу, відношення досяжності та відношення рівності подій.

Останнє відношення дає змогу об'єднати всі події різних трас, які відповідають одним і тим же діям процесу.

Представлення процесу в дискретному часі на другому рівні

пропонованої моделі має об'єднувати всі можливі послідовності розв'язання задачі, які виникають через такі фактори:

– вплив навколишнього середовища, представлений у формі одного з альтернативних наборів обмежень $\bigwedge_l Po_{m,l}$;

– додаткові обмеження процесу, що задають один з альтернативних результатів розв'язання задачі PP_s .

Тому представлення процесу на другому рівні задається впорядкованою множиною:

$$P_{dis} = \langle E_{dis}, R \rangle, \quad E_{dis} = \{e_{k,i} \mid \forall (k \neq l) e_{k,i} \neq e_{l,i}\}, \quad R = \{\succ, \gg, \geq\}, \quad (4.19)$$

де E_{dis} – набір подій процесу, отриманий з множини E виключенням подій, що збігаються, з різних трас π_k ;

\succ – відношення переходу, яке пов'язує дві послідовно виниклі події;

\gg – транзитивне замикання на відношенні переходу;

\geq – відношення часткової впорядкованості за часом.

Відношення часткової впорядкованості за часом дає змогу впорядкувати події з різних трас, які не пов'язані між собою відношенням переходу або відношенням \gg . Детальніше це відношення ми розглянемо згодом.

Таким чином, для того, щоб побудувати представлення процесу (4.19) з логі (4.9), необхідно визначити відношення рівності подій з різних трас.

Під час визначення рівності подій враховують їх додаткові атрибути, зокрема, назву пов'язаної з подією дії і попередні події, оскільки з однією дією можуть бути пов'язані декілька подій. Для того, щоб можна було зіставляти кілька подій, визначимо поняття інтервалу подій.

У найпростішому випадку тривалість поточної дії процесу визначається через різницю часу виникнення пари подій, які фіксують

закінчення попередньої і поточної дії.

Тоді кожна пара вигляду (попередня подія e_i , поточна подія e_j), яка фіксує завершення попередньої i -ї та поточної j -ї дії, визначають інтервал її виконання.

Визначення 4.2. Інтервал виконання дії a_π на трасі процесу є парою подій з однієї траси логу, які пов'язані між собою відношенням переходу:

$$a_\pi = [e_{k,i}, e_{k,j}] | e_{k,i} \succ e_{k,j}, \quad e_{k,i}, e_{k,j} \in \pi_k, \quad (4.20)$$

де π_k – траса процесу у вигляді послідовності;

$e_{k,i}, e_{k,j}$ – граничні події інтервалу a .

Оскільки інтервал дії на трасі процесу відображається у вигляді пари подій, то надалі як синонімічну назву цього поняття використовуватимемо назву «інтервал подій».

Визначення інтервалу дає змогу представити одну реалізацію процесу у вигляді послідовності інтервалів, що відображають виконання елементарних дій. Однак у описі процесу необхідно враховувати таку інформацію.

По-перше, при розпаралелюванні дій процесу пара найближчих подій може відображати не повну дію, а лише її фрагмент.

По-друге, процес у збільшеному вигляді описується як послідовність процедур, що містять набори елементарних дій.

По-третє, в межах одного процесу можуть виділятися підпроцеси, що відображають розв'язання окремих підзадач.

Тому, загалом, інтервал є впорядкованою підмножиною подій, що являє собою нерозривний фрагмент траси процесу:

$$a_\pi = \{e_{k,i}, i = \overline{1, I} | \forall (e_{k,i}, e_{k,i+1}) e_{k,i} \succ e_{k,i+1}, i \neq I, e_{k,i} \in \pi_k\}. \quad (4.21)$$

При багаторазовій реалізації процесу, одна й та ж операція може бути зафіксована як пара подій $[e_{k,i}, e_{k,j}]$ у різних трасах логу $\pi_k \in \Pi$.

Розглянемо множину пар однакових подій $\{(e_{k,i}, e_{k,j})\}$, що з'являються на різних трасах логу. Якщо розглядати кожну пару як простий процес з двох подій, що відображають виконання одного виду діяльності, то подія $e_{k,i}$ є першою подією процесу $e_{k,1}$ на кожній з трас π_k . При об'єднанні трас, як представлено в (4.19), має бути задане відношення строгого порядку на відношенні переходу, яке є відношенням строгого порядку. Тому, згідно з теоремою 4.1, вираз (4.19) має містити єдину першу подію.

Тобто для будь-яких двох початкових подій $e_{k,1}^*$ і $e_{k,1}$ виконуватиметься співвідношення $(e_{k,1} \gg e_{k,1}^* \wedge e_{k,1}^* \gg e_{k,1} | e_{k,1}^*, e_{k,1} \in \pi_k)$, з якого випливає єдиність $e_{k,1}^* = e_{k,1}$.

Тоді інтервал подій для логу процесу містить одну початкову подію і підмножину кінцевих подій.

Визначення 4.3. Інтервал виконання дії на лозі процесу є підмножиною подій, у якій одній початковій події e_i відповідає частково впорядкована підмножина однакових кінцевих подій, що належать різним трасам логу:

$$a = [e_i, \langle \{e_{a,j}\}, \geq \rangle] | \forall j (e_i \succ e_{a,j}), \quad (4.22)$$

де e_i – початкова подія інтервалу a ;

$\{e_{k,j}\}$ – підмножина кінцевих подій інтервалу a ;

\geq – відношення часткового порядку на множині кінцевих подій логу, яке формується за відносним часом їх виникнення.

Наведене визначення (4.22) дає змогу побудувати представлення процесу у вигляді послідовності інтервалів, кожен з яких відповідає окремій

дії. Вочевидь ці дії можуть виконуватися як послідовно, так і паралельно.

Як вже показано, при використанні прецедентного підходу розв'язується задача адаптації прецедентів до різних умов задачі, які в структурній моделі представлені як обмеження предметної області. У межах цього процесного підходу така адаптація виражається у зміні порядку дій процесу. З виразу (4.19) можемо з'ясувати, що серед усіх дій процесу виокремлюються підмножини строго впорядкованих дій і підмножини непов'язаних дій. Порядок непов'язаних дій можна змінити, наприклад розпаралеливши їх з метою скорочення витрат часу на здійснення процесу розв'язання задачі.

Дії, що є строго впорядкованими і виконуються тільки послідовно, виступають обмеженнями під час трансформації процесу.

Тому необхідно встановити умови, що виділяють впорядковані дії при інтервальному представленні часу.

Проблема встановлення таких умов пов'язана з тим, що при об'єднанні трас кінцеву межу інтервалу, згідно з (4.22), буде представлено впорядкованою послідовністю подій $\langle \{e_{k,j}\}, \geq \rangle$, як зображено на рис. 4.2, оскільки в різних реалізаціях одного і того ж процесу тривалість дії може відрізнитися.

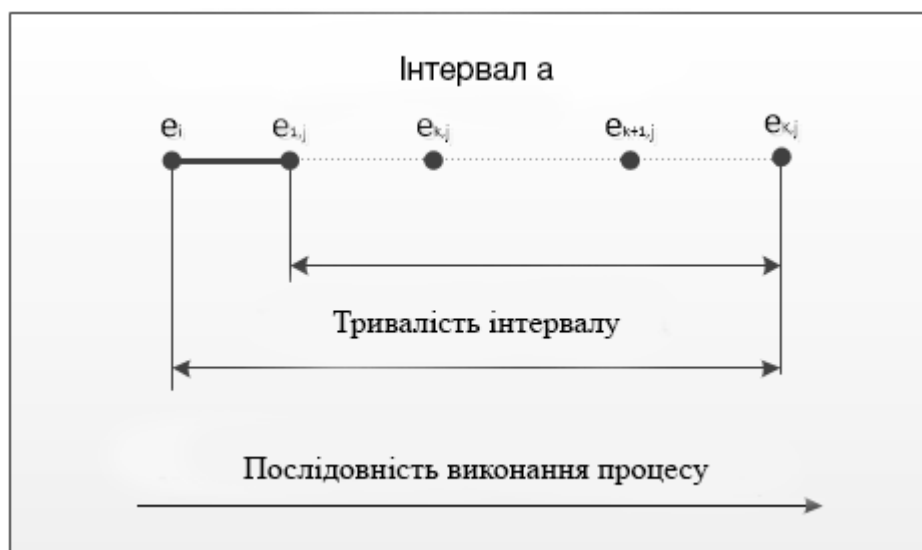


Рисунок 4.2 – Графічний опис інтервалу здійснення дії на лозі процесу

Ствердження 4.2. Нехай задано лог θ , який містить набір трас π_k , на кожній з яких задано відношення переходу \succ , що є відношенням строгого порядку між подіями $e_{k,i}$. Тоді можна підібрати такий набір строго впорядкованих інтервалів a , для якого буде виконана відповідність: $e_i \succ e_{k,i+1} \gg e_j \succ e_{k,j+1} \Leftrightarrow a_l \succ a_m$.

Доведення.

Під час визначення строгого порядку на інтервалах подій логу необхідно виявити умови, за яких інтервали подій не будуть перетинатися для всіх трас. Для цього слід визначити останню кінцеву подію інтервалу для всіх логів, що визначає його максимальну довжину.

Нехай маємо інтервал $a = [e_{a,1}, \langle \{e_{a,i}\}, \geq \rangle$. Тоді впорядкований набір кінцевих подій інтервалу $\langle \{e_{a,i}\}, \geq \rangle$ можемо розглядати як фрагмент траси процесу, на якій задано частковий порядок. При виборі будь-якої події $e_{a,i} \in \{e_{a,i}\}$ з цієї послідовності можливі три ситуації щодо кінцевої події логу. Ці ситуації визначаються властивостями часткового порядку, заданого на множині $\{e_{a,i}\}$.

У першій ситуації вибрана подія $e_{a,i}$ є останньою на інтервалі виконання дії процесу:

$$\forall (e'_{a,i} | e'_{a,i} \neq e_{a,i}) \quad e'_{a,i} > e_{a,i} \Rightarrow e_{a,i} \equiv e_{a,Last}, \quad (4.23)$$

де $e'_{a,i} \in \{e_{a,i}\}$ – довільна кінцева подія інтервалу a , яка не збігається з

вибраною подією $e_{a,i}$ цього ж інтервалу;

$e_{a,Last}$ – остання подія інтервалу a .

Відповідно, решту подій з кінцевих подій інтервалу $\{e_{a,i}\}$ можна не розглядати.

У другій ситуації виконується умова (4.24): існують події з $\{e_{a,i}\}$, що виникають після обраної події $e_{a,i}$.

$$\exists e'_{a,i} < e_{a,i} \mid e'_{a,i} \neq e_{a,i}. \quad (4.24)$$

У такому разі можна вибрати іншу подію $e''_{a,i}$ з множини кінцевих подій інтервалу і повторити такий аналіз.

У третій ситуації $e'_{a,i} \geq e_{a,i} \wedge e_{a,i} \geq e'_{a,i}$. Оскільки в цьому випадку розглядається перехід від подієвого до інтервального представлення процесу, то не суттєво, яка з двох рівних кінцевих подій, у значенні (4.22), буде граничною подією інтервалу. Тому під час визначення порядку інтервалів обидві події можна розглядати як еквівалентні:

$$e_{a,i} \equiv e_{a,Last} \wedge e'_{a,i} \equiv e_{a,Last}. \quad (4.25)$$

Еквівалентність подій впливає з властивості рефлексивності для часткового порядку в множині кінцевих подій інтервалу a .

Оскільки остання гранична подія визначає тривалість інтервалу, то інтервал виконання дії в лозі процесу можна представити парою подій:

$$a = [e_{a,1}, e_{a,last} \mid (e_{a,1} \succ e_{a,last})], \quad (4.26)$$

де $e_{a,Last}$ – остання подія інтервалу a , яка визначається згідно з виразами (4.23)–(4.25).

Строго впорядкована послідовність інтервалів A містить тільки інтервали, що не перетинаються. Це означає, що для початкових і кінцевих подій таких інтервалів задані відношення часткового порядку.

Нехай маємо два інтервали, представлені у вигляді (4.26): $a = [e_{a,1}, e_{a,last}]$ и $b = [e_{b,1}, e_{b,last}]$. Строго впорядковані інтервали не перетинаються. Отже, відношення переходу між інтервалами еквівалентне відношенню переходу між межами інтервалів:

$$\begin{aligned} a \succ b &\Leftrightarrow [e_{a,1}, e_{a,last}] \succ [e_{b,1}, e_{b,last}] \Leftrightarrow \\ e_{a,1} \succ e_{a,last} \succ e_{b,1} \succ e_{b,last} &\Leftrightarrow [e_{a,1} \succ e_{a,last}] \succ [e_{b,1} \succ e_{b,last}]. \end{aligned} \quad (4.27)$$

З виразу (4.27) можемо побачити, що між подіями $e_{a,1}, e_{a,last}, e_{b,1}, e_{b,last}$ обох інтервалів існує відношення досконалого строгого порядку \gg , що являє собою транзитивне замикання відношення переходу \succ .

Опишемо транзитивне замикання між інтервалами таким виразом:

$$a \gg b \Leftrightarrow [e_{a,1}, e_{a,last}] \gg [e_{b,1}, e_{b,last}] \Leftrightarrow [e_{a,1} \succ e_{a,last}] \gg [e_{b,1} \succ e_{b,last}] \quad (4.28)$$

У ствердженні 4.1 вказано, що від послідовності подій, на якій задані відношення строгого і досконалого строгого порядку, можна однозначно перейти до відрізка натурального ряду чисел.

Тому довільна пара інтервалів, між якими задано відношення досконалого строгого порядку, також може бути відображена в підмножині натуральних чисел:

$$a^k \gg b^n \Leftrightarrow [e_{a,1} \succ e_{a,last}]^k \gg [e_{b,1} \succ e_{b,last}]^n \Leftrightarrow k \gg n. \quad (4.29)$$

Аналогічним чином інтервали можуть бути відображені і на множину раціональних чисел.

Вираз (4.29) встановлює правила переходу від дискретного до інтервального представлення часу для процесу.

Семантика цього виразу полягає в тому, що строго впорядковані послідовності інтервалів, які визначають обмежувальні фрагменти процесу, можуть бути представлені як числова послідовність, що відповідає моментам часу початку і завершення дій процесу.

Таке зіставлення декількох числових послідовностей для одного процесу дає змогу знайти нез'ясовані питання і виконати адаптацію процесу.

Таким чином, інтервальне представлення має містити набір підмножин впорядкованих інтервалів подій

$$P_{\text{int}} = \left\langle \left\{ \langle A, \{\succ, \gg\} \rangle \right\}, \{\geq\} \right\rangle, \quad (4.30)$$

де A – підмножина інтервалів, для яких заданий строгий порядок виконання дій процесу, що визначається відношеннями \succ, \gg ;

$\left\{ \langle A, \{\succ, \gg\} \rangle \right\}$ – множина підмножин строго впорядкованих інтервалів.

Кожна підмножина впорядкованих інтервалів $\langle A, \{\succ, \gg\} \rangle$ представляє таку послідовність дій процесу, що відповідає певному набору обмежень зовнішнього середовища.

Адаптація процесу розв'язання задачі на основі цієї моделі виконується з використанням відношення нестроного порядку між підмножинами впорядкованих інтервалів.

На практиці це означає таке. Кожен упорядкований фрагмент процесу представляється у вигляді послідовності відповідних інтервалів раціональних чисел (наприклад, позначок відносного часу). Фактично ці фрагменти є

підпроцесами процесу розв'язання задачі. За умови зміни обмежень предметної області зазначені фрагменти можуть бути зміщені з часової лінії таким чином, щоб отримати бажаний результат процесу.

Інакше кажучи, запропонована узагальнена модель (4.31) дає змогу адаптувати підпроцес на основі виділення і подальшого комбінування підпроцесів. Під час адаптації шуканого підпроцесу інші виступають у ролі структурних обмежень.

Перетворення рівнів представлення процесу розв'язання ґрунтується на представлених вище правилах переходу від послідовності подій та інтервалів до числових послідовностей [228]. Узагальнена модель процесу розв'язання охоплює рівні впорядкованих послідовностей подій дискретного (4.19) та інтервального (4.30) представлень, а також правила перетворень між рівнями:

$$P = \{\theta, P_{dis}, P_{int}, F\}, \quad (4.31)$$

де F – функція перетворення елементів різних рівнів.

Операції переходу до інтервального рівня моделі будемо розглядати в наступному розділі.

4.3 Розробка методу виявлення інтервалів очікування ресурсів бізнес-процесів на основі аналізу послідовностей подій

Невчасне виконання дій процесу зазвичай пов'язане з існуванням прихованих інтервалів очікування під час доступу до ресурсів. Такі затримки не входять до складу послідовності дій у моделі бізнес-процесу. До ресурсів, що спричинюють затримку виконання бізнес-процесу, зазвичай відносять виробниче обладнання та виконавців дій процесу. Причиною появи інтервалів очікування, як правило, є блокування ресурсів іншими процесами. У крайньому випадку можливе взаємне блокування ресурсів декількома

скоординованими бізнес-процесами, що вимагає втручання власника процесу в хід його виконання.

З огляду на це актуальними є дослідження, спрямовані на виявлення інтервалів очікування скоординованих процесів на основі аналізу записів про їх виконання.

Під час розробки відповідних підходів необхідно враховувати особливості запису інформації про перебіг бізнес-процесів. У процесно-орієнтованих ІС кожна реалізація бізнес-процесу записується як послідовність подій у файлі логу [90]. Тому під час побудови моделей бізнес-процесів, які враховують інтервали очікування, доцільно використовувати підходи, прийняті у сфері інтелектуального аналізу процесів [93]. Такі підходи спрямовані на побудову подієвої моделі бізнес-процесу зі строго визначеною послідовністю дій. Записані в логах події відображають початок або завершення дій у такій workflow-моделі [173,209].

Таким чином, можемо стверджувати, що актуальність досліджень щодо виявлення затримок в ході виконання бізнес-процесів за допомогою аналізу послідовностей подій з файлів логів визначається необхідністю підвищення ефективності процесного управління шляхом виявлення вузьких місць бізнес-процесів.

Об'єктом цього дослідження є перелік скоординованих бізнес-процесів підприємства. Сукупність таких процесів є об'єктом управління під час реалізації на підприємстві процесного підходу до управління.

Основна проблема побудови та реалізації таких процесів пов'язана з організацією доступу до ресурсів, які використовують під час виробництва продукції. Ця проблема визначається тим, що різні бізнес-процеси можуть спільно використовувати обладнання, яке належить підприємству, до того ж вони можуть бути задіяні відповідно до того, як надходять замовлення. Тому процеси, що їх запускають, конкурують за ресурси з уже запущеними бізнес-процесами. У результаті окремі дії процесу містять у собі пару інтервалів: очікування або виконання необхідної операції, водночас у моделі процесу

такі інтервали очікування зазвичай не враховують.

Отже, фрагменти з інтервалами очікування є «вузькими місцями» бізнес-процесу й призводять до зниження ефективності процесного управління.

Для виявлення особливостей «вузьких місць» бізнес-процесів проведено технологічний аудит, який полягав у дослідженні файлів логів таких процесів. Кожен файл логу містить записи про події, що сталися під час виконання процесу. Для кожної події вказано момент часу його виникнення. Проведений аудит засвідчив наявність різних інтервалів очікування для виконуваних бізнес-процесів.

У таких процесах можуть виникнути два інтервали затримки: очікування запитів користувача й очікування внутрішніх ресурсів процесу. Перший інтервал очікування є характерним для інтерактивних процесів. Інформація щодо тривалості цього інтервалу не дає змоги оцінити ефективність процесу, виявити виникнення проблем під час використання ресурсів. Другий інтервал очікування характеризує «вузькі місця» процесу. Поява такого інтервалу вказує на те, що необхідні для поточного екземпляра процесу ресурси використовуються іншим процесом. Тому подальший аналіз дій процесу, який використовує необхідний ресурс, а також організація спільного використання ресурсу із застосуванням відомих механізмів синхронізації дає змогу підвищити й ефективність використання поточного ресурсу, і процесне управління загалом.

У зв'язку з цим необхідно вирішити задачу розробки підходу до інтервального представлення дій і затримок при очікуванні ресурсів бізнес-процесів з тим, щоб виявляти інтервали очікування ресурсів на основі аналізу інформації про виконання таких процесів. Це дало б змогу зменшити затримки під час виконання скоординованих процесів, що використовують одні й ті ж ресурси і завдяки цьому підвищити ефективність процесного управління.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- виокремити необхідні та достатні умови для появи інтервалу затримки під час виконання процесу;
- розробити метод виявлення інтервалів очікування ресурсів бізнес-процесів;
- проілюструвати застосування розробленого методу для логу бізнес-процесу транснаціонального сервісного підприємства.

Цикл процесного управління передбачає розробку, конфігурування та використання моделей бізнес-процесів [53]. Інтелектуальний аналіз процесів (Process Mining) є одним із основних напрямів вирішення проблеми вдосконалення процесних моделей. Аналіз записаної в логах інформації дає змогу отримати формальний опис поведінки процесу, виявити відхилення від заданої поведінки та «вузькі місця».

Сьогодні розроблено методи та інструментальні засоби інтелектуального аналізу [195], що дають змогу розв'язувати задачі моделювання бізнес-процесів за умови повноти логу (у тому числі наявності точних часових позначок подій). Тому з'ясовано, що труднощі практичного застосування методів Process Mining пов'язані з неповнотою інформації в початковому лозі. Вихідний лог містить події, що відображають виконання дій процесу в часі (початок, завершення, проміжні етапи дії), а модель процесу повинна містити алгоритм виконання дій з урахуванням обмежень на ресурси. Тому для побудови моделі процесу необхідно встановити відповідність між підмножинами подій і діями процесу, виділити підмножини послідовно і паралельно виконуваних дій з урахуванням використовуваних ресурсів, а потім сформулювати алгоритм процесу з отриманих підмножин. Неповний запис подій у лозі ускладнює розв'язання цієї задачі. Тому під час побудови моделі процесу доцільно використовувати додаткову інформацію з атрибутів подій логу.

Наявні методи інтелектуального аналізу процесів, що використовують різні розширення мереж Петрі, темпоральні логіки, процесну алгебру як формальну основу для побудови моделі бізнес-процесу, створюють якісні

моделі, що відображають логіку процесу на основі врахування часових позначок подій. Однак такі методи під час виділення послідовності подій процесу не враховують послідовність використання ресурсів у часі, що ускладнює як виявлення затримок у роботі в умовах мінливого зовнішнього середовища внаслідок нестачі ресурсів, так і подальше вдосконалення процесу.

Тому можемо зробити висновок про те, що наявні методи спрямовані зазвичай на побудову workflow-моделей і не приділяють достатньої уваги виявленню затримок у використанні ресурсів. Водночас формалізація таких шаблонів дасть змогу виділити затримки при виконанні бізнес процесу, що створить можливості для його подальшого вдосконалення.

У такому разі для підвищення ефективності процесного управління необхідно виявити інтервали затримок доступу до ресурсів, які виникають під час спільного використання цих ресурсів декількома скоординованими бізнес-процесами.

Як вихідні дані використовують записи подій процесу, що мають такі характеристики.

Усі записи вкладаються у лог процесу. Лог розподіляється на траси процесу. Кожна траса містить послідовно записані події, що відображають виконання одного процесу. Під час запису кожної події вказуються часова позначка (момент часу виникнення події) та атрибути. Атрибути відображають властивості елемента процесу, пов'язаного з цією подією, наприклад: назва операції, виконавець, країна, код оброблюваної продукції тощо.

Для виявлення затримок необхідно розглянути інтервали між усіма парами послідовно виконаних подій, наприклад $(e_{k,1}, e_{k,2})$, які мають такі особливості: належать до одного i -го екземпляра процесу p_k ; зафіксовані на одному шляху π_k ; відображають послідовне завершення дій $d_{k,1}$ і $d_{k,1}$, пов'язаних з використанням ресурсу r ; ресурс r надається іншим

екземплярам процесу із завершенням дії $d_{l,1}$.

Під час аналізу логу традиційними методами, на основі зіставлення часових позначок подій, тривалість другої дії процесу d_2 задається інтервалом часу між подіями $e_{k,1}$ і $e_{k,2}$.

$$\Delta\tau_k^{1,2} = \tau_{stp,k}^2 - \tau_{stp,k}^1, \quad (4.32)$$

де $\Delta\tau_k^{1,2}$ – тривалість інтервалу між подіями $e_{k,2}$ та $e_{k,1}$;

$\tau_{stp,k}^1$ і $\tau_{stp,k}^2$ – значення часу виникнення подій $e_{k,1}$ та $e_{k,2}$.

Однак під час обліку використовуваних ресурсів цей інтервал може бути розділений на дві складові частини: інтервал $\Delta\tau_k^{1,r}$ очікування звільнення ресурсу r_2 після виконання дії $d_{l,1}$ з іншого екземпляра процесу і власне інтервал виконання дії $\Delta\tau_k^{r,2}$:

$$\Delta\tau_k^{1,2} = \Delta\tau_k^{1,r} + \Delta\tau_k^{r,2}, \quad \Delta\tau_k^{1,r} = \tau_{stp,1}^r - \tau_{stp,k}^1, \quad \Delta\tau_k^{r,2} = \tau_{stp,k}^2 - \tau_{stp,1}^r, \quad (4.33)$$

де $\tau_{stp,1}^r$ – подія звільнення ресурсу r , зафіксована у лозі паралельно виконуваного іншого процесу, або на трасі π_l іншого екземпляра процесу p_l .

Нехай виконання екземпляра процесу відображене в лозі у формі шляху π_k , який являє собою впорядкований набір подій $e_{k,i}$. Тоді довільна пара послідовно виконаних подій $e_{k,i}$ та $e_{k,i+1}$, пов'язаних відношенням переходу \succ тобто $e_{k,i} \succ e_{k,i+1}$, відповідає часовому інтервалу $\Delta\tau_k^{i,i+1}$. Тривалість цього інтервалу обчислюється різницею часових позначок τ_{stp} подій $e_{k,i+1}$ та $e_{k,i}$, відповідно $\Delta\tau_k^{i,i+1} = \tau_{stp}(e_{k,i+1}) - \tau_{stp}(e_{k,i})$. Призначення цього інтервалу визначається переліком і значеннями атрибутів події $e_{k,i}$ з множини

$A_{k,i}$. Такий набір є множиною пар (атрибут, значення), у якому кожному елементу $A_{k,i}$ відповідає перелік можливих значень конкретного j -го атрибута V_j :

$$A_{k,i} = \{a_{k,i}^j, V_j\}, \quad (4.34)$$

де $a_{k,i}^j$ – назва j -го атрибута i -ї події на k -му шляху реалізації процесу;
 V_j – набір можливих для цього процесу значень j -го атрибута.

Надалі будемо розглядати перебіг процесу тільки на одному шляху π_k , тому k -й індекс буде наявний у подіях та їх атрибутах за замовчуванням:
 $A_{k,i} = A_i, e_{k,i} = e_i$ і т. п.

Для виявлення інтервалів очікування на основі дослідження логів подій необхідно сформулювати необхідну й достатню умови переходу між діями процесу, а також між діями й інтервалами очікування.

Необхідна умова щодо переходу від однієї дії процесу до іншої, або між діями та очікуванням, визначається зміною значень для заданої підмножини атрибутів

$$\begin{aligned} \exists A_i^* = A_{i+1}^* : (\forall i \forall j) v_{a_{i,j}} \neq v_{a_{i+1,j}} \mid e_i \succ e_{i+1}, \\ \Rightarrow d_i \succ p_{l+1} \vee p_l \succ w_{l+1} \vee p_l \succ q_{l+1} \vee w_l \succ p_{l+1} \vee q_l \succ p_{l+1}, \end{aligned} \quad (4.35)$$

де e_i, e_{i+1} – послідовно виконані на шляху реалізації бізнес-процесу події (без проміжних подій між ними);

$A_i^* \subset A_i, A_{i+1}^* \subset A_{i+1}$ – підмножини атрибутів, зміна значень яких свідчить про завершення поточної дії або інтервалу очікування, A_i^* ;

$a_i \in A_i^*, a_{i+1,j} \in A_{i+1}^*$ – атрибути подій e_i та e_{i+1} на поточній траєкторії

бізнес-процесу;

$v_{a_{i,j}}, v_{a_{i+1,j}}$ значення j -их атрибутів i -ї та $(i+1)$ -ї послідовних подій

$$v_{a_i^j} \in V_j, v_{a_{i+1}^j} \in V_{j+1};$$

p_l, p_{l+1} – послідовно виконані дії поточного екземпляру бізнес-процесу $p_l, p_{l+1} \in P$;

w_l, w_{l+1} – очікування ресурсів на l -му та $(l+1)$ -му кроках бізнес-процесу відповідно;

$w_l, w_{l+1} \in W$; q_l, q_{l+1} – очікування зовнішнього по відношенню до процесу запиту на l -му та $(l+1)$ -му кроках процесу відповідно $q_l, q_{l+1} \in Q$;

P – множина всіх дій поточного екземпляра процесу;

W – множина всіх інтервалів очікування ресурсів поточного екземпляра бізнес-процесу;

Q – множина всіх інтервалів очікування запитів на обслуговування поточного екземпляру бізнес-процесу.

Ця умова дає змогу перейти від подієвого представлення процесу як однієї або декількох трас логу до інтервального, у якому у часовий інтервал включається декілька подій, що відповідають одній дії (або одному періоду очікування) процесу.

Достатня умова для виявлення інтервалу очікування ресурсів на основі аналізу логів подій має такий вигляд:

$$\forall j (v_{a_i^j} \in V_j^*) \neq (v_{a_{i+1}^j} \in V_{j+1}^*) | e_i \succ e_{i+1}, V_j^* \subseteq V_j, V_{j+1}^* \subseteq V_{j+1}, \quad (4.36)$$

де V_j^*, V_{j+1}^* – підмножини значень атрибутів, що свідчать про перехід між діями та інтервалами очікування.

У загальному випадку під час аналізу процесу вираз (5.4) необхідно деталізувати для всіх можливих переходів між діями й інтервалами

очікування, тобто для $d_l \succ d_{l+1} \vee d_l \succ w_{l+1} \vee d_l \succ q_{l+1} \vee w_l \succ d_{l+1} \vee q_l \succ d_{l+1}$.

Згідно з поставленим завданням, цю умову необхідно представити, насамперед, для переходу $d_l \succ w_{l+1}$. Деталізація необхідної умови переходу до інтервалу очікування ресурсів виконується, як бачимо з виразу (5.4), шляхом вибору відповідної підмножини атрибутів A_i^* .

Проведений аналіз логів транснаціонального сервісного підприємства, медичної та муніципальної установ засвідчив, що набір атрибутів A_i^* , що дають змогу виокремити перехід до інтервалу очікування, зазвичай є обмеженим і містить: «Найменування події», «Стан дії».

За аналогією, деталізація загальної умови (4.35) виконується шляхом вибору таких підмножин значень атрибутів з A_i^* , які фіксували б перехід від дії до очікування у конкретній предметній області. Вибір зазначених значень здійснюється з використанням знань виконавців процесу. Значення атрибутів у загальному випадку являють собою символічні рядки.

Необхідні умови появи інтервалу очікування ресурсів процесу задаються без урахування до предметної області через набір атрибутів подій. Однак достатні умови для виявлення такого інтервалу визначаються значеннями атрибутів і тому залежать від предметної області. Отже, для знаходження таких інтервалів, а також для виокремлення дій процесу необхідно знайти залежності між назвами і значеннями атрибутів, а також діями та інтервалами очікування.

Оскільки вихідна інформація представлена логом подій, тобто масивом даних, що містять записи про події, що відбулися, та їхні властивості, то для визначення шуканих залежностей доцільно використовувати методи інтелектуального аналізу даних. Вибір методу визначається такими міркуваннями: вирішується задача класифікації; набір вихідних даних є кінцевим; необхідно забезпечити підтримку ухвалення рішень з визначення типу інтервалу. Тому обґрунтованим є вибір підходів до виявлення шуканих інтервалів на основі дерев рішень або асоціативних правил. Для побудови

дерева рішень необхідно виконати аналіз повного логу. Повний лог містить набір шляхів виконання процесу, що є аналогічними до представленого в табл. 4.1 прикладу.

Для розв'язання поставленого завдання пропонуємо метод виявлення інтервалів очікування ресурсів і умов його використання, що оснований на наведених положеннях і містить такі етапи [229].

Етап 1. Відбір підмножин атрибутів A_i^* , що забезпечують виконання необхідної умови переходу $d_l \succ w_{l+1}$ згідно з виразом (4.35). Мінімальний набір атрибутів визначається структурою подій логу і не залежить від предметної області. Набір може бути розширений за наявності у лозі додаткових атрибутів.

Етап 2. Відбір підмножин значень атрибутів V_j^* , які забезпечують виконання достатньої умови переходу $d_l \succ w_{l+1}$ згідно з виразом (4.36). Набір значень атрибутів залежить від предметної області.

Етап 3. Відбір таких підмножин подій з трас лога, для яких виконуються необхідні й достатні умови (4.35), (4.35) і переходу до інтервалу очікування.

Таблиця 4.1 – Фрагмент логу бізнес-процесу сервісного обслуговування

№ п/п	Часова мітка події	Назва події	Поточний стан дії	Виконавець
1	2011-11-07 T08:01:02+01:00	Accepted	In Progress	Christine
2	2011-11-07 T08:01:20+01:00	Accepted	In Progress	Christine
3	2011-11-07 T08:07:06+01:00	Accepted	Assigned	Martin
4	2011-11-07 T12:47:38+01:00	Accepted	In Progress	Martin
5	2011-11-07 T12:47:58+01:00	Queued	Waiting Assignment	Martin

6	2011-11-07 T15:35:12+01:00	Accepted	In Progress	Tomas
7	2011-11-07 T15:35:19+01:00	Accepted	Assigned	Tomas
8	2011-11-30 T13:22:51+01:00	Accepted	In Progress	Niklas
9	2012-01-12 T09:36:07+01:00	Accepted	Wait-User	Niklas
10	2012-05-04 T16:25:22+02:00	Completed	Resolved	Niklas
11	2012-05-04 T16:25:22+02:00	Completed	Closed	Siebel

Етап 4. Формування дерева рішень, що пов'язує набір значень атрибутів з переходом $d_l \succ w_{l+1}$. Альтернативна реалізація цього етапу полягає у формуванні множини асоціативних правил, що вказують на ознаки переходу $d_l \succ w_{l+1}$.

Етап 5. Формування підмножини пар $(e_i; w_{l+1})$, що відображають зв'язок подій процесу з інтервалом очікування.

Проілюструємо результати застосування запропонованого методу на прикладі однієї траси логу сервісної компанії, представлені в табл. 4.1, також відповідного екземпляра процесу, представленого на рис. 4.3.

Ця траса містить два інтервали очікування – ресурсів (рядок 5) та запитів користувача (рядок 9). У перших шести рядках логу подій записаний підпроцес прийняття на виконання та початкову обробку замовлення тривалістю трохи більше 7 годин. Підпроцес починається з розподілу замовлення виконавцем Christine. Ці дії відповідають події з рядків 1 і 2 таблиці 4.1.

Після призначення виконавцем Martin, він виконує обробку замовлення протягом трохи більше ніж 4 годин 40 хвилин. Потім процес переходить у стан очікування внутрішніх ресурсів (нового виконавця). Загалом тривалість першого підпроцесу склала близько 7 годин 34 хвилин, з яких очікування зайняло близько 3 годин 48 хвилин, тобто трохи більше 50%, що свідчить про низьку ефективність цього підпроцесу та ілюструє актуальність задачі пошуку й скорочення періодів очікування ресурсів. Рядки 6-11 відображають власне сервісне обслуговування і містять інтервал очікування запитів

користувача, наявність якого не впливає на ефективність процесу.

З табл. 4.1 бачимо, що виявлений перехід $d_l \succ w_{l+1}$, у вигляді набору атрибутів A_i^* , містить атрибути «Найменування події», «Стан дії» і не залежить від предметної області. Значення відповідних атрибутів – «Queued» і «Waiting Assignment» специфічні для конкретного бізнес-процесу. Проведений аналіз логів декількох компаній, записаних у стандарті хес, засвідчив, що кількість значень атрибутів, що визначають інтервал очікування, а також кількість комбінацій таких атрибутів зазвичай є обмеженим. Тому всі допустимі значення атрибутів можуть бути знайдені експертом і використані як вхідні дані методу [230-235].

Приклад інтервального опису для розглянутого екземпляра процесу зображено на рис. 4.3.

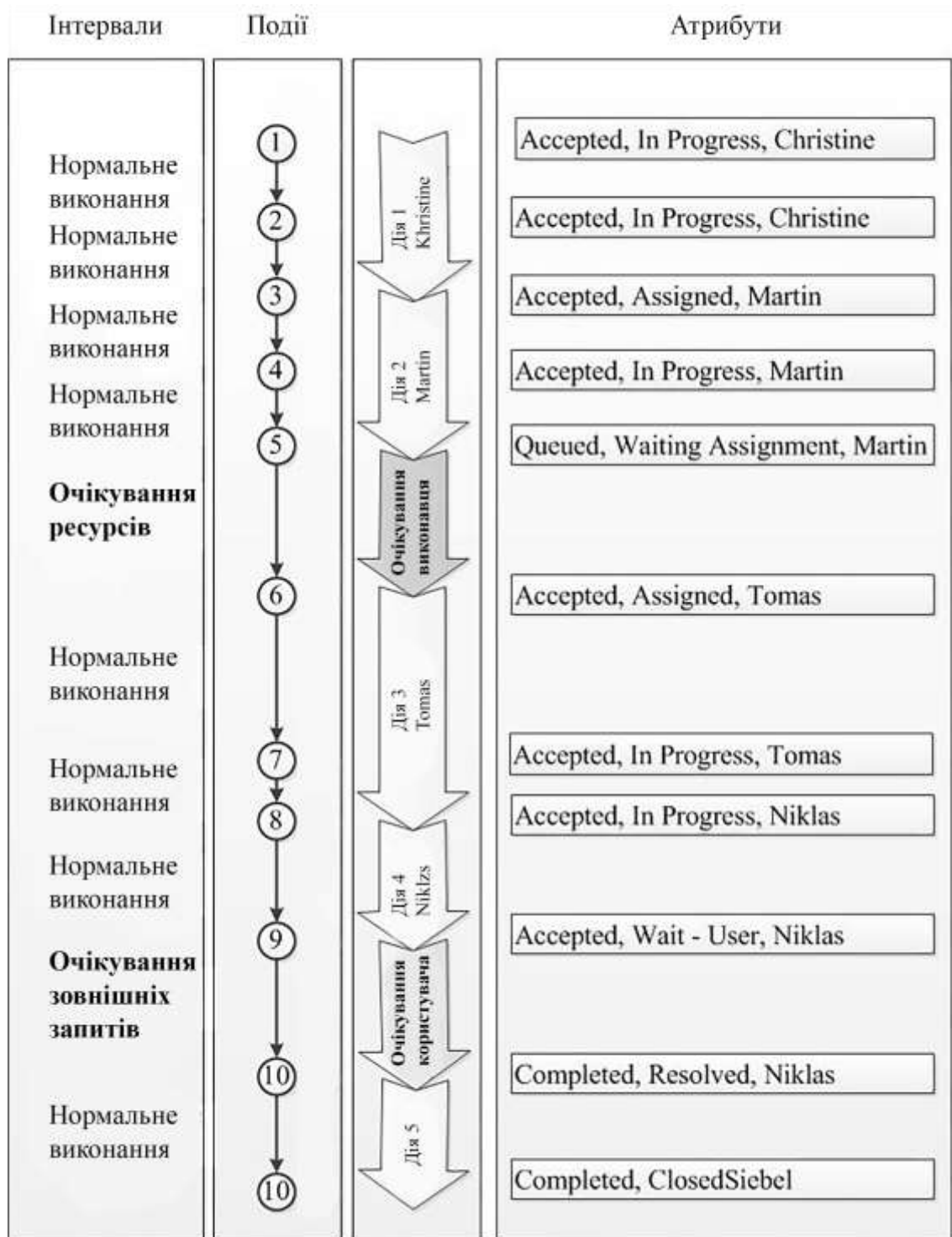


Рисунок 4.3 – Приклад виділення інтервалів очікування

З цього прикладу бачимо, що значення атрибутів «назва події» і «Стан дії» дають змогу визначити перехід від інтервалу нормального виконання до інтервалу очікування ресурсів. Водночас, ця пара атрибутів не дає змоги розділити дії процесу. Зокрема, чотирьом першим інтервалам нормального виконання відповідають дві дії. Тому для поділу операцій необхідно

використовувати всі три з представлених атрибутів.

Проведений аналіз запропонованого методу виявлення інтервалів очікування ресурсів і умов його використання засвідчив таке.

Серед сильних сторін цього методу слід виокремити можливості його поєднання з наявними методами інтелектуального аналізу процесів, а також можливості адаптації методу під час зміни переліку атрибутів і допустимої множини їх значень.

Цей метод дає змогу доповнити моделі процесів, отримані традиційними методами Process Mining, інтервалами очікування ресурсів. Це дає змогу вирішити завдання щодо підвищення ефективності бізнес-процесів шляхом усунення «вузьких місць» у результаті аналізу залежностей інтервалів очікування від попередніх дій взаємопов'язаних бізнес-процесів.

Під час практичного використання цього методу слід враховувати різноманітність форматів представлення логів, що містять інформацію про поведінку бізнес-процесу, а також відсутність вичерпного переліку стандартних позначень для станів операцій процесу. Структура файлу логу не впливає на виконання запропонованого методу, а перелік значень атрибутів може бути доповнений під час реалізації методу.

Слабкі сторони цього дослідження пов'язані з використанням припущення щодо своєчасного і точного запису подій у файл подій. Однак відомо, що в застосовуваних процесних інформаційних системах це припущення може порушуватися. По-перше, порушення послідовності запису подій логу виникає через те, що події встановлюються інформаційною системою у чергу на запис. Модуль запису подій може фіксувати як часову позначку не час виникнення події, а час збереження події в лозі. По-друге, не всі ІС вказують час виникнення подій із заданим ступенем точності. За умови округлення часу до годин точно встановити послідовність подій буде досить важко.

Додаткові можливості запропонованого методу, що забезпечують досягнення мети дослідження, пов'язані з розширенням переліку атрибутів

логу, які використовуються для виявлення інтервалів затримок.

4.4 Метод розробки інтервальної моделі процесу розв'язання задачі у складі прецеденту на основі аналізу журналу подій

Як зазначено в підрозділі 3.1, прецедентний підхід (Case-based reasoning, CBR) спрямований на використання наявного досвіду для розв'язання нових задач, які структуруються у вигляді прецеденту [101]. Прецедент містить характеристику задачі, а також опис процесу її розв'язання [196]. Реалізація CBR-підходу передбачає пошук і адаптацію прецеденту, його застосування, а також збереження прецеденту для подальшого використання. Використання прецедентного підходу є особливо актуальним під час вирішення завдань процесно-орієнтованого управління підприємством. Цикл процесно-орієнтованого управління містить етапи розроблення, вдосконалення та конфігурації моделей бізнес-процесів, а також управління підприємством за допомогою бізнес-процесів.

Однак питання щодо розроблення загального підходу до побудови прецедентів у вигляді послідовності взаємопов'язаних дій з урахуванням часового аспекту розроблені недостатньо, що свідчить про необхідність проведення подальших досліджень з цієї проблеми.

З свого призначення ІС підтримують процеси розв'язання функціональних задач і фіксують виконання процесів у журналі реєстрації подій [152,154]. Сучасні методи та інструментальні засоби інтелектуального аналізу процесів (Process Mining) призначені для побудови моделей таких процесів шляхом виділення причинно-наслідкових зв'язків між подіями, що містяться у журналі реєстрації подій інформаційної системи. Методи аналізу процесів призначені для побудови дискретних моделей, які формалізуються за допомогою математичних апаратів мереж Петрі, темпоральної модальної логіки, процесної алгебри. Моделі, що розробляються в результаті використання таких методів, визначають послідовність виконання завдання,

але не враховують тривалість окремих дій, що не дає змоги розв'язати задачу пошуку і відбору відповідного прецеденту для задач процесного управління з урахуванням тривалості процесу.

Метою цього дослідження є розроблення методу побудови моделі процесу розв'язання задачі в складі прецеденту з інтервальним представленням часу. Інтервальне представлення часу дає змогу порівнювати прецеденти за тривалістю розв'язування задачі, а також розрізняти інтервали виконання дій і очікування ресурсів.

Тому необхідно розробити метод побудови моделі процесу рішення задачі в складі прецеденту, який містить інтервальне представлення часу, що дасть можливість порівнювати прецеденти за тривалістю виконання завдання, а також розрізняти інтервали виконання дій і очікування ресурсів.

Практична цінність побудови моделі з інтервальним представленням часу полягає в тому, що під час паралельного виконання декількох процесів вона дає змогу виокремити фрагменти різних процесів, які конкурують за доступ до ресурсів і організувати такий доступ з мінімальними затримками часу.

Об'єктом цього дослідження є процеси розв'язання задачі з інтервальним представленням часу. Такий процес характеризується наявністю алгоритму виконання дій розв'язання задачі, а також темпорального оцінювання дій процесу.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі завдання:

- визначення ознак послідовного, паралельного і незалежного виконання дій у журналі реєстрації подій процесу;
- розроблення методу створення інтервальної моделі процесу розв'язання задачі у складі прецеденту на основі аналізу послідовностей подій.

Вхідними даними для методу розробки інтервальної моделі є події, що відображають виконання процесу розв'язання задачі у минулому й містяться в журналі реєстрації подій.

Журнал реєстрації подій формується ІС для кожного процесу розв'язання функціональних задач і містить записи про послідовність дій процесу, які використовуються для формування прецедентів вирішення завдань. Кожна подія відображається в журналі у вигляді відповідної дії процесу. Особливістю таких журналів є те, що події для кожного процесу записуються послідовно в часі, відповідно до виконання дій.

Послідовність подій, яка фіксує виконання одного процесу від початку до кінця, є трасою процесу. Формально журнал реєстрації подій має таку структуру:

$$\begin{aligned} \theta &= \{\pi_k\}, k = \overline{1, K} \\ \pi_k &= \langle E_k, \succ \rangle \\ E_k &= \{e_{k,i}\} \\ e_{k,i} \succ e_{k,j} &\Leftrightarrow \langle e_{k,i}, e_{k,j} \rangle \end{aligned} \quad , \quad (4.37)$$

де θ – журнал реєстрації подій;

π_k – k -та траса процесу;

E_k – множина подій на трасі процесу;

$e_{k,i}$ – i -та подія траси π_k ;

\succ – відношення переходу;

N – оператор Next темпоральної логіки.

Наявність відношення переходу \succ між двома подіями $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$ означає, що між ними немає проміжних подій, тобто $\langle e_{k,i}, e_{k,j} \rangle$.

Реалізація журналу реєстрації подій виконується переважно в стандарті XES, який задає xml-схему для опису послідовності виконання бізнес-процесів. Структура вхідних даних у цьому стандарті представлена на рис. 4.4.

З наведеного рисунку бачимо, що траси визначаються парою тегів $\langle \text{trace} \rangle$ і $\langle / \text{trace} \rangle$, а події парою $\langle \text{event} \rangle$ та $\langle / \text{event} \rangle$. Кожна подія характеризується великою кількістю атрибутів, наприклад: час виникнення

події; шифр або назва дії, яка зафіксована подією; стан дії; назва підрозділу; ім'я виконавця тощо.

```

<log>
    Визначення змінних та атрибутів логу
    <trace>
        Множина атрибутів траси
        <event>
            Множина атрибутів події
        </event>
        ...
        <event>
            Перелік атрибутів події
        </event>
    </trace>
    ...
    <trace>
        ...
    </trace>
</log>

```

Рисунок 4.4 – Структура вхідних даних методу

При побудові моделі процесу розв'язання задачі необхідно зіставляти одні й ті ж події в різних трасах логу. Однак події в журналі зазвичай не мають ідентифікатора. Вони характеризуються великою кількістю атрибутів та їх значень. Множина атрибутів для опису подій задається на рівні лога, як зображено на рис.4.3. У різних процесах перелік атрибутів подій відрізняється. Тому присвоєння унікальних ідентифікаторів подій необхідно виконувати окремо для кожного журналу. Інакше кажучи, ця задача є

інженерною. Надалі будемо вважати, що у вхідних даних методу кожна унікальна подія має свій ідентифікатор. Такий ідентифікатор дає змогу встановити еквівалентність подій, які записані на різних трасах логу.

Наведена формалізація елементів журналу подій дає змогу визначити інтервал виконання дій [235]. Такий інтервал повинен мати як мінімум 2 події, що відображають початок дії (або завершення попередньої операції) і завершення дії. Тоді інтервал виконання дії на трасі процесу визначимо як пару дій, які пов'язані між собою відношенням переходу:

$$\alpha_{k,ij} = [e_{k,i}, e_{k,j}] | e_{k,i} \succ e_{k,j}, \quad e_{k,i}, e_{k,j} \in \pi_k, \quad (4.38)$$

де $\alpha_{k,ij}$ – інтервал між граничними подіями $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$ на трасі π_k .

Якщо дія процесу складається з множини елементарних операцій, то вона може бути записаною в журналі як послідовність із декількох подій. Відповідність між множиною подій журналу і дією процесу визначається з урахуванням значень атрибутів події. Зазначені атрибути фіксують стан дії, а також об'єктів, які використовуються під час виконання дії. Зазвичай в таких процесах події логу мають атрибути «назва дії» і «стан дії». Зазначені атрибути дають змогу виокремити підмножину подій, яка відповідає одній дії процесу, тому, що назва дії для даної підмножини подій буде однаковою, а стан матиме різні значення. Наприклад, дія «прийом замовлень на виконання» у журналі може мати такі стани: очікування, виконано.

У тому випадку, якщо одній дії відповідають декілька подій, гранична пара подій $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$ задається транзитивним замиканням на відношенні переходу:

$$\alpha_{k,ij} = [e_{k,i}, e_{k,j}] | e_{k,i} > e_{k,j}. \quad (4.39)$$

У цьому випадку між подіями $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$ існують проміжні події, які

відповідають тій самій дії, тобто $e_{k,i} > e_{k,j} \Leftrightarrow e_{k,i} \succ \dots \succ e_{k,j}$.

Тривалість інтервалу подій на трасі визначається різницею часу виникнення граничних подій відповідної дії:

$$\Delta\tau_{k,ij} = \tau_{k,j} - \tau_{k,i}, \quad (4.40)$$

де $\tau_{k,i}$ – час виникнення події $e_{k,i}$;

$\tau_{k,j}$ – час виникнення події $e_{k,j}$.

Розроблюваний метод створення інтервальної моделі оснований на визначенні відношень послідовного, паралельного або незалежного виконання між окремими діями процесу, або групами таких дій. Цей підхід є розвитком α – алгоритму, в якому подібні відносини задаються у журналі подій.

Під час побудови інтервальної моделі відношення між діями задаються в аспекті часу, що і визначає доцільність використання темпоральної модальної логіки для опису таких відносин. Відзначимо, що логічний опис моделі забезпечує можливість її подальшої верифікації відповідно до парадигми Model Checking.

Визначимо інтервал подій, який відображає виконання одної і тієї ж дії на різних трасах процесу, в такий спосіб:

$$\alpha_{ij} = [\{e_{k,i}, e_{k,j}\}] \Leftrightarrow \forall \pi_k (e_{k,i}, e_{k,j} \vee e_{k,i}, e_{k,j}) | \exists (e_{k,i}, e_{k,j} \in E_k), \quad (4.41)$$

де α_{ij} – інтервал подій для різних трас процесу;

E_k – множина подій траси π_k .

З виразу (4.41) бачимо, що ознакою інтервалу подій є наявність упорядкованих пар $e_{k,i} \succ e_{k,j}$ або $e_{k,i} \succ e_{k,j}$ для трас π_k , де зустрічаються

події $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$.

Під час прогнозування часу виконання процесу розв'язання задачі у складі прецеденту зазвичай формують максимальну і мінімальну оцінки. Максимальна оцінка тривалості інтервалу α_{ij} , визначеного на всіх трасах журналу, має такий вигляд:

$$\Delta\tau_{ij}^{\max} = \max_k(\Delta\tau_{k,ij}), \quad (4.42)$$

де $\Delta\tau_{ij}^{\max}$ – максимальна оцінка тривалості інтервалу $[e_{k,i}, e_{k,j}]$ для всіх трас π_k .

Мінімальна оцінка визначається за аналогією з виразом (4.42).

Визначення інтервалу подій дає можливість формалізувати ознаку послідовного виконання дій як послідовності інтервалів подій. Концептуально, якщо дії виконуються послідовно, то між відповідними інтервалами не має бути проміжних подій. Тоді послідовне виконання фіксується на відповідних трасах процесу у вигляді послідовних інтервалів α' та α'' таким чином:

$$\langle \alpha', \alpha'' \rangle \Leftrightarrow \alpha' = [e_{k,i}, e_{k,j}] \Rightarrow \alpha'' = [e_{k,j}, e_{k,l}] | \quad (4.43)$$

$$\exists(e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l} \in E_k)$$

де $e_{k,j}$ – загальна гранична подія для обох інтервалів;

E_k – множина подій траси π_k .

Відповідно до виразу (4.43), при послідовному виконанні дій остання гранична подія попереднього інтервалу на всіх трасах процесу, де існують ці інтервали, є першою граничною подією наступного інтервалу.

Дії процесу можуть виконуватися послідовно, але з проміжком між ними. Така ситуація часто виникає, коли обробленням процесу займаються виконавці з різних рівнів організаційної ієрархії. Наприклад, після прийому

замовлення сервісним обслуговуванням виконавець може очікувати згоди керівника на закупівлю комплектуючих у вибраної фірми.

Послідовне виконання пари дій процесу з проміжними діями визначається через інтервали подій α' і α'' таким чином:

$$\begin{aligned} <\alpha', \alpha''> \Leftrightarrow \\ \alpha' = [e_{k,i}, e_{k,j}] \wedge \alpha'' = [e_{k,l}, e_{k,m}] \Rightarrow \\ \alpha''' = [e_{k,j}, e_{k,l}] \mid \exists (e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}, e_{k,m} \in E_k) \end{aligned} \quad (4.44)$$

де α''' – проміжний інтервал між інтервалами α' і α'' ;

$e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}, e_{k,m}$ – події, які належать одній трасі процесу;

E_k – множина подій траси π_k .

Тривалість виконання пари дій α' та α'' визначається сумарною тривалістю виконання дій α' , α'' й α''' .

Розглянемо дві типові ситуації, в яких виникає паралельна або незалежна обробка: поділ або об'єднання робіт. У першому випадку два інтервали повинні мати загальне першу граничну подію, а в другому – загальну останню подію.

Визначимо відношення розділення *split* між інтервалами в такий спосіб:

$$\alpha' \text{ split } \alpha'' \Leftrightarrow \alpha' = [e_i, e_j] \wedge \alpha'' = [e_i, e_m] \mid \exists (e_i, e_j, e_m \in E), E = \bigcup_k E_k, \quad (4.45)$$

де α' , α'' – інтервали, які на різних трасах мають однакову початкову і різні кінцеві граничні події;

E – множина всіх подій журналу.

Відношення об'єднання *join* визначається для інтервалів, які мають однакові кінцеві і різні початкові граничні події на різних трасах процесу:

$$\alpha' \text{ join } \alpha'' \Leftrightarrow \alpha' = [e_i, e_j] \wedge \alpha'' = [e_l, e_j] \mid \exists (e_i, e_j, e_l \in E), \quad (4.46)$$

де α' , α'' – інтервали, котрі на різних трасах мають однакове кінцеве і різні початкові граничні події;

E – множина всіх подій журналу.

Для того, щоб розрізнити паралельне і незалежне виконання дій, необхідно формалізувати ознаку паралельності. Концептуально паралельність дій процесу означає, що в журналі фіксується щонайменше пара трас, у яких ці дії записані в зворотному порядку:

$$\alpha' \parallel \alpha'' \Leftrightarrow \alpha' = \exists [e_{k,i}, e_{k,j}] \wedge [e_{s,j}, e_{s,i}] \mid e_{k,i}, e_{k,j} \in E_k, e_{s,j}, e_{s,i} \in E_s, s \neq j), \quad (4.47)$$

де α' , α'' – інтервали на трасах у журналі, які відповідають паралельним діям процесу;

E_k , E_s – множини подій різних трас процесу.

Пропонований метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу у складі прецеденту використовує наведені вище ознаки послідовного і паралельного виконання дій [236].

Метод містить такі етапи.

Етап 1. Побудова множини A інтервалів подій α_{ij} для всіх трас процесу згідно з виразом (4.47).

Необхідна умова для виконання цього етапу полягає у присвоєнні унікальних ідентифікаторів кожній унікальній події. Як зазначено вище, кожна подія однозначно може бути визначена множиною атрибутів та їх значень, унікальних для кожного процесу.

Для зручності перепишемо цей вираз у коротшій формі, яка показує кількість повторів кожного інтервалу на трасах журналу:

$$A = \{\alpha_{ij}\}, \alpha_{ij} = [e_i, e_j]^{|e_{k,i}, e_{k,j}|}, \quad (4.48).$$

де A – множина всіх інтервалів подій у журналі;

e_i, e_j – граничні події інтервалу без визначення траси, до якої вони належать;

e_i, e_j – граничні події інтервалу на трасі π_k ;

$|\{e_{k,i}, e_{k,j}\}|$ – кількість повторень інтервалу подій.

Під час розв'язання задачі оцінювання тривалості процесу на цьому етапі множина інтервалів доповнюється значеннями тривалості інтервалів:

$$A' = \{\alpha_{ij}, \tau_{ij}\}.$$

Етап 2. Побудова підмножини інтервалів подій, які відображають пари послідовних дій процесу відповідно до ознаки наявності впорядкованих пар подій. Множину пар послідовних інтервалів подій також визначимо з урахуванням їх кількості в журналі:

$$A^N = \{\alpha' N \alpha''\} = \{[e_i, e_j], [e_j, e_l]^{|e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}|} \mid |\{e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}\}| > 1\}, \quad (4.49).$$

де A^N – підмножина пар послідовних інтервалів;

e_i, e_j, e_l – граничні події послідовних інтервалів;

$e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}$ – граничні події послідовних інтервалів з визначенням траси;

e_j – гранична подія, що належить обом інтервалам.

Обмеження $|\{e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}\}| > 1$ показує, що послідовність дій повинна повторюватися, тобто має бути зафіксованою щонайменше на двох трасах логу.

Очевидно, що тривалість пари послідовних інтервалів подій представляє суму часу виконання окремих інтервалів.

Етап 3. Побудова підмножини інтервалів подій, які відображають пари

паралельних дій: розгалуження (4.50) і з'єднання (4.51) згідно з вищенаведеними ознаками:

$$A^{split} = \{\alpha' \parallel \alpha''\}_{split} = \{([e_i, e_j], [e_i, e_m])^{[e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,m}]}\}, \quad (4.50).$$

$$A^{join} = \{\alpha' \parallel \alpha''\}_{join} = \{([e_i, e_j], [e_l, e_k])^{[e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}]}\}. \quad (4.51).$$

Етап 4. Побудова набору $A^\#$ підмножини інтервалів подій, які відображають пари незалежних дій процесу, для яких не виконується умова (4.47). На цьому етапі формуються множини $A^{\#split}$ й $A^{\#join}$ за аналогією до етапу 3.

Етап 5. Формування інтервальної моделі шляхом встановлення зв'язків між інтервалами подій у множинах A^N , A^{split} , A^{join} , $A^{\#split}$, $A^{\#join}$. Зв'язок між інтервалами встановлюється у разі збігу граничних подій в обох інтервалах.

Етап 6. Доповнення моделі транзитивними послідовними інтервалами відповідно до ознаки послідовного виконання дій (4.44). На цьому етапі в моделі визначаються такі пари послідовних дій, між якими є проміжні дії. Це дає змогу під час подальшого аналізу знайти «вузькі місця» процесу, що призводять до затримки виконання.

Етап 7. Доповнення моделі часовими оцінками підмножини інтервалів подій, які відображають пари послідовних дій бізнес-процесу (4.43), паралельних дій (4.45), (4.47) та незалежних дій бізнес-процесу інтервалів подій. Ця процедура дає змогу шляхом складання тривалості інтервалів для різних маршрутів моделі провести оцінювання тривалості розв'язання задачі. Зазначена оцінка використовується під час вибору прецеденту в задачах Case-based reasoning.

Проілюструємо реалізацію базових п'яти етапів методу на прикладі журналу подій, який складається з двох трас. Як ідентифікатор подій будемо

використовувати латинські літери. Трасу представимо у вигляді кортежу з ідентифікаторів подій. Вхідний лог має такі траси: $\{ \langle a, b, c, f, k, g, h, i, j \rangle, \langle a, d, e, f, k, g, i, h, j \rangle \}$.

Для ілюстрації результатів виконання етапів методу обидві траси були об'єднані і представлені у вигляді графа на рис. 4.5.

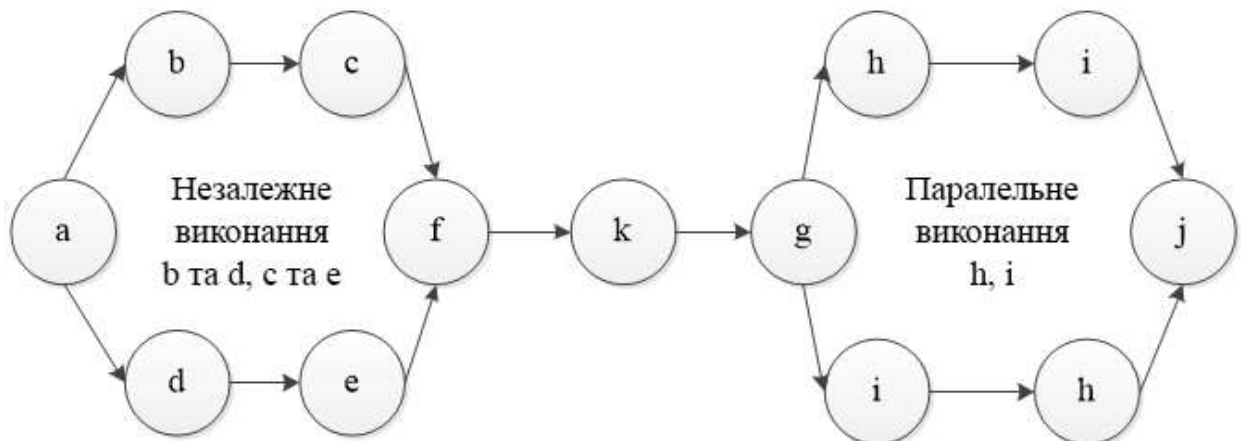


Рисунок 4.5 – Об'єднання подій для двох трас процесу

Результати етапу 1: множина інтервалів $A = \{ [a, b], [a, d], [b, c], [d, e], [c, f], [e, f], [f, k], [k, g], [g, h], [g, i], [h, i], [i, h], [i, j], [h, j] \}$.

Результати етапу 2: пари послідовних інтервалів $A^N = \{ ([f, k], [k, g])^2 \}$. Траса має тільки одну пару послідовних інтервалів, оскільки у цьому випадку $|\{e_{k,i}, e_{k,j}, e_{k,l}\}| > 1$.

Результати етапу 3: пари паралельних інтервалів $A^{split} = \{ ([g, h], [g, i]) \}$ й $A^{join} = \{ [i, j], [h, j] \}$.

Відзначимо, що для ілюстративного прикладу на цьому етапі ми не враховуємо кількість повторень, тому що в журналі є лише дві траси, у кожній з яких записано по одному варіанту паралельного виконання.

Результати етапу 4: пари незалежних інтервалів $A^{#split} = \{ [a, b], [a, d] \}$ та $A^{#join} = \{ [c, f], [e, f] \}$.

Результати етапу 5: послідовне об'єднання підмножин інтервалів A^N ,

A^{split} , A^{join} , $A^{#split}$, $A^{#join}$ на основі співпадаючих граничних подій у єдину інтервальну модель:

– об'єднання A^N і A^{split} : $\{([f, k,] \rightarrow [k, g]), ([k, g] \rightarrow [g, h]), ([k, g] \rightarrow [g, i])\}$;

– об'єднання A^N і A^{join} : немає співпадаючих граничних подій;

– об'єднання A^{split} і A^{join} : $\{([g, i] \rightarrow [i, j]), ([g, h] \rightarrow [h, j])\}$.

Об'єднання інших підмножин виконується аналогічно.

Таким чином, виконаний аналіз структури журналу реєстрації подій і визначені ознаки послідовного, паралельного і незалежного виконання подій процесу через відношення між інтервалами подій, які відображають виконання дій процесу.

Використання інтервальної моделі у межах прецедентного підходу дає змогу вибрати прецедент на основі оцінювання часу розв'язання задачі.

4.5 Висновки до четвертого розділу

1. Запропоновано метод формування моделі процесу розв'язання задачі на основі аналізу логів. Метод містить етапи побудови моделей процесу з подієвим і інтервальним представленням часу, а також з уточненням інтервальної моделі з урахуванням атрибутів подій процесу.

Отримана в результаті застосування методу модель процесу розв'язання задачі має можливість адаптації з урахуванням обмежень предметної області та очікуваних результатів. Оцінювання обмежень виконується на базі інтервального представлення часу. Ця оцінка дає змогу з'ясувати можливість підвищення ефективності процесу шляхом розпаралелювання його дій.

Адаптація виконується за допомогою видалення з моделі трас процесу (або фрагментів трас), які не відповідають часовим обмеженням, та зміщення фрагментів трас на часовій лінії виконання процесу. Вибір трас (або їх фрагментів) для видалення здійснюється на основі якісного опису процесу.

2. Вперше запропоновано *інтервальну модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту*, що містить у собі трирівневе представлення такого процесу: набір послідовностей подій, що відображають виконання процесу рішення задачі; якісний опис рішення задачі у вигляді графа подій; інтервальний опис вирішення задачі. Модель створює можливості для адаптації процесу розв'язування задачі і шляхом відбору підпроцесів, що відповідають поточним обмеженням предметної області, і шляхом уточнення послідовності виклику підпроцесів, для яких встановлені відношення часткового порядку.

3. Розроблено метод виявлення інтервалів *очікування ресурсів при виконанні наскрізного бізнес-процесу*, направлений на врахування можливостей несвоєчасного виконання дій бізнес-процесу на основі аналізу скоригованого прецеденту-аналога. У практичному аспекті метод створює умови для підвищення ефективності процесного управління шляхом скорочення затримок.

Показані залежності між зміною атрибутів подій і появою інтервалу очікування, що ілюструють практичну цінність запропонованого методу. Комбінація значень двох атрибутів дозволяє визначити наступ інтервалу очікування. Конкретні значення атрибутів залежать від прийнятої на підприємстві практики найменування подій процесу. Для розширення можливостей методу необхідно збільшувати кількість використовуваних атрибутів. Так, для виявлення переходів між розглянутими діями процесу, необхідно враховувати значення трьох атрибутів. Скорочення або усунення інтервалів очікування для наведеної в прикладі траси процесу дозволяє скоротити його тривалість до 50%.

4. Запропоновано метод побудови *інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу*, отримані традиційними методами Process Mining, що створює можливості для підвищення ефективності управління наскрізними бізнес-процесами за рахунок усунення «вузьких місць» в результаті аналізу залежностей інтервалів очікування від попередніх дій взаємопов'язаних

наскрізних бізнес-процесів. Метод включає в себе етапи визначення інтервалів подій логу, які відповідають діям процесу, виділення множин послідовних, паралельних і незалежних інтервалів подій, а також побудови інтервальної моделі процесу шляхом об'єднання цих множин.

На відміну від існуючих підходів, ознаки послідовного і паралельного виконання визначаються не для окремих подій, а для інтервалів подій, що дає можливість відобразити в моделі не стани, а дії процесу з урахуванням тривалості виконання цих дій.

В даному розділі отримали подальший розвиток результати, представлені в роботах [10, 226-229, 236, 237].

Список використаних джерел у даного розділі наведено у повному списку використаних джерел під номерами [53,73,90,101,152,154,189,195,196,200,295-208, 204, 225-236].

5 РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПІДХОДУ

5.1 Методи та інформаційна технологія прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами

Процесне управління підприємством передбачає розробку моделей усіх необхідних для підприємства бізнес-процесів з подальшим управлінням цими процесами [55,58]. Управління бізнес-процесами полягає в моніторингу виконуваних послідовностей дій таких процесів і, за необхідності, коригуванні цих дій. Ефективність процесного управління визначається своєчасним досягненням цілей виконуваних процесів. Тому завдання управління набором скоординованих бізнес-процесів містять не лише побудову workflow-моделі процесу, а й пошук «вузьких місць» у виробничому процесі з подальшим прогнозуванням тривалості його виконання [52].

Концепція процесного управління підприємством, на відміну від функціонального підходу, передбачає побудову workflow-моделей послідовностей робіт, які забезпечують розв'язання відповідних функціональних завдань, пов'язаних з виробництвом продукції та послуг, адмініструванням, сервісним обслуговуванням тощо [10,28,120]. Такі послідовності робіт, що використовують ресурси для створення продуктів, послуг тощо, представлені бізнес-процесами підприємства. Після побудови моделей бізнес-процесів подальше управління підприємством здійснюється шляхом управління бізнес-процесами. Для побудови моделей бізнес-процесів використовують як традиційні підходи, пов'язані з розробкою «з чистого аркуша», так і підходи, що передбачають використання наявного досвіду

процесного управління. В останньому випадку моделі процесів адаптуються і тиражуються, що дає змогу зменшити витрати на впровадження нових бізнес-процесів.

Як зазначалося в підрозділі 3.1, прецедентний підхід (Case-based reasoning, CBR) є одним із підходів, спрямованих на використання наявного досвіду, зокрема, під час впровадження процесного управління на нових підприємствах, вирішення нових завдань, що мають реалізовані аналоги [103]. Під час використання прецедентів у межах процесного підходу процес розв'язання задачі представляється бізнес-процесом. Реалізація процесного управління на основі прецедентного підходу передбачає виконання пошуку та адаптації прецеденту, його застосування та подальше збереження. У цьому разі під час реалізації прецедентного підходу процедура адаптації прецеденту виконується ще до початку управління відповідним процесом. Це дає змогу адаптувати процес управління та змінювати послідовність процесів під час виконання, особливо при доступі до загальних ресурсів. Таким чином, проблема адаптивного управління бізнес-процесами є актуальною.

Реалізація процесного управління виконується з використанням інформаційної системи управління підприємством. Такі системи забезпечують підтримку послідовності дій процесу згідно з поточним станом предметної області та фіксують інформацію щодо виконання процесів у журналі реєстрації подій у вигляді логів.

Окрім того, сучасні методи та інструментальні засоби інтелектуального аналізу процесів (Process Mining) забезпечують можливість побудови прецедентних розв'язків задач у вигляді моделей відповідних бізнес-процесів [201,205]. Такі моделі містять причинно-наслідкові зв'язки між подіями, записані в журналі реєстрації подій відповідної ІС. Як відомо, методи Process Mining призначені для побудови дискретних моделей у вигляді мереж Петрі, темпоральних логічних моделей тощо. Отримані методами аналізу моделі прецедентів бізнес-процесів визначають послідовність розв'язання задачі, але

не враховують взаємодію процесів і можливість використання ними загальних ресурсів, що може призводити до значних затримок у виконанні бізнес-процесів [233]. У цьому випадку немає можливості у межах прецедентного підходу здійснити розв'язання задачі управління множиною процесів за умови зміни складу елементів цієї множини. Тому питання адаптивного управління множиною процесів як елементів прецедентів вимагає подальшого вдосконалення.

З цією метою пропонуємо метод адаптивного процесного управління на основі прецедентного підходу, який полягає у виборі подальших трас виконання набору бізнес-процесів на підприємстві під час зміни складу цього набору: додавання нових процесів, завершення поточних, поява «вузьких місць» тощо.

Розв'язання цієї задачі дасть змогу підвищити ефективність управління множиною бізнес-процесів шляхом залучення нових бізнес-процесів до множини виконуваних з урахуванням затримок під час доступу до загальних ресурсів.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- визначити основні особливості адаптивного управління сукупністю бізнес-процесів підприємства;
- розробити методи оцінювання стану й адаптації бізнес-процесів як складової прецеденту;
- розробити метод адаптивного управління множиною бізнес-процесів з урахуванням змін у складі цієї множини.

Наскрізні бізнес-процеси мають такі особливості:

- дії $p_{i,l}$, що використовують спільну підмножину ресурсів r_j , належать до різних бізнес-процесів;
- пріоритети доступу до ресурсів визначаються не для процесу в цілому, а для його окремих дій, а також можуть змінюватись у ході виконання бізнес-процесів з метою мінімізувати час очікування ресурсів при

обмеженнях на час виконання кожного бізнес-процесу;

- при реалізації кожного бізнес-процесу в кожний момент часу виконується лише одна послідовність дій wf_i ;

- внаслідок того, що послідовності wf_i можуть мати спільні дії, потрібно враховувати всі такі послідовності; по мірі виконання процесу кількість послідовностей, що відображають можливі варіанти розвитку процесу, зменшується.

Вхідними даними цих методів є:

- журнали подій процесів представлені у вигляді прецедентів, записаних відповідною ІС;

- підмножина набору моделей прецедентів наскрізних бізнес-процесів, які виконуються на момент уточнення пріоритетів, отримані методами Process Mining з додаванням інтервалів виконання робіт процесу і інтервалів очікування ресурсів відповідно до запропонованого підходу;

- інформація про поточний стан кожного з бізнес-процесів, що виконуються в момент визначення пріоритетів; поточний стан характеризується діями процесу, що були виконані до моменту визначення пріоритетів;

- перелік загальних ресурсів підприємства, які використовуються декількома наскрізними бізнес-процесами; такі ресурси виступають в якості обмежень для наскрізних бізнес-процесів;

- інформація про нові наскрізні бізнес-процеси, які планується запускати на виконання; поточний стан кожного такого процесу визначається як готовність до виконання першої дії на заданій множині послідовностей дій wf_i .

- перелік об'єктів (продукція, послуги), що виробляються бізнес-процесом.

Прецеденти задають порядок та послідовність виконання робіт для декількох варіантів реалізації бізнес-процесу. Для кожної дії процесу

визначаються необхідні ресурси, що дає можливість упорядкувати доступ до ресурсів підприємства шляхом визначення пріоритетів для кожного наскрізного бізнес-процесу відносно кожного спільного ресурсу.

Для вирішення задачі оперативного прецедентного управління, об'єктом якого є сукупність наскрізних бізнес-процесів, необхідно знайти таке Рішення у вигляді зміни пріоритетів їх доступу до кожного спільного ресурсу r_i з тим, щоб мінімізувати час очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів:

$$\min(\sum \tau_i^{wt}) | \forall Bp_i \quad \tau_i \leq \tau_i^{\max} \quad (5.1)$$

де τ_i^{wt} – сумарний час очікування ресурсів для бізнес-процесу Bp_i ;

τ_i – загальний час виконання бізнес-процесу Bp_i у відповідності до встановлених дат за договором;

τ_i^{\max} – обмеження на час виконання бізнес-процесу Bp_i .

Час очікування для кожного бізнес-процесу визначається як сумарний час очікування доступу до ресурсів.

Отримане рішення даної задачі фактично і буде моделлю прецеденту, яка заноситься в базу прецедентів.

Наскрізні бізнес-процеси в задачах прецедентного управління характеризуються наборами послідовностей дій, а також поточним їх станом (виконаними діями).

Як відомо, прецеденти задають порядок та послідовність виконання робіт для декількох варіантів реалізації бізнес-процесу. Для кожної дії процесу визначаються необхідні ресурси, що дає можливість упорядкувати доступ до ресурсів підприємства шляхом розробки моделі та технології визначення пріоритетів для кожного наскрізного бізнес-процесу відносно кожного спільного ресурсу [10].

Для вирішення задачі прецедентного управління необхідно отримати пріоритети доступу бізнес-процесу до кожного спільного ресурсу r_j з тим, щоб мінімізувати відхилення від заданих строків виконання наскрізного бізнес-процесу.

Модель наскрізного бізнес-процесу в рамках даної задачі відображена у вигляді множини альтернативних послідовностей дій бізнес-процесу, кожна з яких складається з інтервалів очікування ресурсів та виконання дій [236].

При цьому тривалість інтервалів очікування та тривалість дій відповідно залежить від пріоритету доступу бізнес-процесів до спільних ресурсів підприємства. Тому при виконанні кожної послідовності дій доцільно обчислювати інтервал очікування з урахуванням пріоритету доступу до відповідних ресурсів.

У зв'язку з цим пропонуються методи, які виконують попередні зазначені дії для визначення стану і коригування моделей наскрізних бізнес-процесів.

Метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання призначений для видалення з моделі тих шляхів вирішення задачі, які не будуть використані в заданих умовах предметної області [236,237]. Метод використовує множину послідовностей подій логу θ , що відображає бізнес-процес та містить у собі наступні етапи.

Етап 1. Формування множини послідовностей подій θ^{smp1} , елементи якої відповідають ресурсним обмеженням.

На цьому етапі з вхідної множини θ видаляються всі траси π_k , які містять інформацію про ресурси, відсутні в даний час на підприємстві. Вхідна множина властивостей подій задається множиною пар $\{(a, v)\}$, де a – назва властивості; v – значення властивості.

Результуюча множина має вигляд:

$$\begin{aligned} \theta^{smpI} = \{ \pi_k \mid \exists e_{k,i} = \{(a^e, v^e)\} : \\ \{(a^e, v^e)\} \cap \{(a, v)\} \neq \emptyset, \end{aligned} \quad (5.1)$$

де θ^{smpI} – спрощений лог бізнес-процесу;

a^e – назва однієї з властивостей події $e_{k,i}$ бізнес-процесу;

v^e – значення відповідної властивості.

Етап 2. Формування інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу з використанням методу побудови інтервальної моделі.

Кожна траса множини θ^{smpI} містить усю послідовність подій, що відображають повне одноразове виконання наскрізного бізнес-процесу:

$$\begin{aligned} \pi_k = \langle E_k, \succ \rangle, E_k = \{ e_{k,i} \}, \\ \forall e_{k,i}, e_{k,j} \in E_k \quad (e_{k,i} \succ e_{k,j}) \vee (e_{k,j} \succ e_{k,i}), \end{aligned} \quad (5.2)$$

де π_k – k -та траса бізнес-процесу;

E_k – множина подій на трасі бізнес-процесу;

$e_{k,i}$ – i -та подія траси π_k ;

\succ – відношення переходу.

Наявність відношення переходу між двома подіями $e_{k,i}$ та $e_{k,j}$ означає, що між ними немає проміжних подій. Результатом виконання етапу 2 є модель, яка містить інтервали очікування ресурсів.

Етап 3. Визначення сумарної тривалості інтервалів очікування доступу до ресурсів τ_i^{wt} для кожної з можливих трас π_k виконання бізнес-процесу

$T_i = \sum_{j=1}^N t_{jl}^{i(wt)}$. На цьому етапі використовуються вхідні дані у вигляді

інтервалів, які пов'язані з подіями бізнес-процесу.

Етап 4. Формування обмежень на час виконання нового наскрізного

бізнес- процесу Vp_i , у вигляді комбінацій властивостей об'єктів/замовлень, що обробляються наскрізним бізнес-процесом. Такі властивості представлені в описі подій логу $\theta = \{\pi_k\}, k = \bar{1}, \bar{K}$.

Етап 5. Проведення адаптації моделі процесу шляхом видалення таких шляхів (трас) вирішення задачі, які не відповідають отриманим на етапі 4 обмеженням. Модель процесу за результатами цього етапу повинна відповідати логу $\theta = \{\pi_k\}, k = \bar{1}, \bar{K}$.

Етап 6. Визначення підмножини можливих траєкторій (π_k) досягнення кінцевого стану процесу «рішення» задачі. Така траєкторія може бути знайдена в результаті аналізу вхідних даних як логу, так і моделі (2.29).

Етап 7. Визначення часу досягнення фінального стану виконання бізнес-процесу за його поточним станом.

Результатом реалізації методу є розрахунковий час завершення бізнес-процесу.

Процес отримання «рішення» в складі прецеденту означає формування «керуючого впливу», що визначає порядки доступу до ресурсів наскрізних бізнес-процесів з обмеженнями на час їх виконання. Така потреба виникає, наприклад, при обробці виконуваних і нового замовлення.

Методи динамічного визначення пріоритетів доступу до ресурсів наскрізних бізнес-процесів призначені для доповнення до існуючої сукупності процесів, що запускаються нових процесів. Така потреба виникає, наприклад, при обробці виконуваних і нового замовлення.

Метод прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами шляхом оперативного коригування пріоритетів їх доступу до ресурсів без урахування обмежень на час їх виконання [238]. Загальний зв'язок між пріоритетами та послідовністю доступу бізнес-процесів до ресурсів підприємства має такий вигляд.

Дія з першим пріоритетом отримує ресурс без затримки, тобто:

$$\tau(w_{i,l}^{1,j}) = 0, \quad (5.5)$$

де $w_{i,l}$ – тривалість інтервалу очікування.

Дія з другим пріоритетом отримує ресурс із затримкою, щонайменше, рівною тривалості дії з першим пріоритетом:

$$\tau(w_{i,l}^{2,j}) \geq \tau(o_{i,l}^{1,j}). \quad (5.6)$$

Аналогічно, дії з меншими пріоритетами очікують виконання дій з більшими пріоритетами:

$$\tau(w_{i,l}^{k+1,j}) \geq \tau(w_{i,l}^{k,j}) + \tau(o_{i,l}^{k,j}). \quad (5.7)$$

Запропонований метод визначення пріоритетів містить у собі такі базові етапи.

Етап 1. Вибір підмножини ресурсів для визначення пріоритетів за критерієм найменшої відстані від моменту визначення пріоритету до моменту його використання на часовій шкалі.

Етап 2. Попереднє визначення пріоритетів для дій кожного наскрізного бізнес-процесу з використанням підмножини ресурсів r_j за критерієм $\min \sum_{Vp, wf_i} \tau(w_{i,l}^{k+1,j})$. Особливість даного етапу полягає в тому, що розрахунок критерію виконується для кожної комбінації послідовностей дій бізнес-процесів.

Етап 3. Відбір такої комбінації допустимих послідовностей дій з різних бізнес-процесів із встановленими пріоритетами, що забезпечує виконання

$$\text{критерію: } \max_l \sum \tau(w_{i,l}^{k+1,j}) \left| \min_{Bp, wf_i} \left(\sum \tau(w_{i,l}^{k+1,j}) \right) \forall r_j \right.$$

Метод прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами шляхом оперативного коригування пріоритетів їх доступу до ресурсів з урахуванням обмежень на час їх виконання.

Попередній метод дає можливість мінімізувати час очікування ресурсів на множині прецедентів бізнес-процесів, що виконуються на підприємстві в момент розрахунку. Однак досягнення глобального мінімуму $\min(\sum \tau_i^{wt})$ часу очікування ресурсів по всім Bp_i відповідно до (5.1) не гарантує виконання обмежень $\tau_i \leq \tau_i^{\max}$ для всіх наскрізних бізнес-процесів. Слід також зазначити, що більш раннє виконання бізнес-процесу, тобто $\tau_i < \tau_i^{\max}$, може свідчити про неефективне використання ресурсів. Зокрема, зменшення часу очікування для поточного процесу призводить до збільшення τ_i^{wt} для інших процесів, що одночасно з поточним використовують ті ж самі ресурси.

Таким чином, доцільно розширити обмеження з виразу (5.1) з метою виконання бізнес-процесів за технологією «just in time».

Згідно з постановкою задачі прецедентного управління у формі «just in time», є можливість використати затримки δT^c для виконання нових бізнес-процесів при врахуванні наступного обмеження:

$$\min(\sum_i \tau_i^{wt}) \text{ if } \forall Bp_i \left| \tau_i - \tau_i^{\max} \right| < \varepsilon, \quad (5.8)$$

де $\varepsilon \rightarrow 0$ – відхилення у строках виконання наскрізного бізнес-процесу.

При цьому функція оцінювання часу C_i очікування ресурсів i -ї послідовності дій бізнес-процесу має наступний вигляд:

$$C_i = \begin{cases} \sum_{j=1}^I \tau_i - \tau_i^{\max} + \tau_{ij}^{wt} & | \tau_i < \tau_i^{\max} \\ \sum_{j=1}^J (\tau_i - \tau_i^{\max} - \tau_{ij}^{wt})^2 & | \tau_i > \tau_i^{\max} \end{cases} \quad (5.9)$$

де τ_i^{\max} – обмеження на час виконання i -го наскрізного бізнес-процесу Vp_k , що задаються ОПР;

τ_i – час виконання i -го процесу Vp_k за результатами оптимізації використання ресурсів, без урахування обмежень τ_i^{\max} ;

τ_{ij}^{wt} – час очікування j -го ресурсу i -ю послідовністю дій процесу Vp_k .

Дана функція визначає величину «штрафів» при відхиленні строків виконання бізнес-процесу від запланованих. Несвоєчасне виконання оцінюється пропорційно квадрату відхилення (рис. 5.1), оскільки призводить до несвоєчасної поставки клієнтові результатів бізнес-процесу i , як наслідок, до суттєвих додаткових витрат на підприємстві.

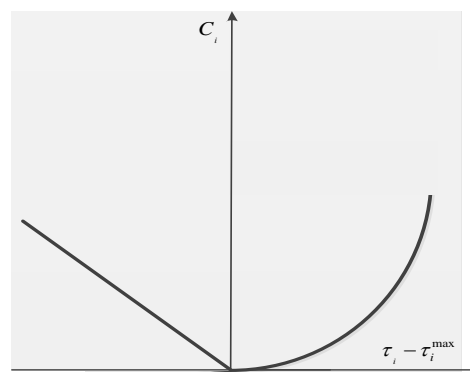


Рисунок 5.1 – Функція оцінювання часу очікування ресурсів з урахуванням обмежень на час виконання наскрізного бізнес-процесу

Більш швидке виконання наскрізного бізнес-процесу оцінюється пропорційно значенню відхилення, оскільки призводить до менш

ефективного використання ресурсів на підприємстві, однак не впливає на ключову характеристику, за якою оцінюється бізнес-процес, – ступінь задоволення клієнта.

З виразу (5.9) видно, що у випадку перевищення строків виконання, необхідно підвищувати пріоритети доступу цього наскрізного бізнес-процесу до ресурсів r_j з метою зменшення часу затримки τ_{ij}^{wt} . У випадку дострокового виконання Vp_i , навпаки, потрібно знизити пріоритети доступу до ресурсів r_j з тим, щоб звільнити обладнання для обробки можливих додаткових завдань (нових заказів від клієнтів).

Запропонований метод прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів з урахуванням обмежень на час їх виконання містить у собі наступні етапи [238].

Етап 1. Початковий розрахунок критерію несвоечасності виконання Δ_i для кожної допустимої послідовності дій wf_i кожного Vp_i , що виконується на підприємстві в момент розрахунку:

$$\Delta_i = \begin{cases} |\tau_i - \tau_i^{\max}| & \text{if } \Delta_i > \varepsilon \\ 0 & \text{if } \Delta_i < \varepsilon \end{cases} \quad (5.10)$$

Етап 2. Вибір наскрізного бізнес-процесу, що має послідовність дій з максимальним значенням показника Δ_i .

Етап 3. Вибір ресурсу r_j для зміни пріоритету доступу для процесу Vp_i за критерієм:

$$\min_j \begin{cases} |\tau_i - \tau_i^{\max} - \tau_{ij}^{wt}| & \text{if } \tau_i > \tau_i^{\max}, \\ |\tau_i - \tau_i^{\max} + \tau_{ij}^{wt}| & \text{if } \tau_i < \tau_i^{\max} \end{cases} \quad (5.11)$$

Етап 4. Встановлення максимально можливого пріоритету Pr_j^i використання ресурсу r_j процесом Bp_i відповідно до виразу:

$$Pr_j^i = \begin{cases} 1, & \text{if } \forall Bp_k \Delta_i > \Delta_k \\ \min(Pr_j^k) - 1 & \text{if } \exists Bp_k : \Delta_i < \Delta_k \end{cases} \quad (5.12)$$

Етап 5. Зміна пріоритетів інших процесів за умови $Pr_j^i \geq Pr_j^k$.

Етап 6. Поточний розрахунок Δ_i для всіх процесів, що виконуються.

Етап 7. Перевірка умови $\Delta_i < \varepsilon$ для поточного наскрізного бізнес-процесу. Якщо умова виконується, то перехід до етапу 2.

Етап 8. Перевірка множини ресурсів, що використовує поточний процес. Якщо всі ресурси розглянуто, то визначення поточного процесу як такого, що не задовольняє обмеженням.

Етап 9. Перевірка множини процесів з $\Delta_i > 0$. Якщо не всі процеси розглянуто, то перейти до етапу 2.

В результаті застосування методу встановлюються пріоритети, що визначають послідовність використання ресурсу наскрізними бізнес-процесами.

Метод оперативного отримання необхідного Рішення при прецедентному управлінні групою наскрізних бізнес-процесів з урахуванням обмежень на максимальну тривалість їх виконання використовує раніше розроблені методи [238].

Метод використовує модель (2.31) підмножини бізнес-процесів Bp_k , конкуруючих за загальні ресурси, які обліковуються в журналі подій, та їх часові мітки у вигляді набору послідовностей дій:

$$Bp_k = P_k, RL \mid \forall p_l \in P_k \exists \{r_{l,k}\} \subset Rs .$$

Тривалість кожної дії $p_{i,j}$ складається з двох складових: інтервалу часу очікування $\Delta t_{i,j}^w$ та інтервалу нормативного виконання дії $\Delta t_{i,j}^o$:
 $\Delta t_{i,j} = \Delta t_{i,j}^w + \Delta t_{i,j}^o$.

Метод виконується циклічно і запускається перед початком кожної дії $p_{i,j}$ для кожного з бізнес-процесів $Bp_k \in Bp$.

Метод містить в себе наступні етапи.

Етап 1. Адаптація моделі групи бізнес-процесів, що конкурують за ресурси у кожній конкурентній точці .

Мета даного етапу полягає в тому, щоб у міру виконаній бізнес-процесу скоротити кількість альтернативних реалізацій в прецедентної моделі. Це дає можливість підвищити точність розрахунку часу завершення бізнес-процесу.

Крок 1.1. На даному етапі з моделі Bp_k видаляються такі послідовності дій $P_{k,m}$, $P_{k,m}$, які в момент $t_{i,j}$ завершення попередньої дії $p_{i,j-1}$ з поточної послідовності $P_{k,i}$ не містять початкової послідовності дій $\langle p_{m,1}, p_{m,2}, \dots, p_{m,j-1} \rangle$. Результируюча множина Bp_k^1 має вигляд:

$$Bp_k^1 = Bp_k \setminus \{P_{k,m}\} : \forall m \langle p_{m,1}, \dots, p_{m,j-1} \rangle \neq \langle p_{i,1}, \dots, p_{i,j-1} \rangle . \quad (5.13)$$

Крок 1.2. Вибір послідовності дій $P_{k,i}$ максимальної тривалості. Відбір здійснюється на основі підсумовування тривалості дій $\Delta t_{i,j}$ або ж різниці позначок часу першої і останньої події у відповідній трасі логу.

В результаті цього кроку при розрахунку часу завершення бізнес-процесу буде використовуватися можлива послідовність дій максимальної

тривалості. Це дозволяє задовольнити обмеження за часом виконання T_k^c процесу Bp_k :

$$\forall k \forall i \max_i (T_{k,i}) \leq T_k^c - t_{0,k},$$

де $T_{k,i}$ – сумарний фактичний час виконання процесу;

T_k^c – час виконання процесу за договором;

$t_{0,k}$ – момент початку виконання процесу Bp_k .

Етап 2. Відбір підмножин процесів P_k^2 , кожен з яких використовує загальні ресурси для наступних дій, починаючи з моменту $t_{i,j-1}$.

На даному етапі реалізуються тільки ті дії процесу, які можуть бути виконані в конкретний дискретний момент часу відповідно до вхідних даних дискретної моделі. Після виконання процесу дія фіксується у вигляді стану процесу і предметної області.

Етап 3. Розрахунок затримок $\Delta t_{i,j}^w$ для всіх можливих послідовностей доступу до ресурсів з P_k^2 у кожній конкурентній точці.

Крок 3.1 Формування всіх можливих послідовностей дій при їх доступі до дій $P^* = \langle d_{i,j}, d_{m,1}, \dots \rangle$ загальних ресурсів з моменту $t_{i,j}$.

Наприклад, для множини $\{d_{1,1}, d_{2,1}\}$ на даному етапі формуються такі пари $\langle d_{1,1}, d_{2,1} \rangle, \langle d_{2,1}, d_{1,1} \rangle$.

Крок 3.2. Розрахунок затримок Δt^w для всіх послідовностей дій, що конкурують за ресурси.

Для кожної пари $\langle d_{i,j}, d_{m,1} \rangle$ при розрахунку враховується момент $t_{i,j}$ початку дії з великим пріоритетом $d_{i,j}$, тривалість операції $\Delta t_{i,j}^o$ в складі цієї

дії, а також момент запиту загальних ресурсів $t_{m,1}$ для дії з більш низьким пріоритетом $d_{m,1}$:

$$\Delta t_{m,1}^w = \begin{cases} t_{i,j} + t_{i,j}^0 - t_{m,1}, & \text{if } t_{i,j} + t_{i,j}^0 - t_{m,1} > 0, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (5.14)$$

Крок 3.3. Розрахунок часу завершення поточних дії $t_{i,j+1}$:

$$t_{i,j+1} = t_{i,j} + \Delta t_{i,j}^w + \Delta t_{i,j}^o. \quad (5.15)$$

Кроки 3.1-3.3 повторюються циклічно для всіх подальших дій до завершення всіх бізнес-процесів з початкової множини P .

Результатом даного етапу є прогнозований час $T_{k,i}$ завершення кожного процесу P_k для кожної послідовності доступу до ресурсів в момент $t_{i,j}$.

Етап 4. Розрахунок затримок ΔT_k^c виконання для кожного процесу $P_k \in P$.

Розрахунок виконується шляхом порівняння прогнозованого часу $T_{k,i}$ і T_k^c – часу виконання процесу за договором

$$\Delta T_k^c = \begin{cases} T_{k,i} - T_k^c, & \text{if } T_k^c < T_{k,i}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (5.16)$$

Розрахунок виконується для кожної послідовності P^* доступу до ресурсів.

Етап 5. Розрахунок сумарної затримки часу ΔT^c виконання по всіх процесах для кожної послідовності P^* .

Етап 6. Розрахунок часу δT_k^c , що звільнився за рахунок зменшення затримок:

$$\delta T_k^c = \begin{cases} T_k^c - T_{k,i}, & \text{if } T_k^c > T_{k,i}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (5.17)$$

Розрахунок виконується для кожної послідовності P^* доступу до ресурсів.

Етап 7. Розрахунок сумарної економії часу δT^c по всіх процесах для кожної послідовності P^* .

Етап 8. Отримання впорядкованої послідовності P^* за значенням сумарного часу затримки ΔT^c , а потім за значенням часу, що звільнився, δT^c .

Етап 9. Якщо досягнуті всі результати по всіх виконуваних поточних процесах, тобто досягнуті всі необхідні стани з множини цільових для всіх процесів, то завершується застосування методу. В іншому випадку перейти до етапу 2.

Таким чином, запропонований метод прецедентного управління оперативного отримання оптимального Рішення щодо встановлення пріоритетів запуску групи бізнес-процесів в кожній конкурентній точці відповідно до урахування затримок при їх доступі до загальних ресурсів. Склад цієї множини бізнес-процесів, яка виконується, може змінюватися. Метод дозволяє оцінити можливість виконання обмежень на час виконання поточних бізнес-процесів при додаванні нових процесів. Залежно від результатів оцінки, новий процес може бути доданий до виконання або залишитися в стані очікування, що сприяє підвищенню ефективності оперативного процесного управління сукупністю бізнес-процесів підприємства. На відміну від існуючих, метод реалізує оперативне

управління множиною бізнес-процесів, що використовують загальні ресурси.

Приклад конкуренції за ресурси для трьох бізнес-процесів P_1 , P_2 і P_3 наведено на рис. 5.2. Цей приклад заснований на фрагменті даних з логів бізнес-процесів. Кожен процес представлений однією трасою. Ці процеси задаються такими послідовностями дій:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \langle \{o_{1,1}, r_1, \Delta t_{1,1}\}, \{o_{1,2}, r_2, \Delta t_{1,2}\}, \{o_{1,3}, r_3, \Delta t_{1,3}\} \rangle, \\
 P_2 &= \langle \{o_{2,1}, r_1, \Delta t_{2,1}\}, \{o_{2,2}, r_2, \Delta t_{2,2}\} \rangle, \\
 P_3 &= \langle \{o_{3,1}, r_2, \Delta t_{3,1}\}, \{o_{3,2}, r_1, \Delta t_{3,2}\}, \{o_{3,3}, r_3, \Delta t_{3,3}\} \rangle.
 \end{aligned}
 \tag{5.18}$$

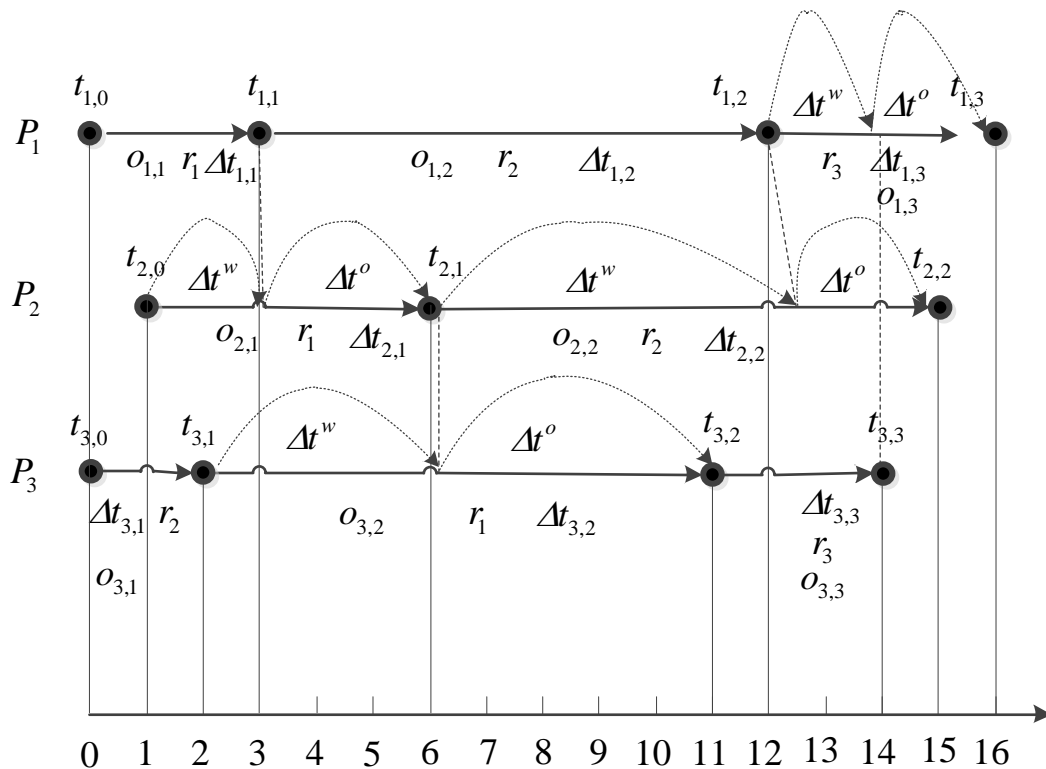


Рисунок 5.2 – Приклад конкуренції за ресурси між трьома бізнес-процесами

Процеси P_1 і P_2 конкурують за ресурс r_1 . Цей ресурс в момент часу $t_{1,0}$ першим використовується процесом P_1 . Тому процес P_2 очікує звільнення ресурсу до моменту $t_{1,1}$. У цей момент закінчується операція $o_{1,1}$. Інтервал очікування для процесу P_2 позначений як Δt^w . У момент часу $t_{1,1}$

запускається операція $o_{2,1}$ другого процесу. Інтервал її виконання позначений Δt^o . Операція завершується в момент $t_{2,1}$, після чого доступ до цього ресурсу отримує третій процес, який чекав з моменту часу $t_{3,1}$. Ці процеси конкурують за ресурси r_2 і r_3 аналогічним чином. У представленому прикладі встановлений один і той же момент часу завершення для всіх трьох процесів: $T_1^c = T_2^c = T_3^c = 16$. Другий і третій процеси завершуються вчасно і достроково, а перший процес не задовольнив обмеження за часом виконання T_k^c процесу Bp_k . Однак якби ресурс r_3 спочатку отримав третій процес, а потім перший, то все три процеси виконалися б вчасно.

Для реалізації процедури управління групою наскрізних бізнес-процесів запропоновано удосконалений метод прецедентного управління, який формалізує формування опису поточного прецеденту, за яким знаходиться прецедент аналог і після його адаптації використовується в якості керуючого впливу [238].

Метод містить наступні етапи.

Етап 1. Формування параметрів групи наскрізних бізнес-процесів, що характеризують стан їх виконання на момент прийняття Рішення щодо управління ними (z_i – номер i -го замовлення; r_{il} – ресурс виконання l -го бізнес-процесу відповідного i -го замовлення; T_i^{set} – час виконання i -го замовлення за договором; t_{il}^h – нормативний час виконання l -го бізнес-процесу; $T_{k,i}$ – сумарний фактичний час виконання групи наскрізних бізнес-процесів).

Етап 2. Перевірка умови відхилення сумарного фактичного часу виконання групою наскрізних бізнес-процесів $T_{k,i}$ і часу виконання процесів за договором T_i^{set} в поточній конкурентній точці, $x = T_{k,i} - T_k^c$. До групи наскрізних бізнес-процесів може бути включений новий процес. Якщо значення $x > 0$, то необхідно знайти управлінське Рішення, яке дозволить

ліквідувати це відхилення, тобто $x = 0$. Для отримання такого Рішення використовується база прецедентів-аналогів.

Етап 3. Формування моделі опису поточного прецеденту $M_p = \langle z_i, r_{il}, T_i^{set}, t_{il}^h \rangle$.

Етап 4. Пошук в базі прецедентів-аналогів такої моделі опису прецеденту-аналога M_a , яка збігається з моделлю опису поточного прецеденту M_p . Якщо такі описи повністю збігаються, то в якості керуючого впливу використовується модель наявного Рішення в прецеденті-аналогу і метод завершується.

Якщо повного збігу моделей немає, то для адаптації моделі такого Рішення необхідно перейти до етапу 5.

Етап 5. Адаптація моделі прецеденту-аналога здійснюється за допомогою розробленого попереднього методу отримання необхідного Рішення при процесному управлінні групою наскрізних бізнес-процесів з розрахунком затримок ΔT_k^c виконання для поточного процесу, порівнянням прогнозованого часу $T_{k,i}$ та виконання кожного процесу за договором T_k^c ,

$$\Delta T_k^c = \begin{cases} T_{k,i} - T_k^c, & \text{if } T_k^c < T_{k,i}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Етап 6. Якщо досягнуті всі результати по всіх виконуваних поточних бізнес-процесах, тобто отримано потрібне Рішення, досягнуті всі необхідні стани з множини цільових для всіх бізнес-процесів, то метод завершує роботу. В іншому випадку перейти до етапу 5.

Скоригована модель прецеденту-аналога використовується для управління групою наскрізних бізнес-процесів, з подальшим її збереженням в базі прецедентів-аналогів.

Таким чином, в рамках оперативного процесного управління запропоновано групу методів, що забезпечують коригування процесних моделей відповідно до потреб управління. Такі методи призначені для виконання наступних допоміжних дій: спрощення прецедентної моделі

процесу з урахуванням поточного стану бізнес-процесу; оцінку часу виконання (досягнення цільового стану) процесу щодо його поточного стану; коригування моделей сукупності виконуваних процесів; визначення та коригування пріоритетів доступу до ресурсів наскрізних бізнес-процесів без урахування і з урахуванням обмежень на їх виконання, формування опису поточного прецеденту, за яким знаходиться прецедент-аналог і після його адаптації використовується в якості керуючого впливу, що дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів підприємства шляхом мінімізації сумарного часу очікування кожного з цих ресурсів та зменшити відхилення розрахованого терміну виконання бізнес-процесу від запланованого.

Оперативне прецедентне управління бізнес-процесами, перш за все, пов'язане зі своєчасною розробкою їх математичних моделей. Тому запропоновано використовувати моделі прецедентів-аналогів з подальшим їх коригуванням під характеристики керованих бізнес-процесів, отримані з використанням технології Process Mining. В рамках даного підходу проведено дослідження з використання інформаційних технологій при управлінні різними бізнес-процесами [240-243].

Для реалізації оперативного отримання оптимального Рішення щодо встановлення пріоритетів запуску групи бізнес-процесів розроблена прикладна інформаційна технологія прецедентного управління, представлена на рис. 5.3 [244-246].

Технологія містить у собі етапи відбору прецедентів для цих бізнес-процесів, адаптації таких прецедентів з урахуванням часу виконання процесів, коригування інтервальних моделей, а також вибору підмножини наскрізних бізнес-процесів, які не виконують обмеження щодо часу виконання, та управління наскрізними процесами з використанням адаптованих прецедентів.

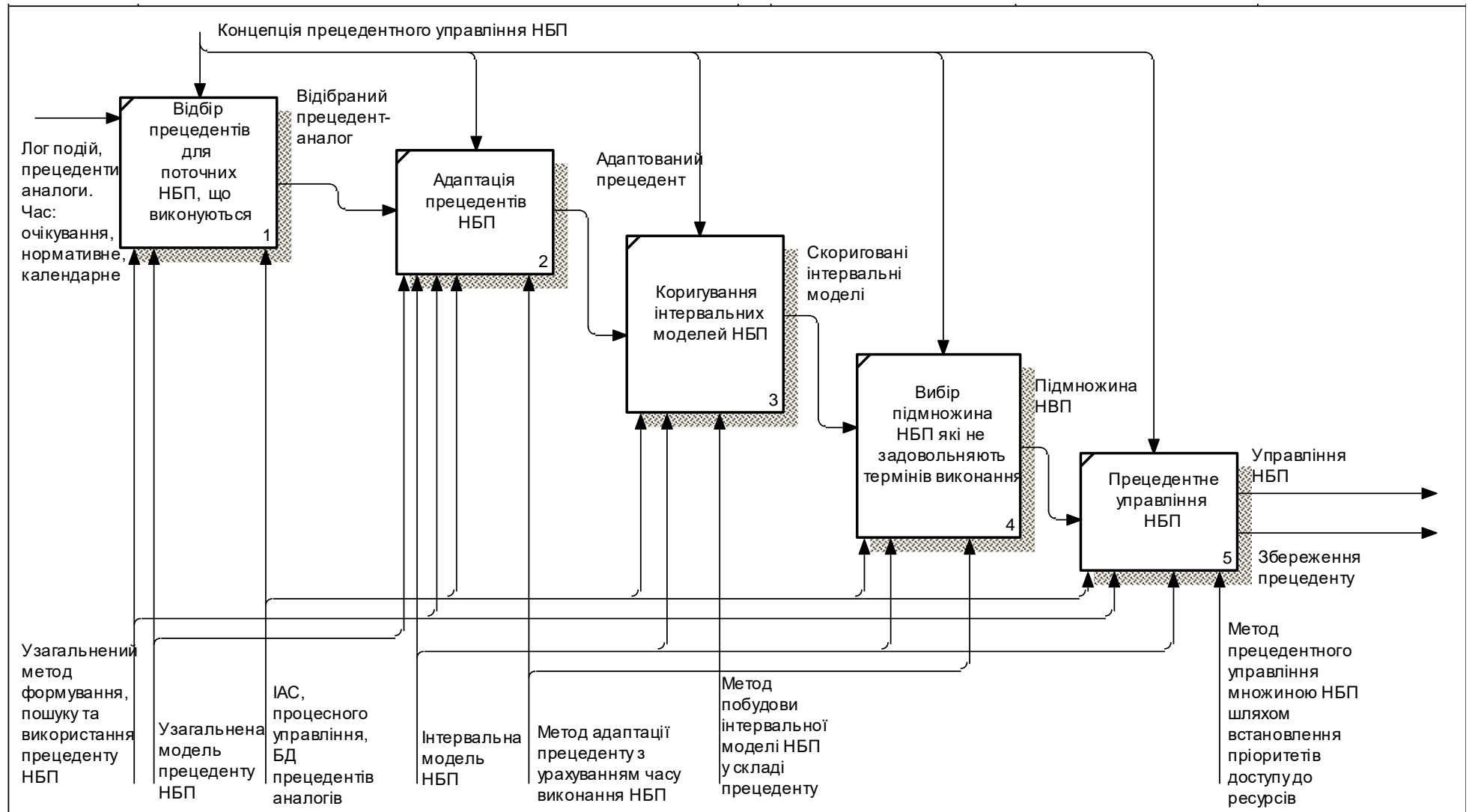


Рисунок 5.3 – Схема прикладної інформаційної технології прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів

Таким чином, в рамках оперативного прецедентного управління запропоновано групу методів, що забезпечують коригування процесних моделей відповідно до потреб управління. Такі методи призначені для виконання наступних допоміжних дій: адаптації прецедентної моделі процесу з урахуванням поточного стану бізнес-процесу; оцінки часу виконання (досягнення цільового стану) процесу щодо його поточного стану; коригування інтервальних моделей сукупності виконуваних процесів; коригування пріоритетів доступу до ресурсів наскрізних бізнес-процесів без урахування і з урахуванням обмежень на їх виконання, формування опису поточного прецеденту, за яким знаходиться прецедент-аналог і після його адаптації використовується в якості керуючого впливу, що дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів підприємства шляхом мінімізації сумарного часу очікування кожного з цих ресурсів та зменшити відхилення розрахованого часу виконання наскрізного бізнес-процесу від запланованого

5.2 Узагальнений алгоритм управління наскрізними бізнес-процесами

Проблема прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами підприємства з дискретним типом виробництва полягає, як було показано в підрозділах 3.1 та 3.2, в зміні складу множини бізнес-процесів з використанням раніше розроблених прецедентів. Таке управління здійснюється з метою зменшення затримок доступу кожного бізнес-процесу до загальних для групи процесів ресурсів, з урахуванням обмежень на час їх виконання. У загальному випадку це призводить до більш ефективного виконання бізнес-процесів і, як наслідок, до підвищення економічних показників підприємства.

Реалізація процесного управління на основі прецедентів можлива при виконанні наступних умов.

Умова 1. Наявність відповідної бази прецедентів для управління наскрізними бізнес-процесами аналогічної предметної області.

Умова 2. Розробка програмного засобу створення нового прецеденту, якщо відповідна база прецедентів відсутня.

Друга умова, виходячи з особливостей прецедентного управління, є основною, тому розглянемо процедуру її виконання. Основною проблемою при створенні нового прецеденту є завдання отримання кращого Рішення з управління наскрізними бізнес-процесами.

При практичній реалізації даної задачі на основі розробленої в підрозділі 5.2 інформаційної технології необхідно враховувати ряд додаткових факторів, що відображують особливості функціонування підприємств даного класу.

По-перше, обмеження на строк виконання наскрізних бізнес-процесів визначаються в результаті домовленостей між виконавцями та клієнтами і тому у більшості випадків можуть бути відкориговані на практиці. Це дає можливість змінити склад множини бізнес-процесів, що виконуються, призупинивши менш важливі бізнес-процеси і, тим самим, вивільнивши доступ до критичних для роботи ресурсів. В рамках наведеної в розділі 2 постановки задачі під ресурсами розуміють всі об'єкти, з якими взаємодіє бізнес-процес під час його виконання.

По-друге, наскрізні бізнес-процеси можуть бути упорядковані за їх важливістю для підприємства (або у відповідності до важливості клієнтів цих процесів для підприємства). Таке упорядкування виконується шляхом призначення пріоритетів відповідним процесам. Пріоритети процесів визначають послідовність доступу до спільних ресурсів при одночасному виконанні бізнес-процесів.

По-третє, при вирішенні задачі управління наскрізними бізнес-процесами в загальному випадку існує множинний вибір, тобто на виконання можуть бути запуснені декілька процесів або декілька конкуруючих

підмножин процесів. Це вимагає отримання Рішення щодо вибору найбільш раціонального складу бізнес-процесів, з урахуванням наведених вище факторів, а також обмежень на ресурси.

Таким чином, необхідно знайти найкраще Рішення для конкуруючої за загальні ресурси групи наскрізних бізнес-процесів. Це Рішення фактично є основою нового прецеденту, що забезпечує процес створення і поповнення необхідної бази прецедентів.

При виконанні другої умови (розробка програмного засобу створення нового прецеденту) і з урахуванням розглянутих особливостей управління наскрізними бізнес-процесами на основі прецедентів можна зробити висновок, що при розробці загального алгоритму управління можна використовувати концепцію, аналогічну управлінню процесом виконання програм в операційних системах.

У відповідності до цієї концепції, наскрізний бізнес-процес має три базових стани, які циклічно повторюються при його реалізації (рис. 5.4):

- готовність, у якому він має доступ до ресурсів, необхідних для реалізації першої дії та чекає дозволу на виконання;
- виконання, у якому бізнес-процес має поточний доступ до всіх потрібних для виконання ресурсів;
- очікування, у якому бізнес-процес призупинено та він чекає вивільнення потрібних ресурсів бізнес-процесу з вищим пріоритетом.

Бізнес-процес має також два додаткових стани:

- формування бізнес-процесу, в якому на основі адаптації прецеденту створюється модель наскрізного бізнес-процесу;
- завершення бізнес-процесу в якому бізнес-процес звільнює всі ресурси, що він використовував під час виконання.
- планування виконання бізнес-процесу з урахуванням наявних

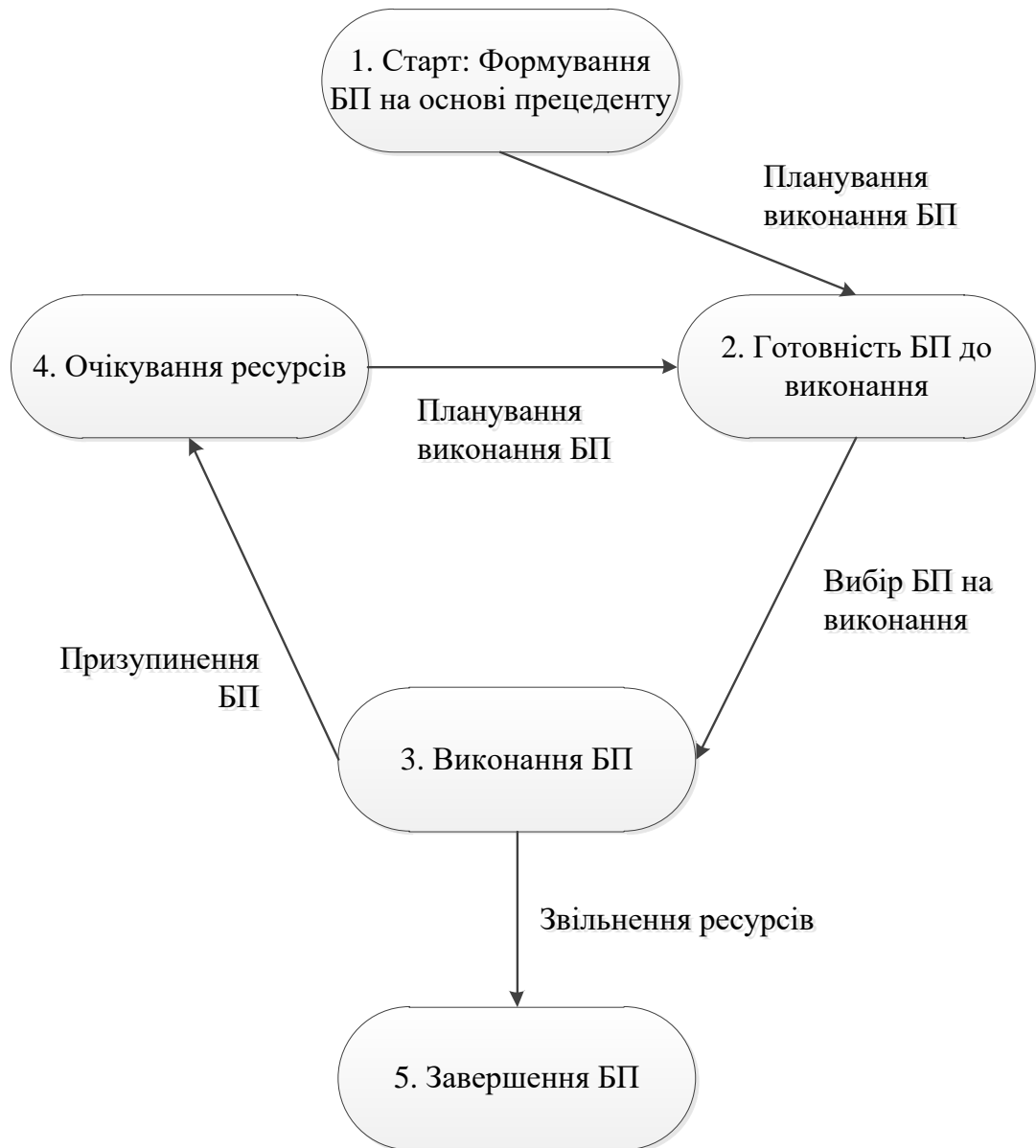


Рисунок 5.4 – Діаграма станів наскрізного бізнес-процесу у відповідності до запропонованої концепції процесного управління

- ресурсів та обмежень на час виконання, а також пріоритетів бізнес-процесів;
- вибір бізнес-процесу на виконання на основі результатів попереднього планування;
- призупинення бізнес-процесу у тому випадку, якщо потрібні ресурси використовуються бізнес-процесами із вищим пріоритетом;

– звільнення всіх використаних ресурсів у випадку досягнення кінцевого стану бізнес-процесу.

У підрозділі 3.3 були розроблені метод реінжинірингу бізнес-процесу з використанням синтезу технологій Process Mining і Enterprise Dynamics і алгоритм формування, пошуку, вибору і коригування моделі поточного прецеденту. У підрозділі 5.1 була розроблена інформаційна технологія прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів щодо встановлення пріоритетів запуску групи бізнес-процесів. Однак в цих розділах не було показано, яке формується остаточне Рішення щодо управління наскрізними бізнес-процесами.

Опишемо узагальнений алгоритм отримання рішень, схему якого наведено на рис. 5.5.

Реалізація даного алгоритму здійснюється у вигляді такої послідовності кроків.

Крок 1. Визначення та адаптація прецедентів бізнес-процесів.

Крок 2. Визначення/уточнення групи взаємодіючих бізнес-процесів.

Крок 3. Розрахунок часу виконання бізнес-процесів;

Крок 4. Перевірка та уточнення часових обмежень.

На першому кроці даного алгоритму виконується формування бази прецедентів і адаптація обраних прецедентів аналогів під поточні прецеденти наскрізних бізнес-процесів, які будуть використані при реалізації процесного управління підприємством.

Для того, щоб розробити прецедент і включити його в базу прецедентів, перш за все, необхідно отримати Рішення щодо управління наскрізними бізнес-процесами. Як було показано в розділі 4, Рішення має багаторівневу структуру і включає в себе дані про нього, представлені в лозі подій, які фіксуються ІС. Лог подій складається з послідовності трас. Траса представлена як упорядкована в часі послідовність подій, що описує виконання дій процесу. Кожна подія має маркер часу і характеризується

ресурсами, які були використані відповідною дією бізнес-процесу.

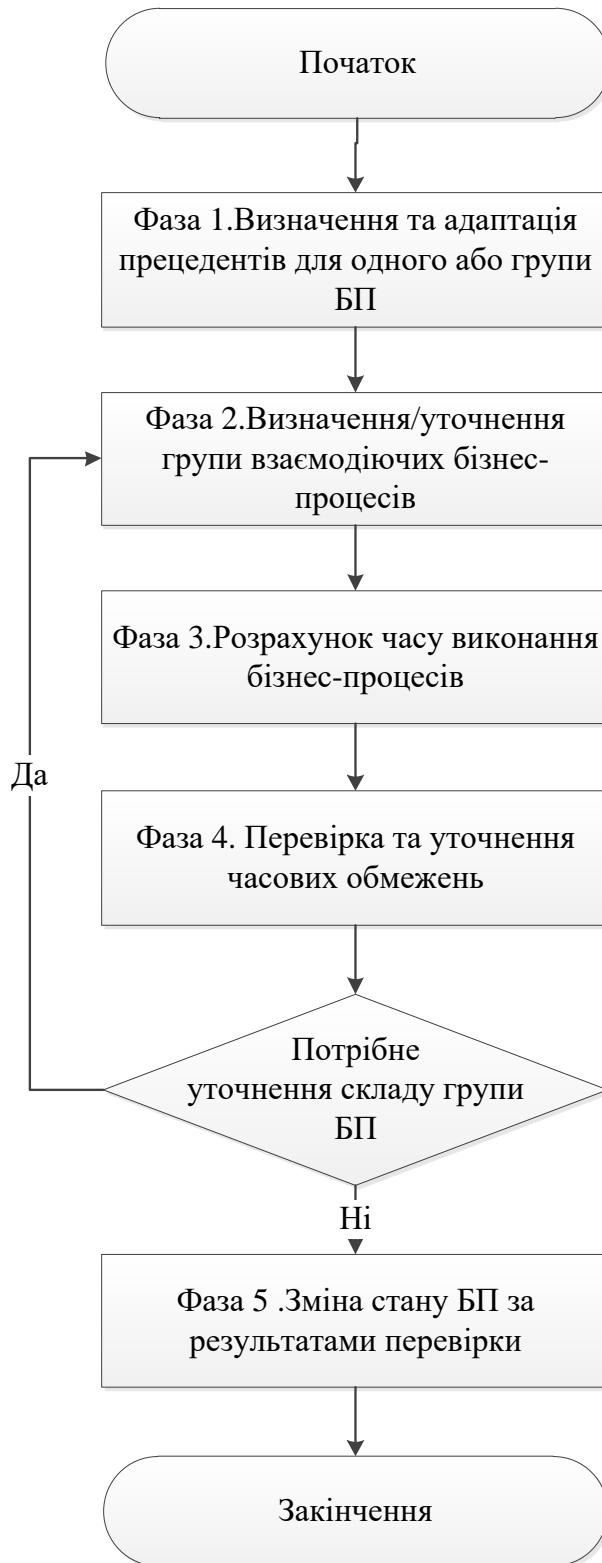


Рисунок 5.5 – Узагальнений алгоритм підтримки прийняття рішень ОПР при прецедентному управлінні наскрізними бізнес-процесами

При адаптації прецеденту для кожної початкової події встановлюються нульові дата та час виникнення. Ці темпоральні маркери кожної наступної події кожної траси зменшуються на значення часового маркеру першої події траси.

Опис поточного прецеденту проводиться на основі темпоральних маркерів часу подій, що дозволяє обчислювати протяжність бізнес-процесу в часі для різних варіантів його реалізації (тобто різних трас в складі прецеденту). Такий підхід дає змогу єдиним чином розрахувати тривалість як дій процесу, так і інтервалів затримки доступу до необхідних ресурсів бізнес-процесів, пов'язаних із загальними ресурсними обмеженнями підприємства. При цьому інтервали затримки визначаються особливостями обладнання і технологічними процесами на конкретному підприємстві. Однак в даному випадку не враховується конкуренція бізнес-процесів за ресурси.

Тому, щоб отримати Рішення щодо управління наскрізними бізнес-процесами з урахуванням затримки їх виконання, внаслідок конкуренції за ресурси, необхідно:

- визначити загальні для групи бізнес-процесів ресурси (в складі прецеденту такі ресурси вказані при описі подій);
- обчислити затримки виконання бізнес-процесу при доступі до ресурсів з урахуванням їх пріоритетів;
- відкоригувати прогнозну тривалість бізнес-процесу з урахуванням можливих затримок для всіх дій на основі даних, одержуваних з логу подій.

На другому кроці алгоритму проводиться визначення/уточнення групи взаємодіючих бізнес-процесів, що полягає у виборі прецеденту-аналога бізнес-процесу з переліку адаптованих прецедентів за описом поточного прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів. Цей вибір здійснюється ОПР.

На третьому кроці проводиться розрахунок часу виконання бізнес-процесів для кожного процесу з групи. У процесі розрахунку при обчисленні затримок доступу до ресурсів враховуються комбінації всіх трас для всіх

процесів з обраної групи. Тривалість виконання бізнес-процесу обчислюється в годинах.

Особливість реалізації даного кроку полягає в тому, що по одній і тій же схемі розраховується як тривалість процесів в стані готовності, так і тривалість бізнес-процесу в стані очікування ресурсів. У першому випадку враховуються в повному обсязі події траси, а тільки ті, які відображають дії, необхідні для завершення поточної траси процесу. Відповідно, ті траси наскрізного бізнес-процесу, які не відповідають його поточному стану, не враховуватимуться при проведенні обчислення, що значно скорочує кількість аналізованих трас.

На четвертому кроці здійснюється перевірка та уточнення часових обмежень для бізнес-процесів з обраної групи. Етап перевірки виконується програмно з використанням розробленого інструментального засобу, а етап уточнення здійснюється ОПР.

На цьому етапі до поточної дати і часу додається решта частини тривалості кожного бізнес-процесу. Отримані результати порівнюються з апріорно заданими часовими обмеженнями відповідних бізнес-процесів.

Особливість етапу полягає в тому, що ОПР визначає відповідність між тривалістю виконання бізнес-процесу в різних одиницях виміру. Наприклад, ОПР може встановити, що бізнес-процес функціонує лише 8 годин на добу. Тоді дата завершення бізнес-процесу визначається наступним чином:

$$Ed = Cd + Dr / Dy, \quad (5.19)$$

де Ed – дата завершення поточного бізнес-процесу;

Cd – дата розрахунку;

Dr – час до завершення виконання бізнес-процесу на поточній трасі, годин;

Dy – кількість годин на добу, протягом яких виконується бізнес-процес.

За результатами перевірки та уточнення обмежень ОПР приймає рішення про зміну стану для вибраних процесів у відповідності до наведеної на рис. 5.1 діаграми станів.

Відповідно до алгоритму, представленого на рис.5.5, користувач (ОПР) у першій конкурентній точці за загальним ресурсом визначає групу бізнес-процесів, включаючи новий, ключовий бізнес-процес, визначає їх пріоритети і перевіряє обмеження на термін їх виконання. За результатами перевірки ОПР може змінювати стан відповідних бізнес-процесів. За аналогією формується рішення по кожній конкурентній точці.

5.3 Розробка моделі прототипу проекту інформаційної системи

У підрозділах 3.4 і 5.2 розроблено інформаційні технології формування, пошуку, вибору, коригування моделі прецеденту і реалізації процесного управління групою бізнес-процесів, які повинні підтримуватися відповідною ІС. Архітектура такої ІС повинна забезпечувати формування журналу подій, відповідних баз даних, в яких фіксуються дані про реальні бізнес-процеси, їх стан, показники, прецеденти, критерії тощо.

Практична розробка різних за призначенням, змістом і складністю архітектури таких ІС визначила ряд значущих проблем, з якими стикаються системні аналітики на всіх стадіях проектування. Вони пов'язані з отриманням відповідей на такі питання: «Яка система повинна бути розроблена або закуплена (інформаційно-довідкова, інформаційно-аналітична, інформаційно-керуюча тощо)?»; «Як довго система буде розроблятися?»; «Скільки буде коштувати її розробка або купівля?». Формалізація відповідей на ці питання особливо важлива на перших етапах, коли Замовник практично не має жодного уявлення про структуру системи. Він тільки в певній мірі може припускати, що отримає від її впровадження і як вона вплине на управління наскрізними бізнес-процесами, а отже, на

підвищення ефективності діяльності підприємства.

Наявні методології (SSADM, ARIS та інші), вітчизняні та зарубіжні стандарти, інструментальні засоби не забезпечують необхідної взаємодії між Замовником і Розробником на всіх стадіях проектування системи з моменту осмислювання її архітектури як проекту з подальшим постадійним її уточненням [1-8,247-255].

Для вирішення цієї проблеми можливо застосувати дві концепції. Перша передбачає застосування аналога ІС із узгодженням її параметрів з вимогами ОУ, а друга – розробку ІС для конкретного об'єкта з «чистого аркуша». Таким чином, необхідно, щоб на ранніх стадіях проектування Розробник і Замовник мали на кожному етапі комплексне уявлення про проект ІС, його архітектуру, а не про окремі функції, дані і вихідні документи. У зв'язку з цим, як для першої, так і для другої концепцій, для забезпечення ефективної взаємодії Розробника і Замовника, проводяться дослідження з розробки технологій отримання прототипів ІС, що дозволяють отримувати на початкових етапах, початкове представлення проекту майбутньої системи з подальшим його коригуванням [256-258].

Концептуальний опис прототипу проекту пов'язаний з визначенням необхідності придбання системи, функцій, що реалізуються нею, вихідних документів, прогнозованих витрат і тривалості впровадження системи [255]. Процес визначення цих складових залежить від множини, як правило неформалізованих факторів, здійснюється у взаємодії Розробника і Замовника на початковому етапі без детального вивчення ОУ, що викликає багато проблем [259].

Параметри моделі проекту системи є попередніми і визначають, насамперед, призначення, мету, функції проектованої системи з урахуванням встановлених основних обмежень. Водночас Замовник прагне отримати максимальну користь від системи, формуючи її функціональність F як набір функціональних підсистем та задач з відповідними обмеженнями на час і

витрати:

$$\Phi = \max F \mid R_{\phi} \leq R_{\text{пл}}, T_{\phi} \leq T_{\text{пл}}, \quad (5.20)$$

де R_{ϕ} , $R_{\text{пл}}$ – фактичні і плановані ресурси на розробку системи;

T_{ϕ} , $T_{\text{пл}}$ – фактичний і планований час розробки системи.

На концептуальному рівні опишемо прототип проекту розроблюваної ІС такою моделлю:

$$O_1 = \langle C, Tr, F, D, U, R, T \rangle, \quad (5.21)$$

де C – множина цілей, які реалізує система;

Tr – множина вимог до системи;

F – множина функціональних завдань;

D – множина вихідних документів;

U – множина впливів керування;

R – множина необхідних ресурсів для розробки системи;

T – час розробки ІС.

Необхідність отримання уточненого, скоригованого опису такого прототипу проекту пов'язана, насамперед, з розв'язанням проблеми щодо збільшення або зменшення кількості функціональних завдань через неможливість їх реалізації в ІС і з тих чи інших причин з обмеженням на виділені Замовником ресурси

$$O_2 = \langle C', Tr', F', D', U', R', T' \rangle. \quad (5.22)$$

Опис прототипу проекту системи з урахуванням розроблюваних вимог (Tr') до системи загалом і структури її комплексів забезпечення:

інформаційного (ІК), математичного (МК), алгоритмічного (АК), програмного (ПК) і технічного (ТК) – представимо таким чином:

$$O_3 = \langle C', Tr', F', D', U', Ik, Mk, Ak, Pk, Tk, R', T' \rangle. \quad (5.23)$$

Водночас для Розробника особливо важливо визначити структуру комплексів забезпечення основного елементу, що дає змогу реалізувати функціональний комплекс (F) з урахуванням вимог замовника.

Таким чином, модель узагальненої структури розроблюваної ІС представимо таким кортежем:

$$S^{IC} = \langle F, S_{IK}, S_{MK}, S_{AK}, S_{PK}, S_{TK} \rangle. \quad (5.24)$$

Отримана модель дає можливість і Розробникові, й Замовнику мати на концептуальному рівні більш предметне уявлення про структуру системи, що розробляється.

Опис моделі прототипу проекту з урахуванням технічних рішень (ТР) щодо функціонального та забезпечуючого комплексів, а також інтерфейсів (І) з коригуванням ресурсів R і тривалості розробки T представимо таким чином:

$$O_5 = \langle C', F', D', TR_{IK}, TR_{MK}, TR_{AK}, TR_{PK}, TR_{TK}, I, R', T' \rangle. \quad (5.25)$$

Документальний опис моделі прототипу проекту з урахуванням розроблених технічних інструкцій (ТІ), проектної документації (ПД) і посадових інструкцій (ДІ) представимо таким чином:

$$O_5 = \langle \text{Ц}', F', D', \text{ТР}_{\text{ИК}}, \text{ТР}_{\text{МК}}, \text{ТР}_{\text{АК}}, \text{ТР}_{\text{ПК}}, \text{ТР}_{\text{ТК}}, \text{И}, \text{ТИ}, \text{ПД}, \text{ДИ}, \text{R}', \text{T}' \rangle. \quad (5.26)$$

Серед переваг запропонованого підходу до вибору ІС можемо виокремити:

- можливість еволюційного представлення прототипу проекту на всіх стадіях проектування;
- зміна параметрів прототипу проекту в динаміці його проектування за стадіями життєвого циклу;
- знаходження раціональних рішень щодо параметрів системи на макро- та мікрорівнях;
- забезпечення ефективної взаємодії між Розробником і Замовником у процесі проектування системи.

Розвитком запропонованого підходу є розробка комплексу імітаційних моделей, регулярних схем алгоритмів, що забезпечують отримання необхідних параметрів кожного виду моделей і реалізацію процедур переходів від початкового опису проекту до його фізичного змісту.

5.4 Розробка методу вибору аналога інформаційної системи управління підприємством

У підрозділі 5.3 запропоновано комплекс моделей, які можна використовувати як для проектування ІС з «чистого аркуша», так і за аналогом.

Вибір тієї чи тієї стратегії визначається інфраструктурою підприємства, а також фінансовими і часовими можливостями Замовника. Розробка ІС «з чистого аркуша» вимагає наявності висококваліфікованих системних аналітиків, програмістів, проектувальників, що є можливим лише у великих компаніях. Для інших організацій найбільш прийнятною є стратегія

придбання і впровадження ІС за аналогом, що передбачає вибір з існуючих ІС такої системи, яка за своєю функціональністю, вартістю, безпекою та іншим параметрам найбільш відповідає вимогам конкретного підприємства [260].

У зв'язку з цим виникає необхідність проведення досліджень процесу вибору ІС для підприємства [261-263]. Ефективним методом вибору на основі декількох критеріїв є метод аналізу ієрархій [68-70]. Цей метод використовують для ухвалення рішень на основі як формалізованих, так і неформалізованих факторів. Суть методу полягає в декомпозиції проблеми на частини, які оцінюють за шкалою методу аналізу ієрархій у вигляді суджень осіб, які ухвалюють рішення (експертів). Сукупність суджень експертів обробляється методом матричної алгебри і формуються кінцеві оцінки.

Набір цілей, факторів оцінювання та альтернативи утворює ієрархічну структуру. Ієрархічний принцип спрощує оцінювання різних складних об'єктів, що мають різні характеристики й особливості.

Відповідно до розв'язуваної проблеми оперативного управління наскрізними бізнес-процесами проведено дослідження ІС, які відрізняються призначенням, властивою їм функціональністю і складом забезпечуючих комплексів. Узагальнено життєвий цикл наскрізного бізнес-процесу випуску продукції представимо наступними етапами: надходження замовлення на підприємство, перевірка замовлення і постановка його в план, оформлення технологічної документації, виробництво продукції та передача (?) її споживачеві. Перші етапи циклу, а саме, надходження замовлення на підприємство і його перевірка, як правило, вимагають проведення відповідних коригувань і перевірок, що збільшує тривалість виконання замовлення. При виборі спеціалізованих ІС, наприклад, з використанням Internet-технологій, що дозволяють істотно скоротити часові параметри при формуванні та коригуванні замовлень віддаленими клієнтами, необхідно

враховувати функціональність таких систем, яка має підтримуватися відповідними інтерфейсами і забезпечуючими комплексами [264-271].

Однак отримати оцінку за багатьма критеріями досить складно, тому пропонуємо метод вибору аналога ІС з огляду на її корисність [272,273]. Опис цього методу представимо у вигляді таких етапів:

Етап 1. Розробка ієрархічної схеми корисності ІС. З цією метою розглянемо корисність ІС як ієрархічну багаторівневу сукупність її властивостей (функцій). Здебільшого умовно корисність (комплексний показник) розглядають на нульовому рівні, а її складові частини (менш узагальнені властивості) – на більш високих рівнях.

Властивістю першого рівня є, насамперед, функціональність та її вартість як найважливіші показники, що характеризують корисність ІС. У свою чергу, функціональність розподіляється на такі властивості другого рівня: наявність функцій підтримки процесів оформлення замовлення, бухгалтерського обліку, управління виробництвом, управління складом, адміністрування баз даних, аналіз роботи підприємства (формування звітів) тощо.

Властивості третього рівня формуються через декомпозицію властивостей другого рівня.

Етап 2. Визначення вагових коефіцієнтів показників за функціями. Це один з найбільш відповідальних етапів оцінювання функціональності ІС, оскільки від цих коефіцієнтів залежить точність комплексного оцінювання. Розрахунок вагових коефіцієнтів одиничних показників проводиться на всіх трьох рівнях.

Для визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників використовуємо експертний метод оцінки – метод рангів. До експертної групи зазвичай входять провідні фахівці з інформаційних технологій, представники підрозділів і директор підприємства.

Насамперед, визначення вагових коефіцієнтів одиничних показників

корисності проводиться в межах групи, до якої вони належать. Сума вагових коефіцієнтів за кожною групою має дорівнювати 1.

Ваговий коефіцієнт показника визначимо за формулою:

$$a_i = \frac{\sum_{l=1}^r P_{il}}{\sum_{l=1}^r \sum_{i=1}^n P_{il}}, \quad (5.27)$$

де: r – кількість експертів;

n – кількість показників;

P_{il} – оцінка i -го показника l -им експертом.

Етап 3. Визначення значень одиничних показників для кожної ІС. Одиничний показник корисності – показник, що стосується тільки однієї властивості (функції) системи. Значення одиничних показників можуть мати значення 0 або 1 (0 – функція відсутня у системі, 1 – функція реалізована в цій системі). Наприклад, якщо функція розрахунку заробітної плати реалізована в певній ІСУП, то в обраній системі цій функції присвоюється значення 1.

Етап 4. Розрахунок показників корисності (властивостей) другого рівня (групових показників) на підставі значень одиничних показників та їх вагових коефіцієнтів для кожної ІС

У більшості випадків для розрахунку групового, комплексного та інтегрального показників корисності використовується метод середньої арифметичної зваженої:

$$Q_i^{zp} = \sum_{i=1}^n a_i q_i, \quad (5.28)$$

де Q_i^{zp} – груповий показник корисності;

a_i – ваговий коефіцієнт відповідного одиничного показника корисності q_i ;

n – кількість одиничних показників.

Етап 5. Розрахунок комплексних показників корисності першого рівня для кожної ІС. Комплексний показник корисності – показник, що стосується кількох властивостей системи, наприклад, її функціональності.

Для розрахунку комплексного показника корисності також використовуємо метод середньозваженого арифметичного. Комплексний показник визначається за формулою:

$$Q_i^{комп} = \sum_{i=1}^{m_i} b_i Q_i^{zp}, \quad (5.29)$$

де $Q_i^{комп}$ – комплексний показник корисності;

b_i – ваговий коефіцієнт відповідного групового показника Q_i^{zp} ;

m – кількість групових показників.

Показник вартості є відносним показником. Відносний показник визначається за формулою:

$$Q_i = \frac{P_i^{баз}}{P_i}, \quad (5.30)$$

де Q_i – відносний показник (комплексний показник вартості);

$P_i^{баз}$ – базове значення вартості системи;

P_i – значення вартості i -ї системи.

За базове значення вартості системи можна взяти вартість найдешевшої системи серед розглянутих.

Етап 6. Розрахунок інтегрального показника корисності кожної ІС.

На підставі обчислених комплексних показників функціональності, вартості та розрахованих вагових коефіцієнтів розрахований інтегральний показник корисності для кожної аналізованої ІС. Для розрахунку інтегрального показника корисності використовуємо метод середньої арифметичної зваженої.

Інтегральний показник корисності визначається за формулою:

$$Q_{\text{инт}} = \sum_{i=1}^l c_i Q_i^{\text{комп}}; \quad (5.31)$$

де $Q_{\text{инт}}$ – інтегральний показник корисності, який визначає важливість відповідного комплексного показника $Q_i^{\text{комп}}$;

l – кількість комплексних показників.

Таким чином розроблений метод і критерії вибору, за допомогою яких з великої кількості існуючих різних ІС за їх функціональністю і вартістю, вибирається найбільш близька система, яка задовольняє вимоги конкретного підприємства. Практична реалізація методу вибору аналога ІС на прикладі поліграфічного підприємства, приведена в Додатку Д.

5. Висновки до п'ятого розділу

1. Вперше запропоновано метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання, який залишає у складі прецеденту лише ті послідовності дій, які дозволяють виконати процес при заданих обмеженнях на час його виконання та ресурсних обмеженнях, що дає можливість реалізувати прецедентне управління наскрізними бізнес-процесами з урахуванням затримок доступу до спільних ресурсів

підприємства.

2. Вперше запропоновано метод прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, який встановлює послідовність використання спільних ресурсів для таких процесів з тим, щоб зменшити відхилення у часі від строків їх завершення внаслідок затримок при доступі до цих ресурсів, що дає можливість підвищити ефективність процесного управління за рахунок виконання додаткових процесів при задоволенні обмежень на час виконання сукупності наскрізних бізнес-процесів.

3. Запропоновано метод оперативного отримання необхідного Рішення при прецедентному управлінні групою наскрізних бізнес-процесів з урахуванням обмежень на максимальну тривалість їх виконання, який дозволяє згідно з розрахунком часу завершення поточних дії, отримати впорядковані послідовність за значенням сумарного часу затримки, а потім за значенням часу, що звільнився.

4. Запропоновано удосконалений метод прецедентного управління, який формалізує формування опису поточного прецеденту, за яким знаходиться прецедент-аналог, і після його адаптації використовується в якості керуючого впливу.

5. Запропоновано прикладну інформаційну технологію прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, яка дозволяє визначати пріоритети запуску групи бізнес-процесів. Технологія реалізується з використанням методу адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання, методу прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, методу оперативного отримання необхідного Рішення при прецедентному управлінні групою СБП з урахуванням обмежень на максимальну тривалість їх виконання, удосконаленого методу прецедентного управління.

6. Розроблено узагальнений алгоритм підтримки управлінських рішень, який описує участь ОПР в отриманні оптимального Рішення при управлінні

наскрізними бізнес-процесами.

7. Запропоновано прикладну інформаційна технологія підтримки прийняття рішень ОПР при прецедентному управлінні наскрізними бізнес-процесами. В рамках технології використовуються методи синтезу засобів Process Mining і Enterprise Dynamics, формування, вибору, порівняння та коригування моделі прецеденту-аналога, а також алгоритмом формування, пошуку, вибору і коригування моделі прецеденту.

8. Запропоновано підхід еволюційного прототипування розробки структури проекту інформаційної системи. Підхід дає можливість Розробникові і Замовнику на всіх стадіях проектування, починаючи з формування загальних параметрів проекту, мати його цілісне представлення у вигляді моделі прототипу з наступним уточненням складових її параметрів. Такі моделі прототипів проекту фактично є спіральними моделями, що дають можливість описувати, уточнювати, коригувати параметри проекту, що розробляється, на кожному етапі проектування до отримання прийнятного результату.

9. Розроблено вдосконалений метод вибору аналога інформаційної системи управління виробництвом за вимогами конкретного підприємства на основі ієрархічного критерію корисності. Метод дозволяє проводити порівняльну оцінку інформаційних систем і вибір однієї з них по функціональності і вартості.

В даному розділі отримали подальший розвиток результати, представлені в роботах [10, 238-247, 257, 258, 260, 262-264, 266, 267, 269-274, 276-278].

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повну списку використаних джерел під номерами [1-8, 10, 28, 52, 55, 58, 68, 70, 103, 120, 201, 205, 233, 236-271].

6 ПРАКТИЧНА І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРЕЦЕДЕНТНОГО УПРАВЛІННЯ НАСКРІЗНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ

6.1 Реалізація інформаційної технології побудови прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів на прикладі поліграфічного підприємства «Юнісофт»

У підрозділі 2.1 запропоновано концепцію прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами (замовленнями). Для однозначного представлення реалізації цієї концепції, введемо наступні визначення:

– замовлення – документальне підтвердження виробника на випуск товару, який реалізується з моменту укладення договору шляхом виконання виробничого процесу до відвантаження готової продукції споживачеві;

– наскрізний бізнес-процес є аналогічним всім етапам реалізації замовлення з визначенням власника процесу; необхідних фінансових, матеріальних, трудових ресурсів і часових обмежень на його виконання;

– наскрізний бізнес-процес представляється впорядкованою послідовністю окремих бізнес-процесів, що ототожнюються з окремими елементами виробничого процесу;

– бізнес-процес реалізується відповідними діями.

Використання цієї концепції дозволяє розглядати прецедентне управління як процес, виконання якого базується на розроблених у дисертаційній роботі моделях та методах. Узагальнений сценарій виконання цього процесу буде являти собою послідовність наступних етапів.

Етап I. Формування множини прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів на основі аналізу даних про їх поведінку, з використанням узагальненого методу формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу;

Етап II. Формування вхідних даних і реалізація пошуку прецеденту-аналога як моделі процесу для запуску нового наскрізного бізнес-процесу;

Етап III. Прецедентне управління новим наскрізним бізнес-процесом з використанням методу прецедентного управління та інших методів.

Проведемо реалізацію цих етапів на прикладі прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами поліграфічного підприємства «Юнісофт». Розробка функціональної структури поліграфічного підприємства та виявлення переліку недоліків в життєвому циклі виконання замовлення представлено в Додатку Б.

Практичну реалізацію розробленої інформаційної технології побудови прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів здійснимо на прикладі виконання замовлень з виготовлення продукції поліграфічним підприємством. Воно реалізує одночасно як періодичні, так і неперіодичні (знову з'являються) нові замовлення. У виконанні замовлень бере участь велика кількість різних відділів, служб і виробничих підрозділів. Функції планування і регулювання процесів реалізації життєвого циклу замовлень, безпосередньо виконуються плановим відділом підприємства. Плановий відділ визначає бізнес-процес виконання замовлення, включаючи його часовий графік. Часовий графік вказує, коли буде виконуватися кожна дія замовлення. При появі нового замовлення перед працівником відділу виникає складне завдання визначення можливості його виконання поряд з іншими виконуваними замовленнями. Її рішення залежить від таких факторів: наявності вільних матеріалів, стану використовуваного обладнання, наявності людських ресурсів і тимчасових обмежень як для виконуваних, так і для нового замовлення. Планувальник (ОПР, власник бізнес-процесів) може визначити послідовність видів робіт, які будуть виконуватися на тому чи іншому обладнанні (можливо якусь роботу вдасться об'єднати з іншим подібним замовленням, щоб заощадити матеріали і час на підготовку). Тому він повинен планувати, контролювати і управляти станом всіх виконуваних

замовлень поліграфічного підприємства. Для виконання замовлень у встановлені за договорами терміни, ІС в поточний момент часу, надає йому інформацію про стан устаткування, наявності та достатності матеріалів і людських ресурсів. ОПР бере безпосередню участь в процесі отримання необхідного Рішення, за допомогою зміни будь-якого порядку (фіксування пріоритету) запуску бізнес-процесу у відповідній конкурентній точці. При цьому, зафіксований їм порядок в будь-якій конкурентній точці, автоматично не може бути змінений. Змінити або видалити встановлений порядок в той або іншій конкурентній точці може тільки ОПР, в залежності від виникаючих умов виконання того чи іншого замовлення. Наприклад, в разі появи нестандартних ситуацій (інцидентів), які не можна було передбачити заздалегідь: збій обладнання, відсутність матеріалів, запуск нового замовлення тощо. Застосування імітаційного моделювання бізнес-процесів при виконанні замовлення представлено в Додатку В.

Визначення порядків запуску замовлень у всіх конкурентних точках, здійснюється кількома послідовними кроками. Їх специфіка полягає в тому, що якщо на поточному кроці була знайдена послідовність порядків, що задовольняє умовам часу, що залишився, то вона є оптимальною. Надалі ОПР може використовувати це «керуючий вплив» або продовжити пошук інших варіантів, які задовольняли б новим умовам, що з'явилися, при виконанні замовлень.

Основним критерієм управління процесами виконання замовлень, є мінімізація часу очікування доступу бізнес-процесів до загальних ресурсів. Несвоєчасне виконання того чи іншого наскрізного бізнес-процесу/замовлення призводить до появи значних грошових штрафів. Ця обставина безпосередньо впливає на основні економічні показники діяльності підприємства. Тому використання розробленого програмного засобу «Модуль прецедентного управління», дозволяє планувальникам знаходити оптимальні рішення при оперативному управлінні групою

наскрізних бізнес-процесів.

Формування на етапі I множини прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів здійснюється на основі аналізу даних про їх поведінку, отриманих з логу подій, у вигляді набору трас послідовностей подій. Далі, використовуючи технологію Process Mining, отримуємо модель прецеденту-аналога шляхом виконання таких кроків.

Крок 1. Здійснюється виявлення в логах опис послідовності подій з виконання наскрізних бізнес-процесів, який містить опис прецеденту та його рішення. Ці дані заносяться в базу прецедентів-аналогів.

Крок 2. Формується опис нового поточного прецеденту наскрізного бізнес-процесу. За цим описом здійснюється пошук подібного прецеденту-аналога та проводиться порівняння опису поточного прецеденту з описом прецеденту-аналога наскрізних бізнес-процесів.

Крок 3. При розбіжності цих описів проводиться коригування моделі такої послідовності подій виконання наскрізного бізнес-процесу, яка відповідала б параметрам моделі нового процесу (модель «to be»).

Скоригована модель прецеденту використовується для управління новим наскрізним бізнес-процесом. Після успішного виконання наскрізного бізнес-процесу (замовлення) формується прецедент у вигляді його опису і отриманого «керуючий вплив», який заноситься в базу прецедентів для його повторного застосування при управлінні аналогічними наскрізними бізнес-процесами. Таким чином, фактично формується модель прецеденту-аналога наскрізного бізнес-процесу.

Реалізуємо цей етап на прикладі трьох наскрізних бізнес-процесів за допомогою розробленої у підрозділі 3.1 інформаційної технології побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів, яка дозволяє автоматизувати процеси формування моделі прецедентів наскрізних бізнес-процесів у відповідності до визначених цілей та заявлених очікуваних результатів. При реалізації цієї інформаційної технології використовуються: категорно-

функторна модель життєвого циклу бізнес-процесів, яка дозволяє визначити параметри бізнес-процесів та бажані результати (підрозділ 2.3.1); модель наскрізних бізнес-процесів, яка описує обмеження на їх доступ до використовуваних ресурсів при виконанні всіх процесів (підрозділ 2.3.2); узагальнена модель прецеденту і узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту (підрозділ 3.1).

На кроці 1 реалізації технології Process Mining отримаємо модель прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів, яка складається з трьох наказів з сімома конкурентними точками.

Для опису моделі прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів, введемо наступні параметри:

- z_i – номер i -го замовлення,
- r_{il} – ресурс виконання l -го бізнес-процесу відповідного i -го замовлення,
- T_i^{set} – час виконання i -го замовлення за договором,
- t_{il}^h – нормативний час виконання l -го бізнес-процесу.
- κ_{il} – порядок проходження l -го бізнес-процесу i -го замовлення;
- T_i^{fact} – фактичний час виконання i -го замовлення;

Представимо модель прецеденту наскрізних бізнес-процесів для першого замовлення в першій конкурентній точці $Mr = (z_i, r_{i1}, T_i^{set}, t_{i1}^h, \kappa_{i1}, T_i^{fact})$.

Тоді модель прецеденту за всіма конкурентними точками.

$Mr = \text{замовлення 1 } (z_i; \kappa_{i1}; r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; \kappa_{i2}; r_{i2}; t_{i2}^h; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; \kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; \kappa_{i5}; r_{i5}; t_{i5}^h; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; \kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; T_i^{fact})$, $\text{замовлення 2 } (\kappa_{i1}; r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; \kappa_{i2}; r_{i2}; t_{i2}^h; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; \kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; \kappa_{i5}; r_{i5}; t_{i5}^h; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; \kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; T_i^{fact})$, $\text{замовлення 3 } (\kappa_{i1}; r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; \kappa_{i2}; r_{i2}; t_{i2}^h; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; \kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; \kappa_{i5}; r_{i5}; t_{i5}^h; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; \kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; T_i^{fact})$.

Наприклад, за фактичними даними, отриманими з логу подій є десять варіантів моделей прецедентів, які представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Фактичні дані варіантів моделей прецедентів

	κ_{i1}	r_{i1}	T_i^{set}	t_{i1}^h	κ_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	κ_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	κ_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	κ_{i5}	r_{i5}	t_{i5}^h	κ_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	κ_{i7}	r_{i7}	t_{i7}^h	T_i^{fact}
1	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	3	4	14	3	5	12	2	6	9	1	7	12	130
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	2	4	10	2	5	6	3	6	12	2	7	4	108
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	74
2	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	3	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	134
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	2	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	96
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	74
3	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	2	4	14	3	5	12	2	6	9	1	7	12	123
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	1	4	10	2	5	6	3	6	12	2	7	4	101
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	3	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	98
4	1	1	120	4	2	2	10	3	3	10	2	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	119
	2	1	110	8	1	2	8	2	3	8	3	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	105
	3	1	100	10	3	2	5	1	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	92
5	1	1	120	4	2	2	10	2	3	10	3	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	120
	2	1	110	8	3	2	8	1	3	8	2	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	100
	3	1	100	10	1	2	5	3	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	92
6	1	1	120	4	3	2	10	1	3	10	3	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	120
	2	1	110	8	2	2	8	3	3	8	2	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	106
	3	1	100	10	1	2	5	2	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	84
с	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	2	4	14	2	5	12	2	6	9	2	7	12	120
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	3	4	10	1	5	6	3	6	12	1	7	4	106
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	1	4	7	3	5	4	1	6	5	3	7	9	92
8	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	2	4	14	3	5	12	1	6	9	2	7	12	119
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	3	4	10	2	5	6	2	6	12	1	7	4	105
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	1	4	7	1	5	4	3	6	5	3	7	9	95
9	1	1	120	4	3	2	10	2	3	10	2	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	118
	2	1	110	8	2	2	8	1	3	8	3	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	104
	3	1	100	10	1	2	5	3	3	6	1	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	92
10	1	1	120	4	2	2	10	2	3	10	3	4	14	3	5	12	2	6	9	2	7	12	118
	2	1	110	8	3	2	8	3	3	8	1	4	10	2	5	6	3	6	12	1	7	4	109
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	2	4	7	1	5	4	1	6	5	3	7	9	84

Використовуючи дані цієї таблиці, модель прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів наприклад по десятому варіанту, отримана з логу подій.

M_p = замовлення 1 (1, 1, 120, 4, 4, 116, 4; 2, 2, 10, 15, 101, 19; 2, 3, 10, 16, 85, 35; 3, 4, 14, 31, 54, 66; 3, 5, 12, 22, 32, 88; 2, 6, 9, 14, 18, 102; 2, 7, 12, 16, 2, 118), замовлення 2 (2, 1, 110, 8, 12, 98, 8; 3, 2, 8, 23, 75, 31; 3, 3, 8, 24, 51, 59; 1, 4, 10, 10, 41, 69; 2, 5, 6, 10, 31, 79; 3, 6, 12, 26, 5, 105; 1, 7, 4, 4, 1, 109),

замовлення 3 (3, 1, 100, 10, 22, 78, 10; 1, 2, 5, 5, 73, 15; 1, 3, 6, 6, 67, 33; 2, 4, 7, 17, 50, 50; 1, 5, 4, 46, 54; 1, 6, 5, 5, 41, 59; 3, 7, 9, 25, 16, 84).

Аналогічно формуються елементи всієї моделі для другого і третього замовлень в інших конкурентних точках. Така модель прецеденту зберігається в базі прецедентів. Приклад моделі поточного прецеденту представлений в Додатку К.

На кроці 2 формується опис нового прецеденту наскрізного бізнес-процесу. Використовуючи введені позначення для моделі прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів, модель опису поточного прецеденту на прикладі трьох замовлень з сімома конкурентними точками доступу бізнес-процесів до загальних ресурсів.

M_0 =замовлення 1 (r_{i1} ; T_i^{set} ; t_{i1}^h ; r_{i2} ; t_{i2}^h ; r_{i3} ; t_{i3}^h ; r_{i4} ; t_{i4}^h ; r_{i5} ; t_{i5}^h ; r_{i6} ; t_{i6}^h ; r_{i7} ; t_{i7}^h), замовлення 2 (r_{i1} ; T_i^{set} ; t_{i1}^h ; r_{i2} ; t_{i2}^h ; r_{i3} ; t_{i3}^h ; r_{i4} ; t_{i4}^h ; r_{i5} ; t_{i5}^h ; r_{i6} ; t_{i6}^h ; r_{i7} ; t_{i7}^h), замовлення 3 (r_{i1} ; T_i^{set} ; t_{i1}^h ; r_{i2} ; t_{i2}^h ; r_{i3} ; t_{i3}^h ; r_{i4} ; t_{i4}^h ; r_{i5} ; t_{i5}^h ; r_{i6} ; t_{i6}^h ; r_{i7} ; t_{i7}^h).

Дані для опису поточного прецеденту, представлені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Фактичні дані для опису поточного прецеденту по конкурентним точкам

№	zi	r_{i1}	T_i^{set}	t_{i1}^h	r_{i2}	t_{i2}^h	r_{i3}	t_{i3}^h	r_{i4}	t_{i4}^h	r_{i5}	t_{i5}^h	r_{i6}	t_{i6}^h	r_{i7}	t_{i7}^h
10	1	1	120	4	2	10	3	10	4	14	5	12	6	9	7	12
	2	1	110	8	2	8	3	8	4	10	5	6	6	12	7	4
	3	1	100	10	2	5	3	6	4	7	5	4	6	5	7	9

За даними таблиці 6.2, модель опису поточного прецеденту має наступний вигляд: M_0 =замовлення 1 (1, 120, 4; 2, 10; 3, 10; 4, 14; 5, 12; 6, 9; 7, 12), замовлення 2 (1,110, 8; 2, 8; 3, 8; 4, 10; 5, 6; 6,12; 1, 7,4), замовлення 3 (1, 100, 10; 2, 5; 3, 6; 4, 7; 5, 4; 6, 5; 7, 9).

Потім проводиться пошук в базі прецедентів таких прецедентів, описи яких повинні збігатися з описом поточного прецеденту. В результаті такого порівняння вибрані 10 варіантів.

На кроці 3 при розбіжності вихідних параметрів поточного прецеденту, (наприклад, невиконання замовлення відповідно до укладеного договору T_i^{set}) вибирається той прецедент, який має точний збіг з описом поточного прецеденту. Таким результатом вибору є сьомий варіант, який фактично є скоригованим прецедентом таблиця 6.3..

Таблиця 6.3 – дані для моделі прецедента по сьомому варіанту

	κ_{i1}	r_{i1}	T_i^{set}	t_{i1}^h	κ_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	κ_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	κ_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	κ_{i5}	r_{i5}	t_{i5}^h	κ_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	κ_{i7}	r_{i7}	t_{i7}^h	T_i^{fact}
7	1	1	120	4	3	2	10	3	3	10	2	4	14	2	5	12	2	6	9	2	7	12	120
	2	1	110	8	2	2	8	2	3	8	3	4	10	1	5	6	3	6	12	1	7	4	106
	3	1	100	10	1	2	5	1	3	6	1	4	7	3	5	4	1	6	5	3	7	9	92

Цей прецедент є входом інформаційної технології адаптивного процесного управління на основі прецедентного підходу, розробленої у розділі 5, з додаванням в його модель інтервальних параметрів наскрізних бізнес-процесів.

Реалізація цієї інформаційної технології побудови прецедентів групою наскрізних бізнес-процесів підтримується розробленим програмним засобом «Модуль прецедентного управління».

6.2 Розробка моделі і алгоритму «Знаходження пріоритетів запуску бізнес-процесів у конкурентних точках»

Основною проблемою прецедентного управління є знаходження «керуючий вплив» у складі прецеденту у вигляді зміни порядку запуску складу множини наскрізних бізнес-процесів, які виконуються у відповідних конкурентних точках, з метою мінімізації часу очікування ними ресурсів, при

обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів[19].

Для отримання такого «керуючий вплив» використовуємо прецедент аналог наскрізних бізнес-процесів, отриманий за допомогою 1-ї інформаційної технології. Ознаками, що дозволяють визначити приналежність подій до бізнес-процесу, є їх атрибути (назва операції процесу; виконавець; об'єкт, який використовується процесом; назва підрозділу організації, де виконується процес). При цьому події фіксують час очікування кожного бізнес-процесу як сумарний час очікування доступу до ресурсів.

Для вирішення поставленої проблеми необхідно знайти такі варіанти управляючих дій (Рішень) у вигляді встановлення пріоритетів доступу до загальних ресурсів конкуруючих бізнес-процесів (конкурентна точка), які забезпечували б їх виконання у встановлені за договорами терміни. При цьому в деяких конкурентних точках склад бізнес-процесів може змінюватися. Це означає, що в будь-якій конкурентній точці в групу виконуваних бізнес-процесів може бути включений бізнес-процес, який не конкурує з ними за ресурси на попередніх точках. Тому в розвиток методу оперативного прецедентного управління пропонується модель знаходження ««керуючий вплив»», у вигляді оперативного визначення пріоритетів запуску замовлень у всіх конкурентних точках з урахуванням їх нормативного часу та часу виконання, що залишився [239].

У розділі 5.2 було розроблено узагальнений алгоритм підтримки управлінських рішень особи, яка приймає рішення, при управлінні наскрізними бізнес-процесами. Згідно з цим алгоритмом, визначення пріоритетів запуску бізнес-процесів в конкурентних точках залежить від багатьох чинників і, насамперед, від нормативного часу виконання і часу очікування їхнього доступу до конкурентних ресурсів, що визначає час виконання, що залишається.

Для розробки моделі визначення пріоритетів запуску замовлень

введемо такі позначення:

$Z(s) = (z_1, z_2, \dots, z_{C^z(s)})$ – група замовлень у s -й конкурентній точці, де z_i – i -е замовлення групи замовлень $Z(s)$ в s -й конкурентній точці;

– $C^z(s)$ – кількість замовлень у групі $Z(s)$.

Виконання замовлення у рамках його життєвого циклу здійснюється відповідними бізнес-процесами:

$$Z_i = (B_1^i, B_2^i, \dots, B_l^i, \dots, B_{C_i^B}^i),$$

де B_l^i – l -й бізнес-процес i -го замовлення;

C_i^B – кількість бізнес-процесів, що реалізують i -е замовлення.

При цьому кожний l -й бізнес-процес виконується послідовністю відповідних дій

$$B_l^i = (D_{l1}^i, \dots, D_{lj}^i, \dots, D_{C_l^D}^i),$$

де D_{lj}^i – j -та дія l -го бізнес-процесу i -го замовлення;

C_l^D – кількість дій у l -му бізнес-процесі i -го замовлення в групі $Z(s)$.

У той же час виконання бізнес-процесів B_l^i пов'язано з такими часовими обмеженнями:

– T_i^{set} – час виконання i -го замовлення за договором;

– t_i^{left} – час, що залишився, виконання i -го замовлення;

– t_{lj}^h – нормативний час виконання j -ї дії l -го бізнес-процесу

відповідного замовлення;

– $t_{lj}^i(C_l^D)$ – час виконання j -ї дії l -го бізнес-процесу i -го замовлення.

Час очікування для кожної наступної дії визначається часом виконання попередньої дії, оскільки подальша дія може бути виконана тільки при

звільненні ресурсу, використовуваного попередньою дією.

У підрозділі 2.1.2 була поставлена задача отримання рішення з управління наскрізними бізнес-процесами. Одним з основних критеріїв її рішення є мінімізація часу очікування ресурсів при обмеженнях на час виконання кожного з цих процесів, представлених виразом:

$$\min(t_{lj}^{i(wt)}) / \forall B_l^i \quad t_l^i \leq t_i^{i\max}, \quad (6.1)$$

де $t_{lj}^{i(wt)}$ – час очікування ресурсів для виконання j -ї дії 1-го бізнес-процесу

B_l^i і-го замовлення;

t_l^i – час виконання 1-го бізнес-процесу і-го замовлення;

$t_l^i \leq t_i^{i\max}$ – обмеження на час виконання 1-го бізнес-процесу.

Тоді модель опису дій D_{lj}^i j -ї дії 1-го бізнес-процесу і-го замовлення представимо наступним кортежем:

$$D_{lj}^i = (t_{lj}^h, t_{lj}^i(C_l^D), t_l^{i(wt)}, t_i^{left}). \quad (6.2)$$

Відповідний бізнес-процес і-го замовлення буде вважатися виконаним, якщо час виконання j -ї дії буде більше або дорівнювати нулю:

$$t_{lj}^i(C_l^D) \geq 0, \forall i \in C^Z(s), j \in C_l^D, l \in C_i^B. \quad (6.3)$$

Фактичний час і час, що залишився, виконання замовлення також буде більше нуля або дорівнювати нулю:

$$(T_i^{\max} - T_i^{set}) \geq 0, \forall i \in C^Z(s), t_i^{left} \geq 0, \forall i \in C^Z(s). \quad (6.4)$$

В залежності від часових обмежень 1-го бізнес-процесу й кожної j -ї дії, необхідно знайти оптимальний порядок/пріоритет їх проходження P_{ls}^i . У відповідності до поставленої задачі, модель знаходження порядків проходження 1-го бізнес-процесу i -го замовлення j -ї дії, згідно з встановленим порядком, представимо у вигляді кортежу:

$$M = (T_i^{set}, t_i^{left}, t_{lj}^i(C_l^D), t_{ij}^h, P_{ls}^i, d_i, d_s), \quad (6.5)$$

де d_i – відхилення поточного i -го сумарного часу, що залишився, по всіх наскрізних бізнес-процесах у відповідному порядку від найбільшого з них,

d_s – загальний час, що залишився, після виконання всіх наскрізних бізнес-процесів.

Процес знаходження оптимального «керуючий вплив» здійснюється розробленою технологією з використанням моделі (6.5), при реалізації наступної цільової функції:

$$\tau_{Z(s)} = \sum_{i=1}^{C^Z(s)} \sum_{l=1}^{C^B} (T_l^{iset} - T_l^{i\max}) \rightarrow \min_{T_l^{iset}, T_l^{i\max}} /. \quad (6.6)$$

Таким чином, використання моделі оперативного знаходження пріоритетів запуску наскрізних бізнес-процесів у всіх конкурентних точках з урахуванням їх нормативного часу та часу, що залишився, дозволяє визначати оптимальні «керуючий вплив», виходячи з часових обмежень предметної області.

Для реалізації моделі (6.5) розроблений алгоритм, який забезпечує знаходження «керуючий вплив» у вигляді встановлення пріоритетів запуску

кожного бізнес-процесу в конкурентних точках за критерієм мінімального часу очікування їх доступу до необхідних ресурсів, з обмеженнями на час їх виконання. [273]. Крім того, повинна виконуватися умова виконання всіх ключових наскрізних бізнес-процесів, що входять до групи, відповідно до термінів, встановлених договорами. Неключові наскрізні бізнес-процеси, одночасно конкуруючі за загальні ресурси разом з ключовими в кожній конкурентній точці, управляються традиційними способами. При необхідності зміни статусу конкретного наскрізного бізнес-процесу, пов'язаного з економічними параметрами (прибуток, штрафи), ОПР може змінювати порядок його запуску у якійсь конкурентній точці.

Вхідною інформацією алгоритму є:

- дані про замовлення, ресурси, за які вони будуть конкурувати (обладнання, матеріали тощо),
- час початку і закінчення виконання замовлення,
- нормативний час виконання дії в конкурентних точках.

Вихідною інформацією алгоритму є дані про пріоритети доступу бізнес-процесів до загальних ресурсів у конкурентних точках.

Алгоритм реалізації завдання «Знаходження пріоритетів запуску бізнес-процесів в конкурентних точках» представимо наступною послідовністю дій.

Крок 1. Здійснити введення параметрів по кожному наскрізному бізнес-процесу з документів про замовлення (час початку й закінчення виконання замовлення, нормативний час виконання дії бізнес-процесу t_{ij}^h , і час очікування t_j^{wt} , його доступу до ресурсів у конкурентних точках, час виконання замовлення за договором T_{ij}^{set} тощо);

Крок 2. Обчислити тривалість виконання дій кожного замовлення t_{ij}^i , в конкурентних точках у вигляді суми часу очікування $t_{ij}^{p\ wait}$ та нормативного

часу виконання дії t_{ij}^h ;

Крок 3. Розрахувати час, що залишився, виконання кожного бізнес-процесу відніманням від часу виконання замовлення за договором поточного часу виконання замовлення до відповідної конкурентної точки $t_{ij}^{p\ left} = T_i^{p\ cur} - t_{ij}^{p\ work}$;

Крок 4. Обчислити сумарний час, що залишився, виконання замовлень за відповідним порядком у кожній р-й конкурентній точці $T_j^p = \sum_{i=1}^N t_{ij}^{p\ left}$;

Крок 5. Встановити за найбільшим сумарним часом, що залишився, виконання порядок запуску замовлень у р-й конкурентній точці;

Крок 6. Обчислити відхилення найбільшого значення сумарного часу, що залишився, від поточного за всіма порядками в р-й конкурентній точці;

Крок 7. Перевірити наявність негативних значень сумарного часу, що залишився, виконання бізнес-процесів в останній конкурентній точці;

Крок 8. Провести коригування послідовності порядків запуску замовлення ОПР для ліквідації цих негативних значень, підняттям відповідного замовлення на один рівень вгору після фіксації 1-ї конкурентної точки:

Крок 8.1. Розрахувати значення часу максимального запізнювання виконання бізнес-процесів, у відповідності до усіх варіантів встановлення пріоритетів в останній конкурентній точці;

Крок 8.2. Перевірити наявність негативних значень сумарного часу виконання бізнес-процесів, що залишився, в останній конкурентній точці, на другому прогоні;

Крок 9. Визначити порядки запуску замовлень з фіксуванням двох конкурентних точок на третьому прогоні;

Крок 10. Перерахувати послідовності порядків в конкурентних точках, що залишилися, для визначення порядку, що має найбільший час виконання,

що залишився,;

Крок 11. Провести коригування послідовностей порядків ОПР після третього прогону з фіксацією двох точок з подальшими змінами в інших точках, з урахуванням даних про сумарний загальний час, що залишився, виконання кожного замовлення;

Крок 12. Провести запуск четвертого прогону, на якому визначається можливість знаходження кращого результату з фіксацією трьох конкурентних точок, за критерієм значення більшого загального часу, що залишився;

Крок 13. Визначити можливість подальшого знаходження кращого варіанту з фіксацією наступної точки на наступних етапах.

Схема алгоритму реалізації завдання «Знаходження порядків запуску бізнес-процесів в конкурентних точках», представлена на рис.6.1 [106, 107].

Запис алгоритму реалізації цього завдання з використанням регулярних виразів алгебри подій має вигляд:

$$MA1=A0A1 \{ \{ (A2A3 \{ (A4A5) \}) [x0=0] [x0=1] \} (A6A7A8A9[x1=0]A10[x1=1] A11A12[x2=0]) \} \{ ([x2=1]x3[x3=0]A13[x3=1]A14A15A16A17[x4=0]) \} \{ ([x4=1] A18A19A20[x5=0]) \} \{ ([x5=1] A21A22[x6=0]) \} [x6=1]A23A24A25, \quad (6.7)$$

де A_0 –початок алгоритму;

A_1 – оператор формування масиву даних замовлень, що розглядаються;

A_2 – оператор вводу користувачем діапазону значень параметрів кількості можливих варіантів встановлення пріоритетів у конкурентних точках v, m, g для кожного прогону відповідно;

A_3 – оператори формування початкового номеру порядку й масиву для фіксації другої точки $k=0, \forall dk=0$;

A_4 – оператор формування початкового номеру порядку й масиву для фіксації першої точки $a=0 \forall dk=0$;

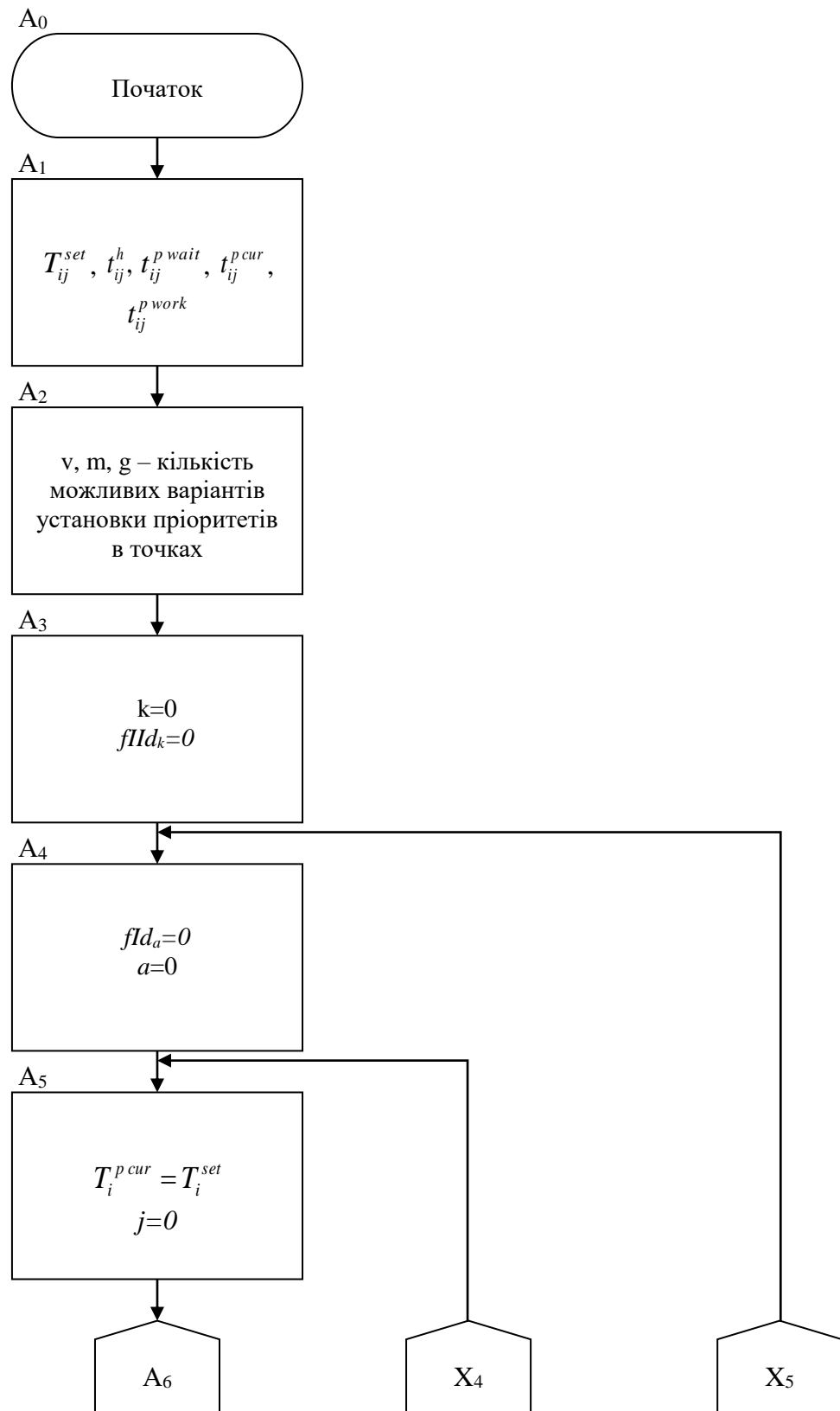


Рисунок 6.1 – Схема алгоритму реалізації завдання «Знаходження порядків запуску бізнес-процесів в конкурентних точках»

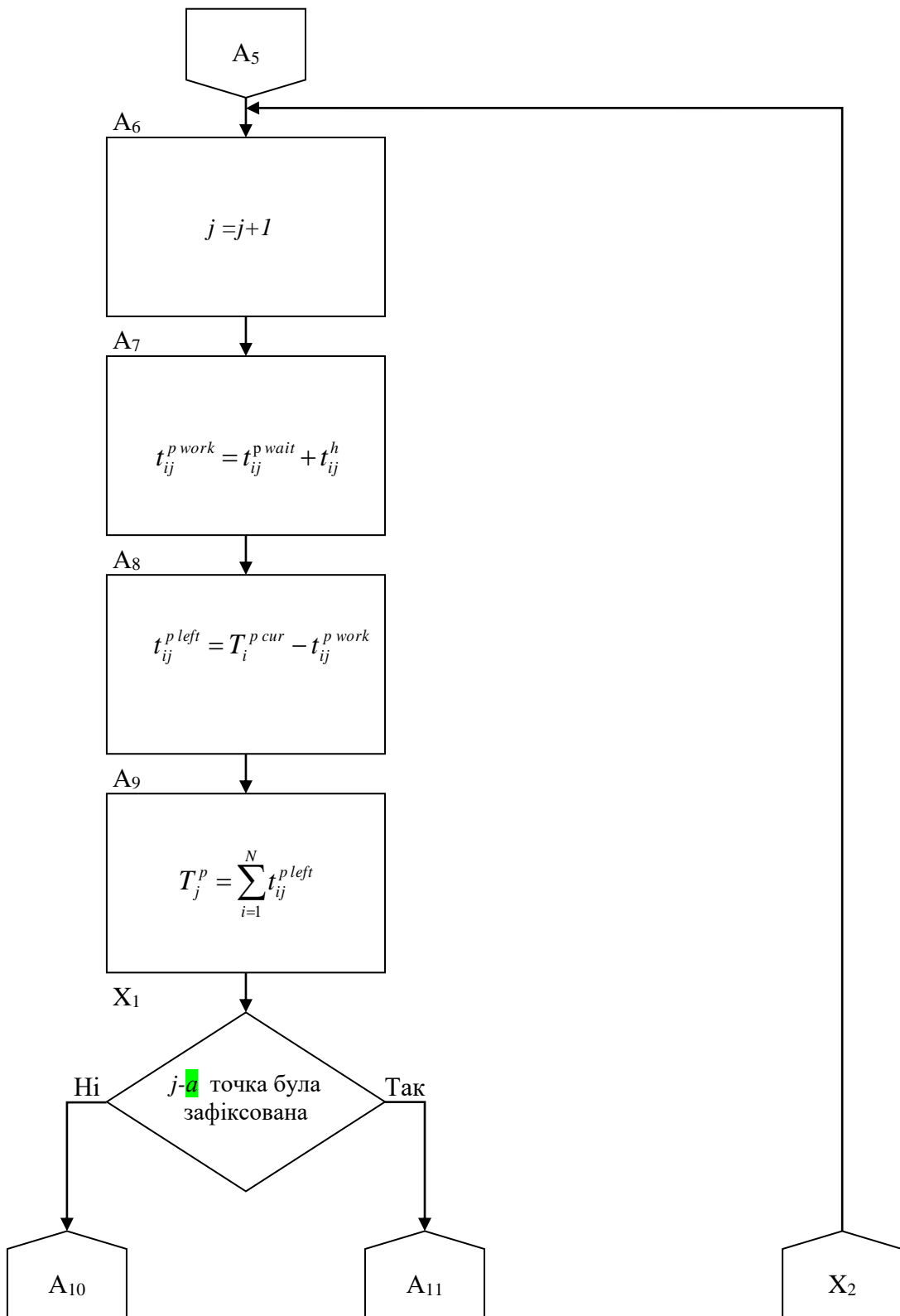


Рисунок 6.1, аркуш 2

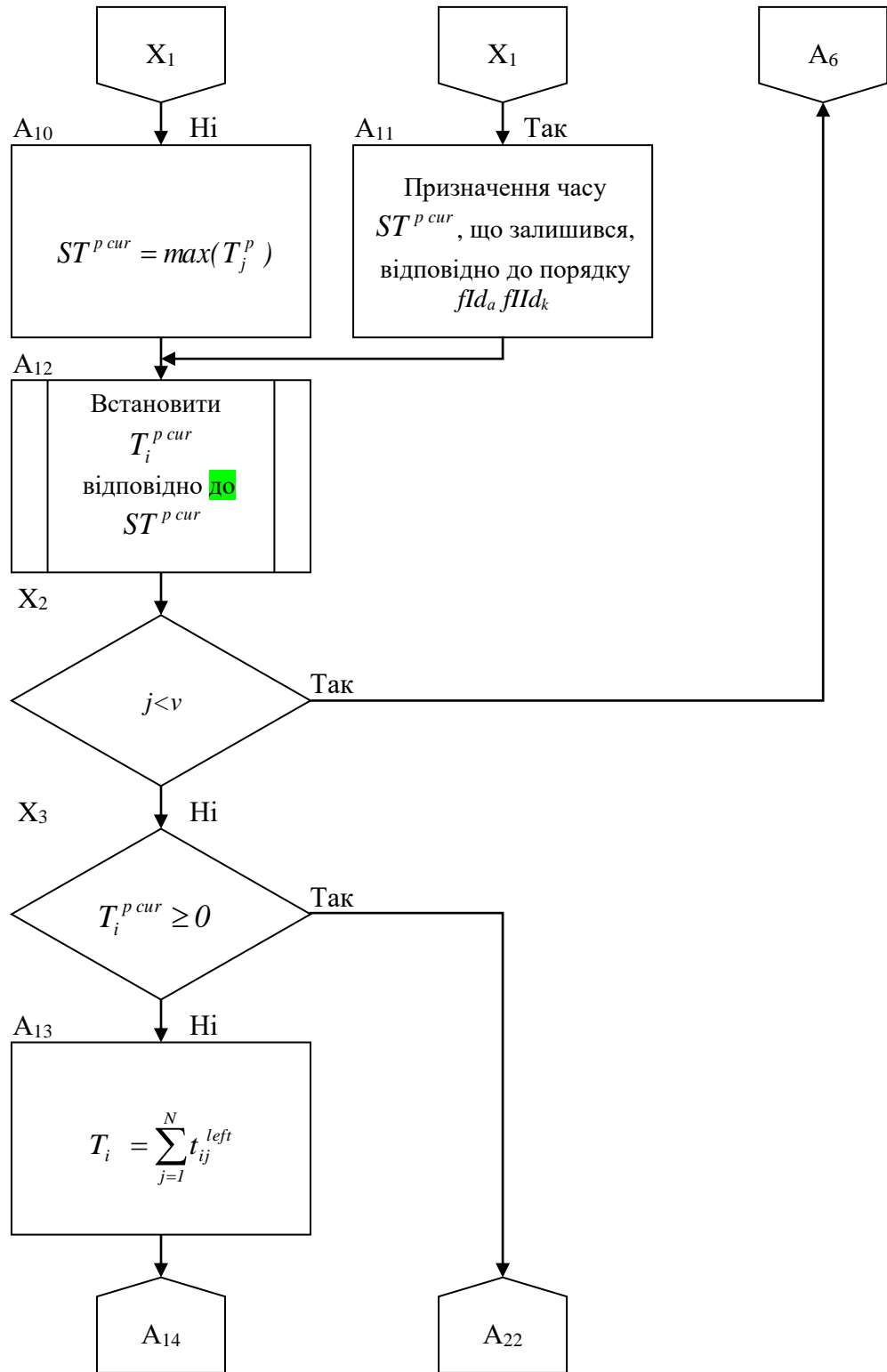


Рисунок 6.1, аркуш 3

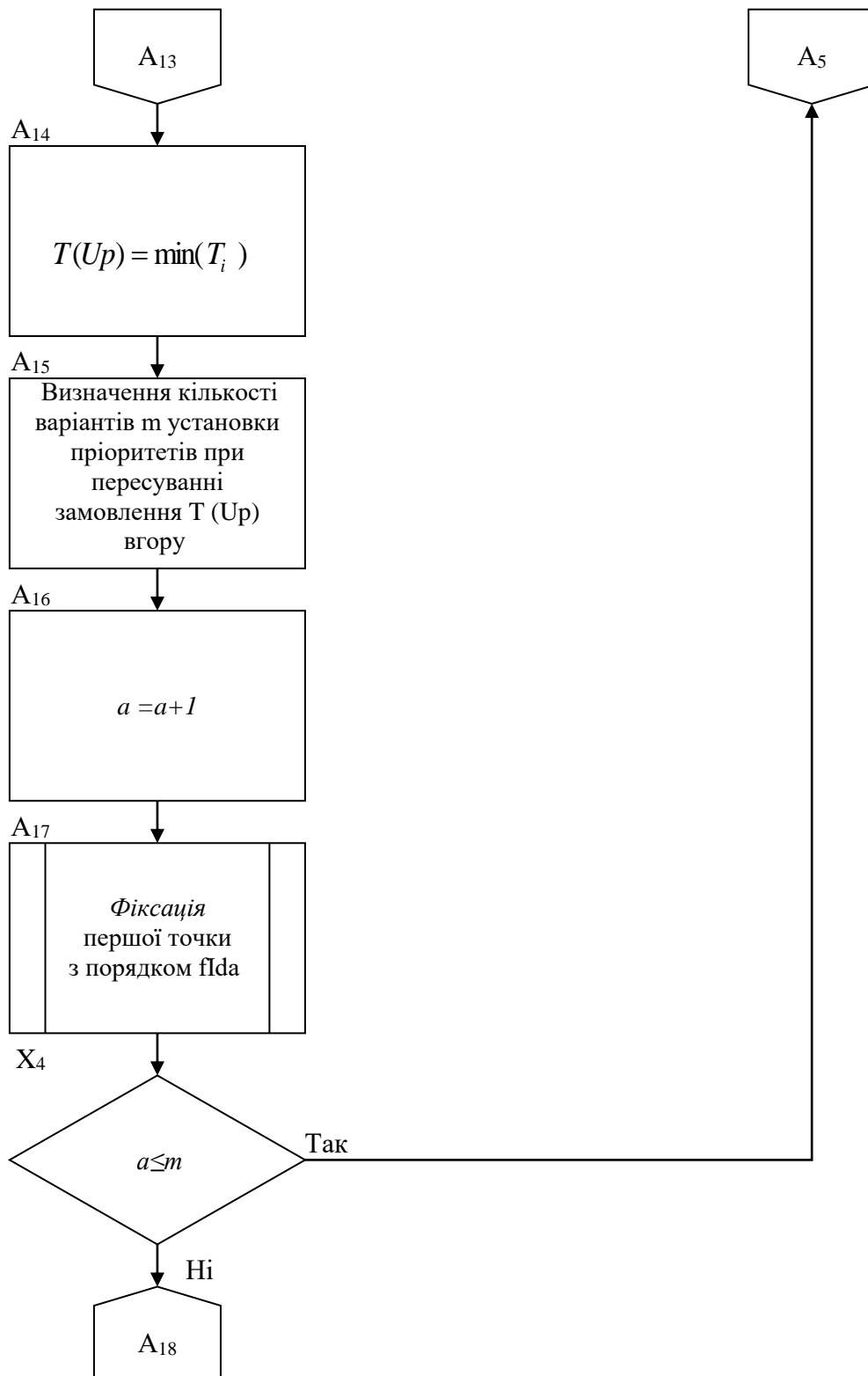


Рисунок 6.1, аркуш 4

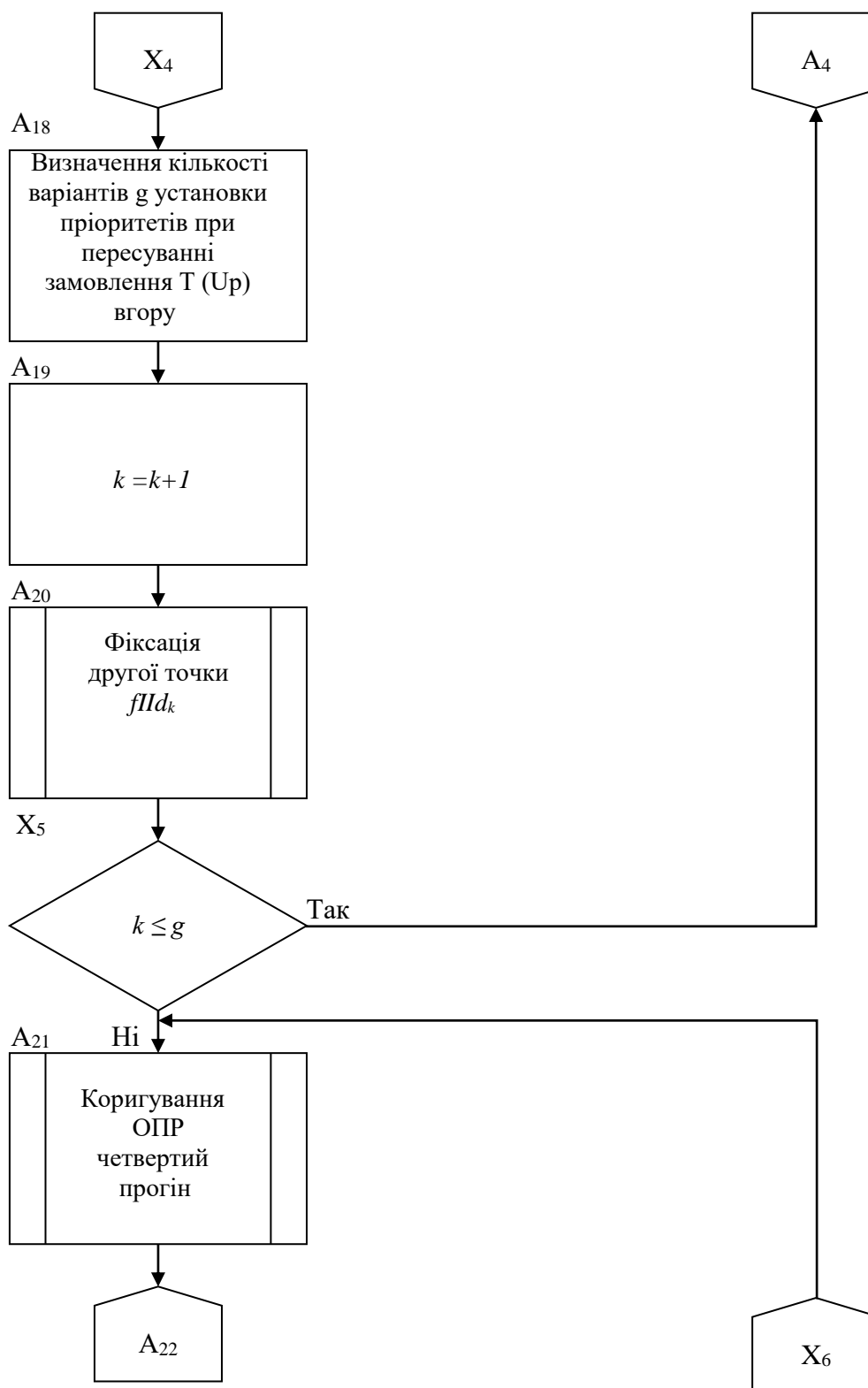


Рисунок 6.1, аркуш 5

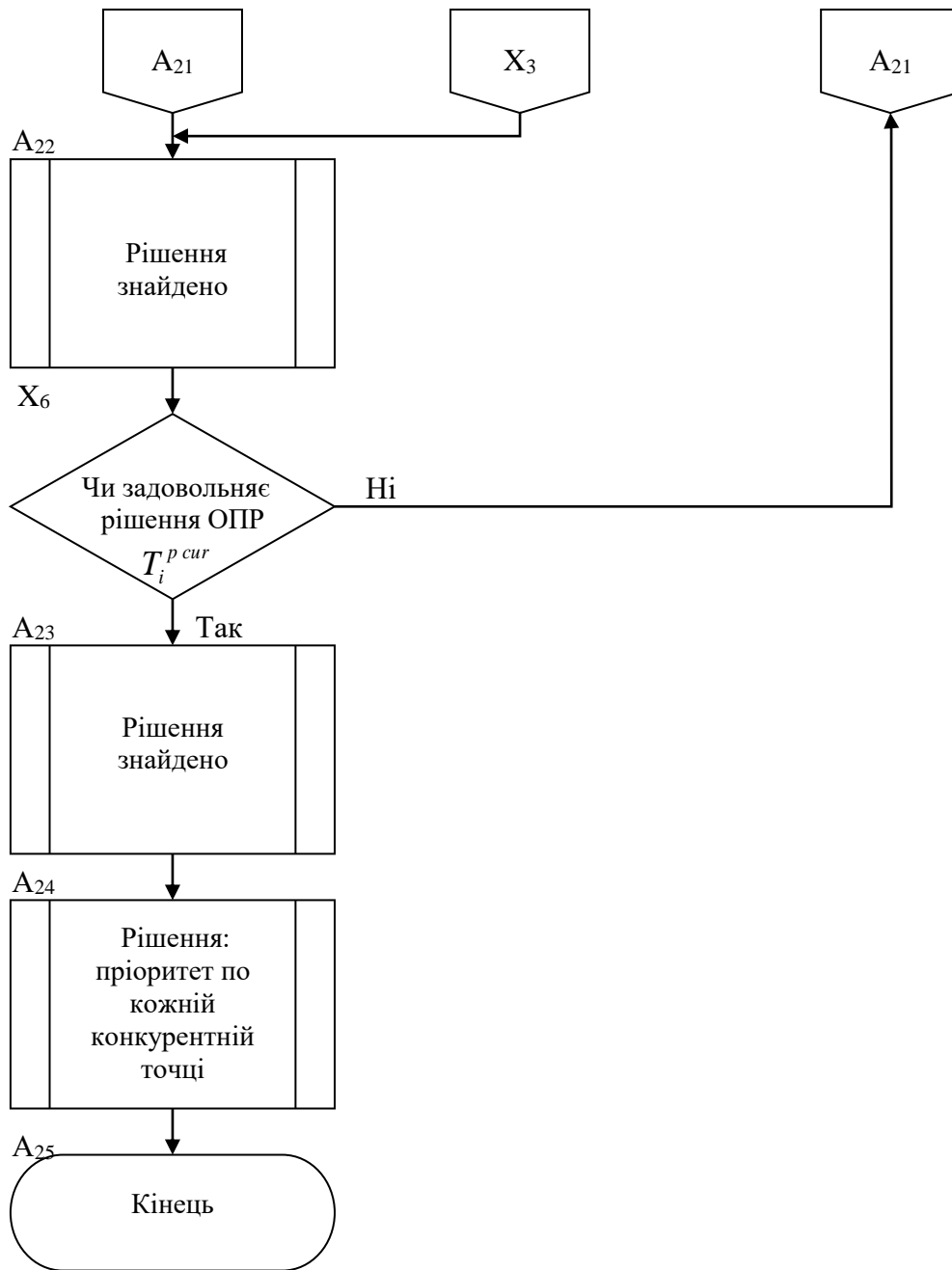


Рисунок 6.1, аркуш 6

A5 – оператор формування початкового номеру порядку в першому прогоні. Встановлення часу, що залишився, виконання дії i -го замовлення, виходячи з часу виконання замовлення за договором $T_i^{p cur} = T_i^{set}$, у першій конкурентній точці;

A6 – оператор переходу до наступної j -ї конкурентної точки;

A7 – оператор формування матриці $t_{ij}^{p\ work} = t_{ij}^{p\ wait} + t_{ij}^h$ часу виконання замовлення у р-й конкурентній точці у відповідності до його і-го номеру послідовності, встановленого в j-му порядку. Реальний час виконання бізнес-процесу і-го замовлення в р-й конкурентній точці складається з суми часу очікування й нормативного часу виконання;

A8 – оператор формування матриці часу, що залишився, виконання замовлення у відповідності до і-го номеру, встановленого в j-й послідовності порядків при конкуренції за ресурс у р-й конкурентній точці. Час, що залишився, виконання $t_{ij}^{p\ left}$ складається з різниці поточного часу, що залишився, очікування $T_i^{p\ cur}$ та реального часу виконання замовлення $t_{ij}^{p\ work}$;

A9 – оператор формування рядку матриці суми часу, що залишився, і-их замовлень j-ї послідовності порядків у р-й конкурентній точці $T_j^p = \sum_{i=1}^N t_{ij}^{p\ left}$.

Такий рядок матриці містить дані про загальний час, що залишився, виконання суми заказів за кожним порядком;

x1 – оператор перевірки поточної j-ї конкурентної точки на фіксованість (чи була дана точка раніше зафіксована);

A10 – оператор визначення порядку з найбільшим часом, що залишився. З рядку матриці обирається той порядок, у якого загальний час, що залишився, найбільший $ST^{p\ cur} = \max(T_j^p)$;

A11 – оператор призначення часу, що залишився, $ST^{p\ cur}$ в відповідності до їх порядків fIIda, fIIdk, отриманих за результатами раніше фіксованих точок;

A12 – оператор встановлення відповідного j-го порядку й визначення $T_i^{p\ cur}$ поточного часу, що залишився, за кожним і-им замовленням, виходячи з призначеного загального сумарного часу очікування замовлень $ST^{p\ cur}$ у р-й конкурентній точці;

X2 – оператор перевірки останньої j -ї конкурентної точки на першому прогоні;

X3 – оператор перевірки виконання умови отримання рішення, при якій час, що залишився, за кожним замовленням у знайденому порядку повинен бути позитивним;

A13 – оператор встановлення суми значення часу, що залишився, $T_i = \sum_{j=1}^N t_{ij}^{left}$ кожного i -го замовлення за всіма порядками j -и порядками після проходження всіх конкурентних точок;

A14 – оператор визначення замовлення, що має спільний найменший час очікування $T(U_p) = \min(T_i)$ після проходження всіх конкурентних точок;

A15 – оператор визначення m -ї кількості варіантів встановлення пріоритетів при пересуванні знайденого замовлення вгору після фіксації першої точки;

A16 – оператор переходу до наступної a -ї конкурентної точки для фіксації першої конкурентної точки;

A17 – оператор фіксації першої конкурентної точки x порядком $f1da$;

X4 – оператор перевірки останньої a -ї у першій фіксованій конкурентній точки на другому прогоні;

A18 – оператор визначення кількості варіантів встановлення g пріоритетів при пересуванні знайденого замовлення вгору при фіксації другої точки;

A19 – оператор переходу до наступної k -ї точки для фіксації конкурентної точки;

A20 – оператор фіксації другої конкурентної точки з порядком $f1dk$;

X5 – оператор перевірки останньої k -ї у другій фіксованій конкурентній точки на третьому прогоні;

A21 – оператор коригування рішення ОПР на четвертому прогоні. Перевірка можливості знаходження кращого варіанту за допомогою ОПР при фіксації трьох і більше конкурентних точок;

A22 – оператор опису даних знайденого рішення;

X6 – оператор перевірки на підтвердження ОНР знайденого рішення, виходячи з даних, що описують знайдене рішення;

A23 – оператор опису даних прийнятого рішення;

A24 – оператор опису даних щодо виведення прийнятого рішення. Виведення рішення у вигляді встановлених пріоритетів по кожній конкурентній точці, а також занесення усіх даних про параметри замовлень, конкуруючих за ресурси в базу даних;

A25 – кінець алгоритму.

В даному підрозділі запропонований алгоритм реалізації завдання «Знаходження пріоритетів запуску бізнес-процесів в конкурентних точках» у вигляді схеми алгоритму, який дає наочне представлення послідовності дій вирішення даного завдання. Алгоритм дозволяє реалізувати функції знаходження пріоритетів запуску бізнес-процесів в кожній конкурентній точці за критерієм мінімального часу очікування доступу до необхідних ресурсів з обмеженнями на час виконання бізнес-процесів. Отримані послідовності пріоритетів запуску бізнес-процесів аналізуються ОНР і при необхідності можуть бути скориговані з метою отримання оптимального «керуючий вплив», використовуваного як керуючий вплив.

6.3 Реалізація прикладної інформаційної технології прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів

6.3.1 Реалізація процесу знаходження варіанту «керуючий вплив», коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм найбільшого часу, що залишився виконання бізнес-процесів при першому прогоні

Входом даної інформаційної технології є прецедент-аналог, отриманий за допомогою інформаційної технології побудови прецедентів групи

наскрізних бізнес-процесів. Отримане рішення в складі прецеденту в першій технології містить тільки по дієву послідовність дій наскрізних бізнес-процесів. Тому використовуючи розроблену інтервальну модель наскрізних бізнес-процесів, методи адаптації моделі прецеденту-аналога наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання, прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами, шляхом оперативного коригування пріоритетів їх доступу до ресурсів, оперативного прецедентного управління, удосконалений метод прецедентного управління, який формалізує формування опис поточного прецеденту, за яким знаходиться прецедент-аналог і після його адаптації використовується в якості керуючого впливу, отримаємо рішення у вигляді послідовності пріоритетів доступу до ресурсів групи наскрізних бізнес-процесів.

Процес отримання таких Рішень власником наскрізного бізнес-процесу, розглянемо на двох прикладах.

У першому прикладі в групу входить 3 наскрізних бізнес-процеси, що конкурують за загальні ресурси, з сімома конкурентними точками. При цьому їх склад у всіх конкурентних точках не змінюється.

У другому прикладі в групу входить 10 наскрізних бізнес-процесів, включаючи новий/ключовий. На відміну від першого прикладу, їх склад в конкурентних точках змінюється.

Розглянемо процес отримання необхідного Рішення при реалізації першого прикладу.

Група складається з трьох наскрізних бізнес-процесів/замовлень на випуск поліграфічної продукції (книга, брошура, журнал). Проблема полягає в тому, що замовлення, конкуруючі за ресурси в відповідних точках, мають різні параметри їх виконання. Тому необхідно визначати всі можливі порядки запуску замовлень у кожній конкурентній точці, щоб знайти оптимальний порядок/пріоритет їх виконання, відповідно до встановлених договорами термінів.

Для цього отримаємо «керуючий вплив» у вигляді оптимальної послідовності порядків виконання наскрізних бізнес-процесів в кожній конкурентній точці. При цьому можуть розглядатися наступні види замовлень: замовлення, конкуруючі за ресурси у попередніх точках, замовлення, які прийшли після виконання власних процесів і нові ключові замовлення, тільки що спрямовані на виконання в виробництво. При цьому по кожному замовленню в кожній конкурентній точці, інформаційною системою фіксуються час початку і закінчення виконання замовлення, вводиться нормативний час виконання дії бізнес-процесу, а потім обчислюються час очікування його доступу до ресурсів і час, що залишився виконання кожного бізнес-процесу. Час виконання дій кожного замовлення, визначається програмним засобом автоматично в кожній конкурентній точці у вигляді суми двох складових: часу очікування та нормативного часу виконання дії. Розрахунок значень часу, що залишився, виконання визначається відніманням з часу виконання замовлення за договором нормативного часу виконання дії в конкурентній точці.

Отримати оптимальне «керуючий вплив» у вигляді визначення порядків запуску бізнес-процесів у всіх конкурентних точках, в зв'язку з можливою зміною складу наскрізних бізнес-процесів, що входять групу, практично не можна, тому процес його отримання здійснюється послідовними прогонами.

При першому прогоні критерієм визначення порядку/пріоритету запуску кожного бізнес-процесу в першій конкурентній точці, є найбільший час, що залишився, виконання всіх бізнес-процесів з усіх порядків. Для його визначення, за технологічними картами сформуємо таблицю значень нормативного часу виконання бізнес-процесів за всіма можливими порядками їх запуску в першій конкурентній точці, які представлені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Значення нормативного часу виконання бізнес-процесів по всіх варіантах порядків їх запуску в першій конкурентній точці

Пріоритети	123	132	231	213	312	321
Бізнес-процес № 1	4	4	8	8	10	10
Бізнес-процес № 2	8	10	10	4	4	8
Бізнес-процес № 3	10	8	4	10	8	4

Розрахунок часу очікування бізнес-процесів t_{ij}^h в кожній конкурентній точці проводиться в такий спосіб. Оскільки у бізнес-процесу № 1 нормативний час виконання t_{ij}^h менше ніж у інших (рівне 4), то для наступних бізнес-процесів, з використанням платформи, час виконання бізнес-процесів $t_{ij}^i(C_l^D)$ автоматично розраховується наступним чином. У зв'язку з тим, що у бізнес-процесу № 1 час очікування дорівнює 0, тому час його виконання дорівнює 4, у бізнес-процесу № 2 час очікування дорівнює 4 (це час виконання бізнес-процесу № 1), нормативний час 8 і відповідно час його виконання дорівнюватиме 12, у бізнес-процесу № 3, то час очікування визначається підсумовуванням нормативного часу виконання бізнес-процесів № 1 та № 2 ($4 + 8$) з додаванням його нормативного часу виконання 10 і в підсумку час його виконання дорівнює 22.

Крім того, визначимо загальний час виконання за відповідними порядками запуску бізнес-процесів. Наприклад, найбільший час виконання за порядком 321, рівний 50, є гіршим, а порядок 123 є найкращим, тому що має найменший час виконання замовлень. Розрахунки часу виконання бізнес-процесів за всіма порядками і їх загальний час виконання в першій конкурентній точці представлені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Значення часу виконання бізнес-процесів в першій конкурентній точці

№ Замовлення	Пріоритети					
	123	132	231	213	312	321
Замовлення 1	4	4	8	8	10	10
Замовлення 2	12	14	18	12	14	18
Замовлення 3	22	22	22	22	22	22
Сума	38	40	48	42	46	50

Розрахунок часу, що залишився, виконання кожного бізнес-процесу t_i^{left} за всіма порядками, визначається відніманням з часу виконання кожного замовлення за договором T_i^{set} нормативного часу виконання t_{ij}^h з таблиці 6.5, наведений в таблиці 6.6.

Наприклад, для порядку 123 при значеннях часу виконання замовлень 120, 110, 100 отримані значення часу, що залишився, виконання кожного бізнес-процесу, що дорівнюють 116, 98, 78. Аналогічно ці значення розраховуються за іншими порядками. Також розраховуються значення сумарного часу, що залишився, виконання трьох замовлень відповідно до визначеного порядку їх проходження (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх порядках в першій конкурентній точці

№ виконання	Пріоритети					
	123	132	231	213	312	321
№ 1	116	116	102	102	90	90
№ 2	98	86	82	108	106	92
№ 3	78	88	98	78	88	98
Сума	292	290	282	288	284	280
d1	0	2	10	4	8	12

Порядок запуску бізнес-процесів 123 в першій контрольній точці з максимальним сумарним часом, що залишився, 292 є найбільш сприятливим/прийнятним, так як має найменший час виконання по всіх

замовленнях.

Для визначення яким чином зміняться пріоритети запуску у наступних конкурентних точках, введемо параметр d_i , що визначає відхилення від максимального значення 292 відповідного поточного по всім порядкам. Відповідно для 292 значення d_1 дорівнює 0, а для кожного наступного порядку визначаються різницею між найбільшим і поточним (табл. 6.6).

В подальшому ці дані використовуються для отримання нових значень в другій конкурентній точці. Так само, як і в першій конкурентній точці, за отриманими результатами вибирається найкращий порядок, який має значення d_2 , яке дорівнює 0, відповідно до якого визначається час, що залишився, виконання кожного замовлення

За аналогією, послідовно в кожній наступній конкурентній точці обчислюються значення d_i , для аналогічних таблиць з вибором наступного кращого порядку за значеннями d_1 проходження відповідної точки. Таким чином, використовуючи значення максимального загального часу, що залишився, виконання всіх замовлень, визначається оптимальний порядок проходження бізнес-процесів в кожній конкурентній точці.

У таблиці 6.7, представлені підсумкові дані про час, що залишився, виконання трьох наскрізних бізнес-процесів після проходження останньої – сьомої конкурентної точки, які визначаються сумою його значень по кожному бізнес-процесу у відповідних порядках.

Таблиця 6.7 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів, по всіх порядках на сьомій конкурентній точці

№ виконання	Пріоритети					
	123	132	231	213	312	321
№ 1	-10	-10	14	14	42	42
№ 2	2	30	38	-14	-19	5
№ 3	26	-7	-23	26	-7	-23
Сума	18	13	29	26	16	24

Наприклад, для 1-го БП за відповідними порядками отримані значення часу, що залишився, дорівнюють -10, -10, -23, -14, -19, -23 (-99). Будемо вважати, що успішним виконанням всіх трьох замовлень, є умова відсутності негативних значень в певному порядку запуску бізнес-процесів. Як видно з таблиці 6.7, ця умова не виконується, тому береться той варіант, у якого порядок на сьомій конкурентній точці містить найменшу суму від'ємних значень. Таким порядком є 123 зі значеннями для першого замовлення, що дорівнює -10, для другого рівним 2 і третього 26, що в сумі становить час, що залишився, по трьом замовленнями, рівним 18. Однак, в першому замовленні воно має від'ємне значення, а це означає відсутність необхідного «керуючий вплив».

У результаті обчислень, послідовно в кожній конкурентній точці встановлюються відповідні нові порядки запуску наскрізних бізнес-процесів.

Критерієм визначення випуску наскрізних бізнес-процесів на другій конкурентній точці, з нормативним часом виконання 10, 8, 6, є порядок з максимальним значенням (найкраще, так як є більший резерв часу для виконання показників), встановленого часом 292, нормативний час 4, 6, 8 та відхилення $d1$ значеннями 12, 10, 8, 4, 2 за останньою варіацією у першій конкурентній точці (таблиця 6.5). Найбільш проблемним/гіршим з них є поєднання 321, що має найбільше значення відхилень $d1$ рівне 12, таблиця 6.8.

Таблиця 6.8 – Вибір часу виконання бізнес-процесів за всіма варіантами у другій конкурентній точці

Порядок	123	132	231	213	312	321
перший	106	106	90	90	73	73
другий	80	63	65	98	101	85
третій	55	75	93	55	75	93
всього	241	244	248	243	249	251
$d3$	10	7	3	8	2	0

Перевіряючи аналогічні розробки з використанням програмної платформи як і у першій конкурентній точці, отримали наступні значення найбільшого встановленого часу виконання 251 та d2 зі значеннями 10, 8, 7, 3, 2, за всіма бізнес-процесами та їх варіантами.

Аналогічно, у третій конкурентній точці з нормативними значеннями часу виконання 10, 8, 6, вибір варіанта запуску бізнес-процесів є 321, має найбільшу підсумкове значення часу, що залишився, 251 в другій конкурентній точці. Результати виконаних розрахунків зі значеннями d3 8, 6, 2 представлені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх варіантах у третій конкурентній точці

Порядок	123	132	231	213	312	321
перший	83	83	77	77	67	67
другий	67	57	59	75	77	71
третій	49	61	69	49	61	69
всього	199	201	205	201	205	207
d3	8	6	2	6	2	0

Аналогічно, у четвертій конкурентній точці з нормативними значеннями часу виконання 14, 10, 7, варіантом запуску бізнес-процесів є порядок 321, що має найбільше підсумкове значення 207. Результати обчислень часу, що залишився, виконання всіх бізнес-процесів і їх варіантів запуску і d4 з значеннями 14, 11, 10, 4, 3 представлені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх варіантах у четвертій конкурентній точці

Порядок	123	132	231	213	312	321
перший	55	55	61	61	60	60
другий	47	46	50	45	48	54
третій	36	40	38	36	40	38
всього	138	141	149	142	148	152
d4	14	11	3	10	4	0

Відповідно, у п'ятій конкурентній точці з нормативними значеннями часу виконання 12, 6, 4, варіантом запуску бізнес-процесів є порядок 321, що має найбільше підсумкове значення 152. Результати автоматичних обчислень часу, що залишився, виконання за всіма бізнес-процесами і їх варіантами запуску представлені в таблиці 6.11.

Таблиця 6.11 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх варіантах у п'ятій конкурентній точці

Порядок	123	132	231	213	312	321
перший	26	26	48	48	56	56
другий	36	44	50	20	22	44
третій	38	32	16	38	32	16
всього	100	102	114	106	110	116
d5	16	14	2	10	6	0

У шостій конкурентній точці з нормативними значеннями часу виконання 9, 12, 5 і варіантом запуску бізнес-процесів є порядок 321, що має найбільше підсумкове значення 116. Результати обчислень значень часу, що залишився, виконання за всіма бізнес-процесами та їх варіантами представлені в таблиці 6.12.

Таблиця 6.12 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх варіантах у шостій конкурентній точці.

Порядок	123	132	231	213	312	321
перший	7	7	32	32	51	51
другий	23	42	39	-5	2	27
третій	30	18	-10	30	18	-10
всього	60	67	61	57	71	68
d6	11	4	10	14	0	3

На останній сьомій конкурентній точці з нормативними значеннями часу виконання 12, 4, 9, варіантом запуску бізнес-процесів є порядок 312, що має найбільше підсумкове значення 71. Після проведення відповідних

обчислень, в результуючій таблиці 6.13 представлені значення часу, що залишився, виконання за всіма бізнес-процесами та їх варіантами.

Таблиця 6.13 – Час, що залишився, виконання бізнес-процесів по всіх варіантах у сьомій конкурентній точці

Порядок	123	132	231	213	312	321	1	-99
перший	-10	-10	14	14	42	42	2	21
другий	2	30	38	-14	-19	5	3	204
третій	26	-7	-23	26	-7	-23		
всього	18	13	29	26	16	24		

Підсумкові результати визначення порядків проходження кожного замовлення після першого прогону з урахуванням максимального значення часу, що залишився, взятих з таблиць 6.6-6.10, по семи конкурентних точках, представлені в таблиці 6.14.

Таблиця 6.14 – Результати визначення послідовностей порядків проходження замовлень

Порядок/ замовлення	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ
	123	321	321	321	321	312	123
замовлення1	1	3	3	3	3	2	1
замовлення2	2	2	2	2	2	3	2
замовлення3	3	1	1	1	1	1	3

За даними таблиці 6.14, на рисунку 6.2 представлені траси послідовностей порядків запуску бізнес-процесів, отримані після першого прогону знаходження кращого варіанта «керуючий вплив».

Аналізуючи дані таблиці 6.13, можна зробити висновок, що у всіх варіантах послідовності запуску виконання бізнес-процесів по першому прогону, також є негативними значення часу, що залишився, їх виконання, що свідчить про невиконання умов замовлень і відсутність необхідного «керуючий вплив».

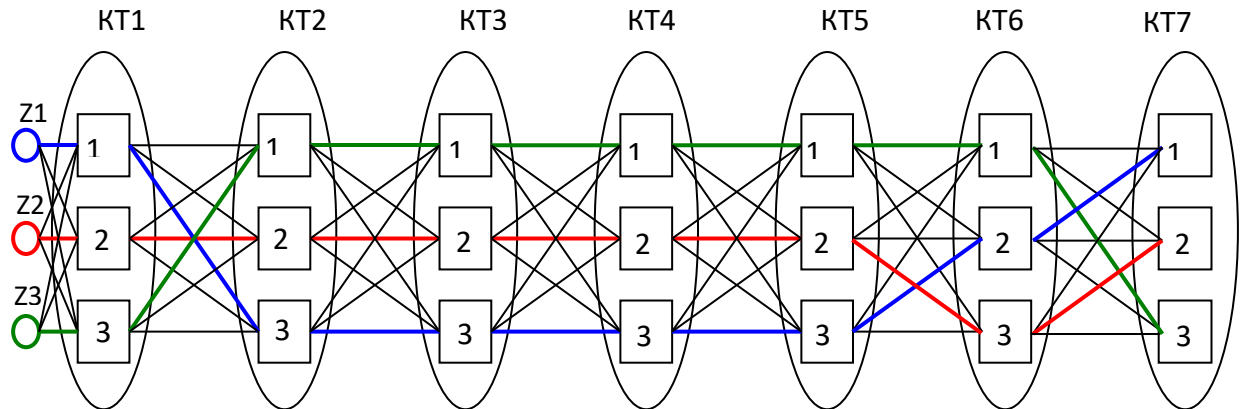


Рисунок 6.2 – Траси після першого прогону знаходження кращого варіанту запуску бізнес-процесів

Результати першого прогону представлені на рисунку 6.3. На цьому перший прогін знаходження необхідного варіанту запуску бізнес-процесів завершений. При цьому така послідовність формується автоматично.

kod BP	kod proces	priority	Name BP	Name processer	Name resource	printing format	time B	General	time wading	time end	Order	остат. вр
1	1	1	книга1 млякая	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	4	120	0	4	1	
1	2	3	книга1 млякая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	10	120	13	23	6	
1	3	3	книга1 млякая	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	10	120	14	24	9	
1	5	3	книга1 млякая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	14	120	17	31	12	
1	6	3	книга1 млякая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	12	120	10	22	15	
1	7	2	книга1 млякая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	9	120	5	14	17	
1	8	1	книга1 млякая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	12	120	0	12	19	
Итого: книга1 млякая											130	-10
2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	6	110	4	12	2	
2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	8	110	5	13	5	
2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	8	110	6	14	8	
2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	10	110	7	17	11	
2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	6	110	4	10	14	
2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	12	110	14	26	16	
2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	4	110	12	16	20	
Итого: книга2 жёсткая											100	2
5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	10	100	12	22	3	
5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	5	100	0	5	4	
5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	6	100	0	6	7	
5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	7	100	0	7	10	
5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	4	100	0	4	13	
5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	5	100	0	5	16	
5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	9	100	16	25	21	
Итого: книга3											74	26

Рисунок 6.3 – Результати першого прогону

6.3.2 Алгоритм і реалізація процесу знаходження варіанту «керуючий вплив», коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм максимального запізнювання виконання бізнес-процесів при другому прогоні

Так як на першому прогоні не отримано необхідне «керуючий вплив»

за критерієм найбільшого часу, що залишився, виконання всіх бізнес-процесів, то на другому прогоні як критерій визначення пріоритетів запуску бізнес-процесів будемо використовувати максимальний час невиконання/запізнювання бізнес-процесів.

Алгоритм знаходження варіанту «керуючий вплив» при другому прогоні складається з таких кроків.

Крок 1. Отримання і аналіз збережених даних з бази даних після першого прогону і визначення порядків запуску. Ці дані необхідні для визначення порядків запуску, з використанням цього критерію за всіма порядками.

Крок 2. Час запізнювання визначається сумою значень часу, що залишився, відповідного замовлення у відповідності з усіма варіантами встановлення пріоритетів у сьомій конкурентній точці, виходячи з результатів, отриманих після першого прогону, Обчислення загального часу запізнювання по кожному j -му замовленню i -го порядку (-99)

$$t_i^{left} = \sum_{i-1}^n t_{ij}^{left}.$$

Крок 3. Визначення замовлення з найбільшим часом затримки:

$$z_j = \max(t_j^{left}).$$

Крок 4. Визначення можливих варіантів порядків для кожної конкурентної точки з урахуванням пересування пріоритету обраного замовлення на один рівень вгору. Оскільки конкуруючих точок всього 6, то в кожній точці встановлюється по два варіанти, при яких можливе пересування замовлення на один рівень вгору. (Наприклад, для порядку 321 при пересуванні одного замовлення на один рівень вгору це порядки 312 і 213).

Крок 5. Фіксація порядку в кожній конкурентній точці шляхом встановлення одного з варіантів порядків для першої конкурентної точки.

Крок 6. Визначення та встановлення пріоритетів з урахуванням максимального часу, що залишився, при фіксованих точках. Визначення і встановлення пріоритетів при фіксованих точках. Даний прогін подібний до першого прогону, з тією лише різницею, що порядок в одній з конкурентних точок жорстко фіксується, а порядки в інших точках встановлюються за критерієм максимального часу, що залишився, аналогічно першому прогону.

Крок 7. Розрахунок і установка пріоритетів наступного варіанта в поточній і наступних точках, аналогічно Кроку 6. Усього таких циклів буде 12, по 2 на кожну з 6 точок.

Крок 8. Збереження кожного отриманого варіанту при фіксації чергової точки в базі даних для подальшого аналізу.

Крок 9. Аналіз отриманого і неотриманого рішення. Пошук рішення про виконання умов замовлень, критерієм якого є відсутність негативних значень в загальному часу, що залишився, після проходження всіх 7 конкурентних точок у всіх замовленнях. Якщо рішення знайдено, то перехід до пункту 11, якщо ні, то до пункту 10.

Крок 10. Коригування ОНР послідовностей порядків після другого прогону. Відповідно до визначення пріоритету замовлення, за сумарним значенням часу, що залишився, його виконання, ОНР надається можливість змінювати варіанти послідовностей порядків.

Крок 11. «керуючий вплив» знайдено.

Для того, щоб знайти необхідне Рішення за наведеним алгоритмом, працівникові планового відділу, планувальнику (ОНР), на другому прогоні необхідно перейти до коригування пріоритетів запуску бізнес-процесів таким чином, щоб в результуючій таблиці 6.13 не було негативних значень, що свідчило б про виконання групи бізнес-процесів у встановлені терміни.

За даними, наведеними в таблиці 6.13, немає такого порядку, в якому

час закінчення кожного замовлення мав би позитивні значення, тобто обмеження на час, що залишився, його виконання. В цьому випадку ОПР у першій конкурентній точці вибирає замовлення, у якого найбільше загальне запізнювання виконання з усіх порядків має найбільше негативне значення (перше замовлення із загальним часом -99, таблиця (6.13). Щоб виключити появу негативних значень, ОПР виконує процедуру підвищення пріоритету його виконання у відповідних конкурентних точках на одиницю (підняти замовлення на один рівень вгору), тим самим призначаючи новий порядок запуску. Критерієм запуску по наступних конкурентних точках є сумарний максимальний час, що залишився, виконання замовлень.

Для знаходження необхідного результату ОПР визначає той бізнес-процес, у якого по всіх варіантах значення часу невиконання по замовленню максимальне. Як видно з табл. 6.13, для бізнес-процесу № 1 по всіх комбінаціях значення часу, що залишився, виконання за цим критерієм у відповідних порядках, відповідають першому пріоритету (-10, -10, -23, -14, -1, -23 = -99). Відповідно, для бізнес-процесів № 2 та № 3 ці величини будуть дорівнювати 21 і 204.

Для того, щоб знайти рішення щодо усунення цього відхилення для бізнес-процесу з найбільшим невиконанням цього обмеження, ОПР збільшує пріоритет його запуску на один рівень. У тих конкурентних точках, в яких бізнес-процес № 1 має перший пріоритет запуску, існуючий порядок не змінюється.

Відповідно, як і при першому прогоні, визначаються нові порядки для кожної наступної конкурентної точки. При цьому, чим менше час, що залишився, виконання бізнес-процес, або він має від'ємне значення (запізнювання), тим пріоритет у даного замовлення повинен бути вище. Наприклад, у першій конкурентній точці при першому прогоні був встановлений порядок 123 (табл. 6.6), тому пересувати перше замовлення на один рівень вгору немає сенсу, оскільки воно вже має вищий пріоритет. У

другій конкурентній точці за гіршим варіантом 280, було встановлено порядок 321 (табл. 6.6), тому для підняття першого замовлення на один рівень вгору (одиниця в другому розряді) існує тільки два можливих порядки, які можна призначити, це 213 або 312 (рис. 6.4).

Таблиця 6.16 має дві частини, в правій частині представлені можливі варіанти визначення порядків, а ліва частина містить кнопки, які є елементами інтерфейсу програмного засобу. При цьому кожна конкурентна точка розділена на дві складові, наприклад перша конкурентна точка представлена у вигляді Кон.т.1.1 і Кон.т.1.2, тому в цій таблиці маємо 12 значень відхилень d. Відповідно, дані по цих точках заносяться в Таб.1_1 і Таб.1_2. Ці відхилення, зафіксовані в попередніх таблицях по всіх порядках і по всіх конкурентних точках, представлені в таблиці 6.15.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	порядок	время	удов.
Таб 1_1		Кон т.1.1	1	точка 1	0	0	–	
	Таб 1_2	Кон т.1.2	2	точка 1	0	0	–	
Таб 2_1		Кон т.2.1	3	точка 2	8	213	–	
	Таб 2_2	Кон т.2.2	4	точка 2	2	312	–	
Таб 3_1		Кон т.3.1	5	точка 3	6	213	–	
	Таб 3_2	Кон т.3.2	6	точка 3	2	312	–	
Таб 4_1		Кон т.4.1	7	точка 4	10	213	–	
	Таб 4_2	Кон т.4.2	8	точка 4	4	312	–	
Таб 5_1		Кон т.5.1	9	точка 5	10	213	–	
	Таб 5_2	Кон т.5.2	10	точка 5	6	312	–	
Таб 6_1		Кон т.6.1	11	точка 6	11	123	–	
	Таб 6_2	Кон т.6.2	12	точка 6	4	132	–	

Рисунок 6.4 – Результати першого прогону

В результаті призначень ОПР порядків 213 і 312 в другій конкурентній точці, після відповідних обчислень отримані нові результати «загальний час, що залишився», представлені в таблиці 6.16 і в таблиці 6.17.

Таблиця 6.15 – Значення відхилень d по всіх конкурентних точках

Конкур точ.	123	132	231	213	312	321
1	0	2	10	4	8	12
2	10	7	3	8	2	0
3	8	6	2	6	2	0
4	14	11	3	10	4	0
5	16	14	2	10	6	0
6	11	4	10	14	0	3

За аналогією, в наступних конкурентних точках встановлюються нові порядки, в яких одне замовлення підвищується на один рівень вгору, а отримані в ході обчислень результати поміщаються в результуючу таблицю, аналогічну таблиці 6.16.

Таблиця 6.16 – Результати «загальний час, що залишився», в «Кон т.2.1»

Кон т.2.1						номер зам.	загальн ий час
123	132	231	213	312	321	1	-69
-5	-5	19	19	24	24	2	51
7	12	20	-9	-14	10	3	96
8	-2	-18	8	-2	-18		
10	5	21	18	8	16		
-5	-7	-18	-9	-16	-18		

Таблиця 6.17 – Результати «загальний час, що залишився», в «Кон т.2.2»

Кон т.2.2						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-51
-2	-2	4	4	42	42	2	-39
-8	30	38	-6	-11	-5	3	204
26	-17	-15	26	-17	-15		
16	11	27	24	14	22		
-10	-19	-15	-6	-28	-20		

Для отримання всіх результатів і подальшого їх аналізу послідовної зміни порядку в одній конкурентній точці по всіх конкурентних точках, на другому прогоні ОПР в платформі використовує кнопку «Все таб.» (рис. 6.4). Дана кнопка дозволяє запуснути проведення необхідних розрахунків і заповнити всі результуючі таблиці, аналогічні таблицям 6.16 і 6.17 з відповідними даними про результати виконання трьох замовлень по всіх конкурентних точках. Кнопка «Очищення» призначена для очищення введених порядків у всіх контрольних точках і повернення встановлених при першому проході початкових порядків. Кнопка «Скидання» дозволяє запуснути очищення даних про результати виконання замовлень по всіх конкурентних точках, (рис. 6.4).

Оскільки необхідний результат не отриманий, таке коригування здійснює ОПР за двома критеріями: часу виконання замовлень і часу, що залишився, їх виконання.

У стовпці «час» відображаються порядки, що задовольняють умові виконання всіх замовлень. Наявність значення «→» означає, що даний порядок не задовольняє сформульованій умові.

Критерієм вибору порядку для коригування першого замовлення, є найменше значення d . Наприклад, у другій контрольній точці це порядок 312, в якому загальний час виконання по всіх замовленнях 249 мінімально відрізняється від оптимального значення 251 в порядку 321, зі значенням d рівним 2 (табл. 6.8). Крім того, за даними, наведеними в таблиці 6.9, порядки мають мінімальні значення d , що дорівнює 2, є порядок 312 у другій контрольній точці і порядок 312 у третій контрольній точці.

Для встановлення порядків ОПР необхідно натиснути кнопку відповідного порядку в певній конкурентній точці. Наприклад, кнопка «Кон т.2.2» встановлює порядок 312 в другій конкурентній точці, після чого в результуючій таблиці, (рис. 6.5), будуть представлені кінцеві результати про час, що залишився.

Кон т.2.1 0						номер зmk.	загальни й час
123	132	231	213	312	321	1	-69
-5	-5	19	19	24	24	2	51
7	12	20	-9	-14	10	3	96
8	-2	-18	8	-2	-18		
10	5	21	18	8	16		
-5	-7	-18	-9	-16	-18		

Кон т.2.2						номер зам.	загальн ий час
-69	132	231	213	312	321	1	-51
-2	-2	4	4	42	42	2	-39
-8	30	38	-6	-11	-5	3	204
26	-17	-15	26	-17	-15		
16	11	27	24	14	22		
-10	-19	-15	-6	-28	-20		

Кон т.3.1						номер зам.	загальни й час
123	132	231	213	312	321	1	-63
-4	-4	20	20	24	24	2	57
8	12	20	-8	-13	11	3	96
8	-1	-17	8	-1	-17		
12	7	23	20	10	18		
-4	-5	-17	-8	-14	-17		

Кон т.3.2						номер зам.	загальн ий час
123	132	231	213	312	321	1	-51
-2	-2	4	4	42	42	2	-39
-8	30	38	-6	-11	-5	3	204
26	-17	-15	26	-17	-15		
16	11	27	24	14	22		
-10	-19	-15	-6	-28	-20		

Кон т.4.1						номер зам.	загальни й час
123	132	231	213	312	321	1	-57
-3	-3	21	21	18	18	2	63
9	6	14	-7	-12	12	3	60
2	0	-16	2	0	-16		
8	3	19	16	6	14		
-3	-3	-16	-7	-12	-16		

а)

Рисунок 6.5 – Результати «загальний час, що залишився,» по другому прогону

Кон т.4.2						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-39
0	0	0	0	42	42	2	-63
-12	30	38	-4	-9	-9	3	204
26	-21	-13	26	-21	-13		
14	9	25	22	12	20		
-12	-21	-13	-4	-30	-22		

Кон т.5.1						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-75
-6	-6	18	18	24	24	2	45
6	12	20	-10	-15	9	3	96
8	-3	-19	8	-3	-19		
8	3	19	16	6	14		
-6	-9	-19	-10	-18	-19		

Кон т.5.2						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-63
-4	-4	2	2	42	42	2	-51
-10	30	38	-8	-13	-7	3	204
26	-19	-17	26	-19	-17		
12	7	23	20	10	18		
-14	-23	-17	-8	-32	-24		

Кон т.6.1						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-69
-5	-5	19	19	21	21	2	51
7	9	17	-9	-14	10	3	78
5	-2	-18	5	-2	-18		
7	2	18	15	5	13		
-5	-7	-18	-9	-16	-18		

общее вр Кон т.6.2						номер зам.	загальний час
123	132	231	213	312	321	1	-69
-5	-5	14	14	33	33	2	21
2	21	29	-9	-14	5	3	150
17	-7	-18	17	-7	-18		
14	9	25	22	12	20		
-5	-12	-18	-9	-21	-18		

б)

Рисунок 6.5 – Результаты «загальний час, що залишився,» по другому прогону

Оскільки дані в результуючій таблиці, при кожному запуску будуть змінюватися, то їх можна зберегти для подальшого аналізу, натиснувши кнопку «Таб 2_2». За аналогією, для установки порядку 321 в третій конкурентній точці, необхідно спочатку попередньо очистити дані, натиснувши кнопку «Очищення», а потім натиснути кнопку «Кон т.3.2» і кнопку «Таб 3_2» для збереження отриманих даних. Для автоматичного отримання всіх даних, необхідно здійснити запуск обчислень натиснувши кнопку «Все таб.» Кінцеві результати варіантів виконання процедури призначення відповідних порядків у всіх шести конкурентних точках показані на рисунку. 6.5.

За результатами показані на рисунку. 6.5 видно, що жоден з порядків не задовольняє умовам виконання замовлень, оскільки є негативні значення в порядках.

Відносно кращим результатом є зміна порядку 321 на порядок 213 у четвертій конкурентній точці Кон т.4.1 (рис. 6.5). При цьому, після другого прогону по всіх шести конкурентним точках, значення загального часу, що залишився, дорівнює -3, що означає, означає, що виконання першого замовлення затримується на 3 години. Результати другого прогону представлені на рисунку. 6.6.

TaskID	код BP	код процесорів	порядок	Назва BP	Назва процесів	Назва ресурсів	протекція	форма	time D	General	time wait	time end	Order	laste вр
2	1	1	1	1 книга1 м'яка	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000	297*210	4	120	0	4	22	
2	1	2	3	3 книга1 м'яка	Промивка фотоформи	Оборуд 2	10000	297*210	10	120	13	25	27	
2	1	3	3	3 книга1 м'яка	Колірування с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000	297*210	10	120	14	24	30	
2	1	5	2	2 книга1 м'яка	Промивка печатної форми	Оборуд 5	10000	297*210	14	120	19	24	32	
2	1	6	3	3 книга1 м'яка	Печать блока + фальцшва	Оборуд 6	10000	297*210	12	120	10	22	36	
2	1	7	2	2 книга1 м'яка	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000	297*210	9	120	5	14	38	
2	1	8	1	1 книга1 м'яка	Разрезка фоліоцев	Оборуд 8	10000	297*210	12	120	0	12	40	
Итого: книга1 м'яка													123	-3
2	2	1	2	2 книга2 ж'сткая	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000	297*210	8	110	4	12	23	
2	2	2	2	2 книга2 ж'сткая	Промивка фотоформи	Оборуд 2	10000	297*210	8	110	5	13	26	
2	2	3	2	2 книга2 ж'сткая	Колірування с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000	297*210	8	110	6	14	29	
2	2	5	1	1 книга2 ж'сткая	Промивка печатної форми	Оборуд 5	10000	297*210	10	110	0	10	31	
2	2	6	2	2 книга2 ж'сткая	Печать блока + фальцшва	Оборуд 6	10000	297*210	6	110	4	10	36	
2	2	7	3	3 книга2 ж'сткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000	297*210	12	110	14	26	39	
2	2	8	2	2 книга2 ж'сткая	Разрезка фоліоцев	Оборуд 8	10000	297*210	4	110	12	16	41	
Итого: книга2 ж'сткая													101	9
2	5	1	3	3 книга3	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000	297*210	10	100	12	22	34	
2	5	2	1	1 книга3	Промивка фотоформи	Оборуд 2	10000	297*210	5	100	0	5	25	
2	5	3	1	1 книга3	Колірування с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000	297*210	6	100	0	6	28	
2	5	5	3	3 книга3	Промивка печатної форми	Оборуд 5	10000	297*210	7	100	24	31	33	
2	5	6	1	1 книга3	Печать блока + фальцшва	Оборуд 6	10000	297*210	4	100	0	4	34	
2	5	7	1	1 книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000	297*210	5	100	0	5	37	
2	5	8	3	3 книга3	Разрезка фоліоцев	Оборуд 8	10000	297*210	9	100	16	26	42	
Итого: книга3													96	2

Рисунок 6.6 – Результати другого прогону

Результуючі дані про послідовні зміни порядку в одній конкурентній точці на другому прогоні представлені в табл. 6.18.

Таблиця 6.18 – Результуючі дані про послідовності порядків на другому прогоні

замовлення	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ
порядок	123	321	321	213	321	312	123
замовлення1	1	3	3	2	3	2	1
замовлення2	2	2	2	1	2	3	2
замовлення3	3	1	1	3	1	1	3

На рисунку 6.7 представлені траси послідовностей порядків, отримані після другого прогону.

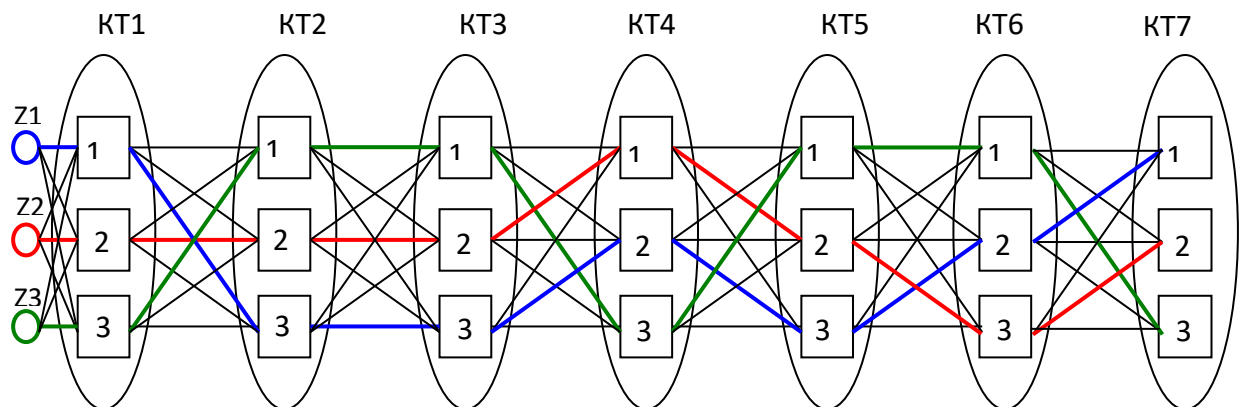


Рисунок. 6.7 – Траси після другого етапу «послідовної зміни порядку в одній конкурентній точці»

6.3.3. Знаходження кращого варіанту «керуючий вплив», коригуванням порядків запуску бізнес-процесів в комбінованому режимі ОПР і автоматичному при третьому прогоні

Однак отримані порядки не задовольняють умовам виконання бізнес-процесів, тому необхідно перейти до третього прогону, який проводиться в

автоматичному режимі з подальшим, при необхідності, коригуванням результатів в ручному режимі ОПР за критерієм максимального часу невиконання бізнес-процесів.

Для початку виконання третього прогону визначення послідовної зміни порядку з фіксацією двох конкурентних точок необхідно очистити дані натиснувши кнопки «Очищення» і «Скидання». На даному етапі в кожній конкурентній точці фіксується один з порядків і послідовно, після кожного фіксування порядку в інших конкурентних точках, програмою здійснюється перерахунок у всіх інших точках, відповідно до порядків, представлених в стовпці «Порядок» табл. 6.20. За даними цієї таблиці ОПР знаходить той порядок, у якого значення d мінімальне. Такими порядками є порядок 312 в другій точці і порядок 321 в третій точці, зі значенням d , що дорівнює 2. Щоб зафіксувати другу точку з порядком 312, необхідно натиснути кнопку Кн2_2. Результати обчислень відображені на рисунку 6.8, в якій вказуються ті порядки, в яких час, що залишився, виконання найбільший, що задовольняє умовам виконання замовлень.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд	Пор 3 зак	Пор 2 зак	Очис выбор	Фикс кнопка	Время остав.
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1	0	0	–		0			Кн1_1		
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1	0	0	–		0			Кн1_2		
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2	8	213	–		123	3	2	Кн2_1		
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2	2	312	–		312	3	2	Кн2_2		18
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3	6	213	18		213	3	2	Кн3_1		
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3	2	312	–		312	3	2	Кн3_2		
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4	10	213	14		213	3	2	Кн4_1		
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4	4	312	–		312	3	2	Кн4_2		
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5	10	213	–		213	3	2	Кн5_1		
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5	6	312	–		312	3	2	Кн5_2		
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6	11	123	–		123	3	2	Кн6_1		
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6	4	132	–		132	3	2	Кн6_2		
									18					

Рисунок. 6.8 – Результати обчислень після третього прогону для Кн2_2

Такими порядками в конкурентній точці 3.1 є порядок 213 з результатом 18, і в точці 4.1 (порядок 213) з результатом 14.

Дані про порядки запуску після третього прогону для Кн2_2 у відповідних конкурентних точках, представлені в табл. 6.19.

Таблиця 6.19 – Порядки запуску по третьому прогону для Кн2_2

Кон т.1 0							номер зак.	общее вр	Кон т.1. 0							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-51	123	132	231	213	312	321	1	-51		
-2	-2	4	4	42	42	2	-39	-2	-2	4	4	42	42	2	-39		
-8	30	38	-6	-11	-5	3	204	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204		
26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51		
16	11	27	24	14	22	27		16	11	27	24	14	22	27			
Кон т.2 3							номер зак.	общее вр	Кон т.2.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-21	123	132	231	213	312	321	1	-21		
3	3	9	9	24	24	2	-9	3	3	4	4	32	32	2	-39		
-3	12	20	-1	-6	0	3	96	-8	20	28	-1	-6	-5	3	144		
8	-12	-10	8	-12	-10	Мин	-21	16	-17	-10	16	-17	-10	Мин	-39		
8	3	19	16	6	14	19		11	6	22	19	9	17	22			
-3	-12	-10	-1	-18	-10			-8	-17	-10	-1	-23	-15				
Кон т.3.1							номер зак.	общее вр	Кон т.3.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-15	123	132	231	213	312	321	1	-3		
4	4	10	10	24	24	2	-3	6	6	-6	-6	42	42	2	-99		
-2	12	20	0	-5	1	3	96	-18	30	38	2	-3	-15	3	204		
8	-11	-9	8	-11	-9	Мин	-15	26	-27	-7	26	-27	-7	Мин	-99		
10	5	21	18	8	16	21		14	9	25	22	12	20	25			
-2	-11	-9	0	-16	-9			-18	-27	-13	-6	-30	-22				
Кон т.4.1							номер зак.	общее вр	Кон т.4.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-9	123	132	231	213	312	321	1	-39		
5	5	11	11	18	18	2	3	0	0	0	0	42	42	2	-63		
-1	6	14	1	-4	2	3	60	-12	30	38	-4	-9	-9	3	204		
2	-10	-8	2	-10	-8	Мин	-9	26	-21	-13	26	-21	-13	Мин	-63		
6	1	17	14	4	12	17		14	9	25	22	12	20	25			
-1	-10	-8	0	-14	-8			-12	-21	-13	-4	-30	-22				
Кон т.5.1							номер зак.	общее вр	Кон т.5.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-27	123	132	231	213	312	321	1	-15		
2	2	8	8	24	24	2	-15	4	4	-8	-8	42	42	2	-111		
-4	12	20	-2	-7	-1	3	96	-20	30	38	0	-5	-17	3	204		
8	-13	-11	8	-13	-11	Мин	-27	26	-29	-9	26	-29	-9	Мин	-111		
6	1	17	14	4	12	17		10	5	21	18	8	16	21			
-4	-13	-11	-2	-20	-12			-20	-29	-17	-8	-34	-26				
Кон т.6.1							номер зак.	общее вр	Кон т.6.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-21	123	132	231	213	312	321	1	-21		
3	3	9	9	21	21	2	-9	3	3	4	4	33	33	2	-39		
-3	9	17	-1	-6	0	3	78	-8	21	29	-1	-6	-5	3	150		
5	-12	-10	5	-12	-10	Мин	-21	17	-17	-10	17	-17	-10	Мин	-39		
5	0	16	13	3	11	16		12	7	23	20	10	18	23			
-3	-12	-10	-1	-18	-10			-8	-17	-10	-1	-23	-15				

Аналогічно для виключення негативних значень часу, що залишився, виконання за всіма порядками здійснюється підняття одного замовлення на наступний рівень. Наприклад, у другій конкурентній точці був порядок 321, а в результаті підняття одного замовлення на два рівні отримані порядки 123 або 132, тобто порядок піднято на два рівня від поточного

За аналогією, ОПР має можливість змінювати набір варіантів порядків по кожній фіксованій точці. Для цього йому необхідно натиснути відповідну кнопку, наприклад, Кн2_2 .

При необхідності ці дані можна скопіювати для подальшого аналізу. Для отримання таких даних про виконання замовлень після чергової фіксованої конкурентної точки необхідно очистити дані в платформі і дані в результатуючій таблиці рисунок 6.9, натиснувши кнопки «Очищення» і «Скидання».

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд	Пор 3 зак	Пор 2 зак	Очис выбор	Фикс кнопка	Время остав.
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1		0	0	-		0		Кн1_1		0
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1		0	0	-		0		Кн1_2		0
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2		8	213	-		213	3	2	Кн2_1	14
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2		2	312	-		312	3	2	Кн2_2	18
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3		6	213	-		213	3	2	Кн3_1	20
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3		2	312	-		312	3	2	Кн3_2	20
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4		10	213	-		213	3	2	Кн4_1	15
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4		4	312	18		312	3	2	Кн4_2	16
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5		10	213	-		213	3	2	Кн5_1	12
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5		6	312	-		312	3	2	Кн5_2	0
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6		11	123	-		0	3	2	Кн6_1	11
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6		4	132	-		132	3	2	Кн6_2	18
								18						

Рисунок. 6.9 – Дані після фіксації всіх конкурентних точок

Для автоматичного отримання даних по кожній фіксованій конкурентній точці необхідно натиснути «Фікс кнопка». Дані про час, що залишився, по всіх замовленнях в кожній фіксованій точці представлені на

рисунку 6.9 в стовпці «Залиш. час». У додатку О представлені таблиці з варіантами рішення часу, що залишився, замовлень після третього прогону при фіксації в конкурентних точках Кн1_1, Кн1_2, Кн2_1, Кн2_2, Кн3_1, Кн3_2.

Якщо з'являється знак (-), то в такій фіксованій точці відсутні варіанти, що задовольняють умові виконання замовлення.

За даними, представленими в цій таблиці, ОПР має можливість вибрати той варіант, який задовольняв би або більше відповідав порядку в умовах, що склалися. Повну інформації по вибраному варіанту ОПР може отримати після натискання кнопок «Очищення», «Скидання» і кнопки варіанту, що переглядається, наприклад Кн2_1. Варіанти порядків по кожній контрольній точці представлені в додатку А.

Наступним найкращим варіантом, представленим в табл. 6.20, є варіант зі значенням часу, що залишився, t_{ost} , що дорівнює 20, відповідно у Кн3_1, Кн3_2.. За даними, наведеними в табл. 6.20 і таблицях у Додатку А, після двох прогонів з фіксуванням всіх точок, сформована таблиця варіантів, які відповідають умовам виконання всіх замовлень за значеннями d_s і загальному часу, що залишився, t_{ost} .

Наявність таких даних дозволяє ОПР отримувати інформацію про загальний час, що залишився, і про те, в якій конкурентній точці він був отриманий. Наприклад, в точках Кн3_1 і Кн3_2 загальний час, що залишився, має кращий результат рівний 20 за варіантом 3.

Для отримання необхідних даних для аналізу по всіх замовленнях, виходячи із загального часу, що залишився, t_{ost} , що дорівнює 20, необхідно натиснути послідовно кнопки «Очищення» і «Скидання», після чого кнопку Кн3_1.

Таблиця 6.20 – Всі варіанти виконання замовлень

№ п/п	Фікс. кнопка	Загальний час, що залиш ився, tost	Прогін dI	Вар. 1 dI+dII=ds; (tost)	Вар. 2 dI+dII=ds; (tost)	Вар. 3 dI+dII=ds; (tost)	Вар. 4 dI+dII=ds; (tost)	Вар. 5 dI+dII=ds; (tost)
1	Кн1_1		0	0				
2	Кн1_2		0	0				
3	Кн2_1	14	8	8+4=12 (14)				
4	Кн2_2	18	2	2+6=8 (18)	2+10=12 (14)			
5	Кн3_1	20	6	6+2=8 (18)	6+4=10 (16)	6+0=6 (20)		
6	Кн3_2	20	2	2+10=12 (14)		6=6 (20)		
7	Кн4_1	15	10	10+2 (14)	10+2=10 (14)	11(15)		
8	Кн4_2	18	4	4+8=12 (14)	4+6=10 (16)	4+10=14 (12)	4+11=15 (11)	4+4=8 (18)
9	Кн5_1	12	10	10+4=14 (12)				
10	Кн5_2	0	6					
11	Кн6_1	11	11	11+4=15 (11)				
12	Кн6_2	18	4	4+4=8 (18)				

Виходячи з даних на рисунку. 6.10 видно, що після фіксування кнопки Кн3_1 в точках Кон т.2.2 і Кон т.6.2, tost має значення 18, відповідно в точці Кон т.4.2 він має значення 16, а в точці Кон т.3.2 має значення 20. Для визначення послідовності порядків при значенні 20 необхідно натиснути «Очищення» і «Скидання», кнопку Кон т.3.1. а потім другий раз кнопку Кон т.3.2.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд	Пор 3 зак	Пор 2 зак	Очис выбор	Фикс кнопка	Время остав.
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1		0	0	-	0			Кн1_1		0
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1		0	0	-	0				Кн1_2	0
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2		8	213	-	213	3	2	Кн2_1		14
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2		2	312	18	312	3	2		Кн2_2	18
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3		6	213	18	213	3	2	Кн3_1		20
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3		2	312	20	132	3	2		Кн3_2	20
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4		10	213	-	213	3	2	Кн4_1		15
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4		4	312	16	312	3	2		Кн4_2	16
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5		10	213	-	213	3	2	Кн5_1		12
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5		6	312	-	312	3	2		Кн5_2	0
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6		11	123	-	123	3	2	Кн6_1		11
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6		4	132	-	132	3	2		Кн6_2	18
								20						

Рисунок. 6.10 – Дані про загальний час, що залишився.

Таким чином, після третього прогону на третьому етапі найкращим є варіант, що задовольняє умовам виконання всіх замовлень, з найбільшим часом, що залишився, 20 (0 + 4 + 16) (рис.. 6.10).

Результуючі дані про послідовності порядків проходження замовлень після трьох прогонів, представлені в табл. 6.21, а результуючі траси – на рис. 6.12, а також в Додатку Е .

Таблиця 6.21 – Результуючі дані про послідовності порядків проходження замовлень після трьох прогонів

Замовлення	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ
порядок	123	321	132	321	321	312	213
замовлення1	1	3	1	3	3	2	2
замовлення2	2	2	3	2	2	3	1
замовлення3	3	1	2	1	1	1	3

Traces	kad BP	kad proces	priority	Name BP	Name processes	Name resource	printing format	time #	General #	time wait	time end	Order	status ap
3	1	1	1	1 книга1 м'яка	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000 297x210	4	120	0	4	43	
3	1	2	3	3 книга1 м'яка	Проявка фотоформи	Оборуд 2	10000 297x210	10	120	13	23	48	
3	1	3	1	1 книга1 м'яка	Копіювання с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	10	120	0	10	49	
3	1	5	3	3 книга1 м'яка	Проявка печатної форми	Оборуд 5	10000 297x210	14	120	17	31	54	
3	1	6	3	3 книга1 м'яка	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	12	120	10	22	57	
3	1	7	2	2 книга1 м'яка	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	9	120	5	14	59	
3	1	8	2	2 книга1 м'яка	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	12	120	4	16	62	
Итого: книга1 м'яка											120		0
3	2	1	2	2 книга2 ж'стка	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000 297x210	8	110	4	12	44	
3	2	2	2	2 книга2 ж'стка	Проявка фотоформи	Оборуд 2	10000 297x210	8	110	5	13	47	
3	2	3	3	3 книга2 ж'стка	Копіювання с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	8	110	16	24	51	
3	2	5	2	2 книга2 ж'стка	Проявка печатної форми	Оборуд 5	10000 297x210	10	110	7	17	53	
3	2	6	2	2 книга2 ж'стка	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	6	110	4	10	56	
3	2	7	3	3 книга2 ж'стка	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	12	110	14	26	60	
3	2	8	1	1 книга2 ж'стка	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	4	110	0	4	61	
Итого: книга2 ж'стка											106		4
3	5	1	3	3 книга3	Запис фотоформи	Оборуд 1	10000 297x210	10	100	12	22	45	
3	5	2	1	1 книга3	Проявка фотоформи	Оборуд 2	10000 297x210	5	100	0	5	46	
3	5	3	2	2 книга3	Копіювання с фотоформи на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	6	100	10	16	50	
3	5	5	1	1 книга3	Проявка печатної форми	Оборуд 5	10000 297x210	7	100	0	7	52	
3	5	6	1	1 книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	10000 297x210	4	100	0	4	55	
3	5	7	1	1 книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	5	100	0	5	58	
3	5	8	3	3 книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	10000 297x210	9	100	16	25	63	
Итого: книга3											84		16

Рисунок 6.11 Оптимальний варіант виконання замовлень після третього прогону

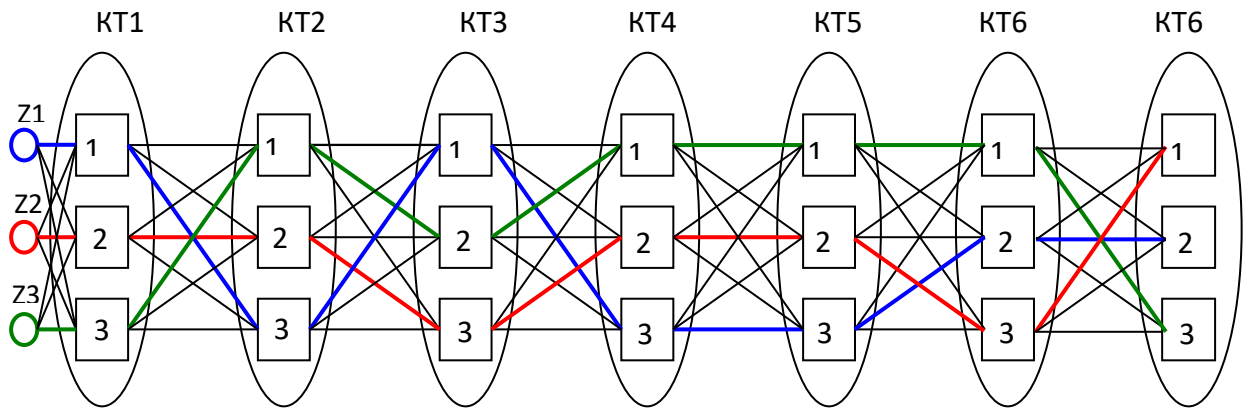


Рисунок 6.12 – Результуючі траси послідовностей порядків проходження конкурентних точок замовленнями після трьох прогонів

6.3.4 Алгоритм перевірки можливості знаходження кращого варіанта. «керуючий вплив» і його реалізація, при фіксації трьох і більше конкурентних точок на четвертому прогоні

У попередньому підрозділі 6.3.3, пошук кращого «керуючий вплив» на третьому прогоні вже був виконаний з фіксацією двох конкурентних точок,

отримано необхідне «керуючий вплив». Однак для перевірки можливості отримання кращого «керуючий вплив» розробимо алгоритм і здійснимо такий пошук з фіксацією трьох конкурентних точок на четвертому прогоні, за даними, отриманими на третьому прогоні.

Представимо алгоритм коригування варіанту «керуючий вплив» ОПР на четвертому прогоні такою послідовністю кроків.

Крок 1. Вибрати найкраще «керуючий вплив», отримане після третього прогону за загальним часом, що залишився, T_{left} . Краще «керуючий вплив» складається з послідовностей порядків зі своїми значеннями d_i , які після кожного прогону визначили загальне сумарне значення $dbest$, рівне сумі d_I і d_{II} отримані за результатами третього прогону.

Крок 2. Знайти за кращим загальним часом, що залишився, T_{left} значення $dbest$.

Крок 3. Визначити множину F_{IKn} , в якій знаходяться ті конкурентні точки, в яких значення d_i менше або дорівнює $dbest$. Після цього – ранжування даної множини за критерієм меншого d_i (для того, щоб на початку фіксувались ті конкурентні точки, в яких d_i найменше).

Крок 4. Фіксувати першу конкурентну точку з множини F_{IKn} зі значенням d_i у відповідності до результатів ранжування.

Крок 5. Визначити множину F_{IKm} , яка формується після фіксації першої конкурентної точки з множини F_{IKn} і в якій знаходяться ті конкурентні точки, у яких сума значень d_i і $f_{II}d_j$ менше або дорівнює $dbest$. Потім провести ранжування даної множини за критерієм найменшого $f_{II}d_j$.

Крок 6. Фіксувати другу конкурентну точку з множини F_{IKm} зі значенням $f_{II}d_j$ у відповідності до результатів ранжування.

Крок 7. Визначити множину F_{IIIKk} , яка формується після фіксації другої конкурентної точки множини F_{IKm} і в якій знаходяться ті конкурентні точки, у яких сума значень d_i , $f_{II}d_j$ і $f_{III}d_k$ менша або дорівнює $dbest$. Після цього провести ранжування даної множини за критерієм

найменшого f_{IIIa} .

Крок 8. Фіксувати третю конкурентну точку з множини F_{IIIk} , значення якої дорівнює f_{IIIa} у відповідності до результатів ранжування.

Крок 9. Провести прогін при фіксації трьох точок зі значеннями d_i , f_{IIj} , f_{IIIa} . При прогоні відбувається вибір таких конкурентних точок, у яких виконуються наступні умови:

- сума d_i , f_{IIj} , f_{IIIa} точок менше або дорівнює $dbest$,
- загальний час, що залишився, T_{sur} – позитивний.

Крок 10. При невиконанні цих умов, проводиться фіксація наступної третьої конкурентної точки з множини F_{IIIk} , значення якої дорівнює f_{IIIa} у відповідності до результатів ранжування.

Якщо всі точки для фіксації третьої конкурентної точки з множини F_{IIIk} були перевірені, то відбувається перехід до множини F_{IIk} для фіксації другої наступної конкурентної точки з множини F_{IIk} . Після цього відбувається визначення нової множини F_{IIIk} для фіксації третьої конкурентної точки, отриманої після фіксації наступної другої конкурентної точки з множини F_{IIk} . Потім відбувається послідовна фіксація точок з множини точок F_{IIIk} , з наступними прогонами усіх точок, поки множина точок F_{IIIk} не вичерпається. Якщо дана послідовна фіксація усіх точок з множини F_{IIIk} не дала позитивного результату, то береться чергова точка з множини F_{IIk} , визначається чергова множина F_{IIIk} , і так доти, поки точки з множини F_{IIk} не будуть вичерпані. Якщо точки з множини F_{IIk} звичерпані, фіксується наступна перша конкурентна точка з множини F_{Ikn} , для якої, за аналогією, будуть визначені множини F_{IIk} . При цьому для кожної точки множини F_{IIk} буде визначена, у свою чергу, множина F_{IIIk} . Такі аналогічні дії продовжуються до тих пір, поки усі конкурентні точки з множини F_{Ikn} не вичерпаються.

Крок 11. Провести аналіз ОПР отриманого результату з метою прийняття або неприйняття знайденого «керуючий вплив».

Критеріями для такого аналізу є:

- значення d , $f\Pi d_j$, $f\Pi d_a$ у трьох конкурентних точках;
- сумарний час, що залишився, за всіма замовленнями $Tleft$;
- сумарний час, що залишився, за кожним замовленням.

Крок 12. Якщо рішення ОПР не прийнято, то здійснюється перехід до Кроку 1, де проводиться черговий вибір наступного кращого «керуючий вплив», отриманого після третього прогону за загальним часом, що залишився. Потім проводяться аналогічні дії по Кроках 1-10.

Крок 13. Якщо рішення ОПР прийнято, то дане «керуючий вплив» реалізується і фіксується у вигляді вихідних даних, які заносяться до бази даних. До вихідних даних прийнятого «керуючий вплив» відносяться:

- сумарний час, що залишився, за всіма замовленнями;
- сумарний час, що залишився, за кожним замовленням;
- встановлені пріоритету в кожній конкурентній точці;
- час виконання кожної операції;
- час очікування тощо.

Крок 14. Кінець.

Схема алгоритму коригування варіанту Рішення ОПР на четвертому прогоні і його реалізації при фіксації трьох і більше конкурентних точок представлена в Додатке Ф.

Запис такого алгоритму з використанням регулярних виразів алгебри подій має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 MA_2 = A_0 \{ \{ (A_1 A_2 A_3 A_4 (A_5 A_6 [x_1=0]) [x_1=1] A_7 A_8 (A_9 A_{10} [x_2=0]) [x_2=1] \\
 A_{11} A_{12} A_{13} A_{14} A_{15} A_{16} [x_3=0]) [x_3=1] x_4 [x_4=0] x_5 \vee ([x_4=1] A_{17} \\
 x_6=0) \} [x_6=1] A_{18} A_{19} A_{20}, \quad (6.8)
 \end{aligned}$$

де A_0 – початок алгоритму;

- A1 – оператор пошуку кращого загального часу, що залишився, очікування T_i^{best} за кожним замовлення після третього прогону;
- A2 – оператор визначення $dbest$ у відповідності зі знайденим кращим загальним часом, що залишився, очікування T_i^{best} ;
- A3 – оператор формування початкового i -го номеру порядку в множині FK_n ;
- A4 – оператор визначення й ранжування множини порядків FK_n , в якій знаходяться ті конкурентні точки, у яких значення d_i менше або дорівнює $dbest$;
- A5 – оператор переходу до чергової конкурентної точки множини порядків FK_n ;
- A6 – оператор фіксації першої конкурентної точки з множини порядків FK_n зі значенням d_i ;
- X1 – оператор визначення останньої конкурентної точки з множини порядків FK_n при фіксації першої конкурентної точки;
- A7 – оператор формування початкового j -го номеру порядку в множині порядків FK_m ;
- A8 – оператор визначення i ранжування множини порядків FK_m , в якій знаходяться ті конкурентні точки, у яких сума значень d_i при фіксації першої конкурентної точки і значення фіксації другої конкурентної точки f_{IIdj} менше або дорівнює $dbest$;
- A9 – оператор переходу до чергової конкурентної точки з множини порядків FK_m ;
- A10 – оператор фіксації другої конкурентної точки з множини порядків FK_m зі значенням f_{IIdj} ;
- X2 – оператор визначення останньої конкурентної точки з множини порядків FK_m при фіксації другої конкурентної точки;
- A11 – оператор формування початкового a -го номеру порядку у множині

порядків F_{IIIKk} ;

- A12 – оператор визначення й ранжування множини порядків F_{IIIKk} у якому знаходяться ті конкурентні точки, у яких сума значень d_i при фіксації першої конкурентної точки і значення фіксації другої конкурентної точки f_{IIIdj} а також значення фіксації третьої конкурентної точки f_{IIIIda} менше або дорівнює $dbest$;
- A13 – оператор переходу до чергової конкурентної точки з множини порядків F_{IIIKk} ;
- A14 – оператор фіксації третьої конкурентної точки з множини порядків F_{IIIKk} зі значенням f_{IIIIda} ;
- A15 – оператор прогону при фіксації трьох точок з кожної множини порядків F_{IKn} , F_{IIKm} , F_{IIIKk} зі значеннями d_i , f_{IIIdj} , f_{IIIIda} ;
- A16 – оператор визначення загального значення $dcur$, що дорівнює сумі значень d_i , f_{IIIdj} , f_{IIIIda} , що визначається при фіксації кожної з трьох фіксованих точок;
- X3 – оператор порівняння загального значення $dcur$, що визначається на поточному четвертому прогоні зі значенням загального значення $dbest$, отриманого після третього прогону;
- X4 – оператор перевірки знайденого рішення, що задовольняє умові, при якій час, що залишився, за кожним замовленням після проходження всіх конкурентних точок повинен бути позитивним;
- X5 – оператор визначення останньої конкурентної точки з множини порядків F_{IIIKk} при фіксації третьої конкурентної точки;
- A17 – оператор опису даних знайденого рішення;
- X6 – оператор перевірки на підтвердження ОПР знайденого рішення, виходячи з даних, що описують знайдене рішення;
- A18 – оператор опису даних прийнятого рішення;
- A19 – оператор опису даних щодо виведення прийнятого рішення. Виведення рішення у вигляді встановлених пріоритетів замовлень,

конкуруючих за ресурси по кожній конкурентній точці, а також занесення всіх даних та їх параметрів у базу даних;

A20 – кінець алгоритму.

Розглянемо реалізацію цього алгоритму на четвертому прогоні.

Коригування послідовності порядків здійснюється ОПР за критерієм більшого значення загального часу, що залишився, ніж знайдене після прогону на третьому етапі. Як було показано в табл. 6.23, найкращим результатом після прогону на третьому етапі є значення ds , рівне 20, що показує загальний час, що залишився, після виконання всіх трьох замовлень. Порядки, які були обрані при прогонах, мали певні значення d_i як різниці між кращим і поточним порядком, які, в свою чергу, визначили загальне сумарне значення ds .

Таким чином, кожному значенню часу, що залишився, виконання замовлень t_i^{left} відповідає загальне сумарне значення ds в табл. 6.23. Для часу, що залишився, t_i^{left} , рівного 18, загальне сумарне значення ds за Вар.1 дорівнює 8 у трьох комбінаціях (2+6, 6+2 и 4+4), а для часу, що залишився, t_i^{left} рівного 14, має значення ds , рівне 12 у двох комбінаціях (8+4 и 2+10). Виходячи з представлених даних, видно, що збільшення загального сумарного значення ds на 4 (з 8 на 12) призводить до такого ж зменшення загального часу, що залишився, t_i^{left} з 18 на 14. Аналогічне зіставлення значень ds і часу t_{ost} можна отримати з даних, представлених в табл. 6.23.

Якщо зміни відбуваються в одній точці, то величини d_1 і d_2 не додаються, а обирається більше значення з двох величин. Наприклад, при часі, що залишився, 15 в точці 4_1 при першому прогоні d_1 дорівнює 10, а при другому d_2 дорівнює 11 і заміна відбувається в одній точці, то варіант зі значенням 11 замінюється на варіант зі значенням 10.

Виходячи з отриманих співставлень між часом, що залишився, виконання t_i^{left} і загальним сумарним значенням ds , необхідно здійснити

пошук таких варіантів порядків на кожному етапі прогонів, при яких сумарне значення ds буде менше кращого результату після прогону на третьому етапі. Такими кращими результатами є порядки, у яких t_i^{left} рівне 20, а ds рівне 6 в двох комбінаціях менше за варіантом 3. Тому для такої перевірки необхідно здійснити пошук таких послідовностей порядків запуску, у яких ds буде менше 6.

Проведення такого пошуку здійснимо з фіксацією вже трьох конкурентних точок, для чого необхідно очистити раніше встановлені порядки в конкурентних точках натиснувши кнопку «Очищення». Результати такої операції представлені на рисунку 6.13. За значеннями d , представленими в цій таблиці, необхідно послідовно розглянути вибір порядків у відповідних конкурентних точках, при цьому загальна сума ds повинна мати значення менше 6.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1	0	0	–		
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1	0	0	–		
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2	10	123	–		
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2	7	132	–		312
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3	6	213	–		
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3	2	312	–		
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4	10	213	–		
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4	4	312	–		
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5	10	213	–		
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5	6	312	–		
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6	11	123	–		
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6	4	132	–		
							0		

Рисунок 6.13 Дані для фіксації першої конкурентної точки Кон т.2.2

Такими конкурентними точками є точки Кон т 2.2, Кон т 3.2, Кон т 4.2 та Кон т 6.2. Конкурентні точки Кон т 3.1 і Кон т 5.2, у яких d дорівнює 6, в пошуку послідовності не використовуються, оскільки при призначенні другої і третьої фіксуючої точки значення d може збільшитися мінімум на 1 при фіксації наступної точки і стане рівним 8, що не задовольняє умовам пошуку. У точках Кон т 4.2 і Кон т 6.2 значення d дорівнює 4 і при збільшенні d мінімум на 1, при фіксації наступної точки, воно може бути рівним 6. Якщо всі умови виконуються, то даний варіант порівнюється з найкращим результатом етапу 3 з ds , рівним 6 і $tost$ рівним 20. Це може використовуватися ОПР при виборі необхідного варіанту (траси).

З усіх конкурентних точок, які можуть брати участь в пошуку, перевіряються тільки ті, у яких d мають мінімальні значення. Такими точками є точки Кон т 2.2 и Кон т 3.2, що мають значення d , рівне 2. Спочатку розглянемо варіанти з фіксацією першої точки Кон т 2.2 і установки порядку 312, для чого необхідно натиснути на кнопку «Кон т 2.2». За даними, наведеними на рисунку 6.13, в результаті автоматичного перерахунку після фіксації першої точки видно, що найкращим варіантом для фіксації другої точки є «точка 3.2», у якій значення d дорівнює 2. При цьому загальне значення ds як сума поточної та попередньої точки при виборі даної точки дорівнюватиме 4, що відповідає умовам пошуку «менше або дорівнює 6».

Для фіксації другої конкурентної точки і встановлення в ній порядку 312 (рис. 6.14), необхідно натиснути кнопку Кон т 3.2, що має значення d , рівне 2 (рис. 6.13). За даними таблиці на рисунку 6.14, отриманими в результаті автоматичного перерахунку і після фіксації двох конкурентних точок, видно, що варіантами для фіксації третьої точки «точка 4.1», і «точка 6.2», зі значеннями d , рівними 3, встановлюється значення ds , рівне 7 як сума значень 2, 2, 3, що не відповідає умові, а «точка 5.1», у якій значення d

дорівнює 2, відповідає умові ds рівне 6 визначеного на третьому етапі.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд
Таб 1_1		Кон т.1.1	1	точка 1	10	231	–		
	Таб 1_2		2	точка 1	4	213	–		
Таб 2_1		Кон т.2.1	3	точка 2	10	123	–		
	Таб 2_2		4	точка 2	0	321	–		312
Таб 3_1		Кон т.3.1	5	точка 3	8	123	–		
	Таб 3_2		6	точка 3	0	321	–		312
Таб 4_1		Кон т.4.1	7	точка 4	3	231	–		
	Таб 4_2		8	точка 4	10	213	–		
Таб 5_1		Кон т.5.1	9	точка 5	2	231	–		
	Таб 5_2		10	точка 5	10	213	–		
Таб 6_1		Кон т.6.1	11	точка 6	11	123	–		
	Таб 6_2		12	точка 6	3	321	–		
							0		

Рисунок 6.14 – Дані для фіксації другої конкурентної точки

Для надання ОПР додаткової інформації щодо вибору потрібного порядку (траси) і повного перегляду наявних варіантів, а також розгляд послідовності дій з отримання кращого результату при фіксації трьох точок, розглянемо можливість фіксації точок «Кон т.4.1» і «Кон т.6.2» з ds рівним 7, хоча вони і не відповідають умовам пошуку.

Послідовно змінюючи значення в третій точці, замінюючи її відповідними послідовностями шляхом натиснення відповідної кнопки, отримуємо результат по черговій фіксованій точці на рисунку. 6.14. При наступній заміні значень у третій фіксованій точці необхідно видалити вручну попередній встановлений порядок.

Наприклад, після перевірки значень у третій фіксованій точці «Кон

т.4.1» перед установкою «Кон т.6.2», порядок «Кон т.4.1» необхідно в програмі видалити з поля бузкового кольору конкурентну точку «Кон т.4.1» або натиснути кнопку «Очистити» і послідовно знову зафіксувати спочатку першу, а потім другу і третю конкурентні точки, натиснувши відповідні кнопки на рисунку 6.14).

Після перевірки результатів, отриманих при послідовній фіксації трьох конкурентних точок («Кон т.4.1», «Кон т.5.1» і «Кон т.6.2»), було визначено, що тільки «Кон т. 4.1» має краще значення загального часу, що залишився, виконання рівне 19, що видно з результуючої таблиці рисунок 6.15.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время	Удов	Выбор поряд
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1.	10	231	–		
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1.	4	213	–		
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2.	10	123	–		
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2.	0	321	–		312
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3.	8	123	–		
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3.	0	321	–		312
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4.	0	0	19		231
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4.	0	0	–		
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5.	2	231	–		
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5.	10	213	–		
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6.	11	123	–		
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6.	3	321	–		
							19		

Рисунок 6.15 – Дані для фіксації третьої конкурентної точки

Таким чином, після виконання третього прогону була отримана послідовність порядків, що відповідає умові виконання трьох замовлень (відсутність негативних значень) з результатом часу, що залишився, рівним

19, яка представлена на рисунку 6.15.

Даний варіант є другим кращим, в порівнянні з результатом зі значенням 20, отриманим після третього прогону, і може бути використаний ОПР як альтернативний варіант, який відповідає умові виконання трьох замовлень.

При цьому після чотирьох прогонів з фіксацією однієї, двох, трьох конкурентних точок вибирається та послідовність, у якій час, що залишився, більше.

Таким чином, в ході виконання четвертого прогону було отримано «керуючий вплив» у вигляді кращої послідовності порядків, що задовольняє умовам виконання всіх замовлень (Z), представленої в табл. 6.22.

Таблиця 6.22 – Послідовність запуску бізнес-процесів

Замовлення	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ
Порядок	123	312	312	231	321	312	213
Замовлення 1	1	2	2	3	3	2	2
Замовлення 2	2	3	3	1	2	3	1
Замовлення 3	3	1	1	2	1	1	3

Порядок проходження замовленнями відповідних конкурентних точок визначає послідовність їх виконання. Наприклад, в другій конкурентній точці визначений порядок 312. Це означає, що першим буде виконуватися третє замовлення, другим – перше, а третім – друге. Дані про проходження замовлень після четвертого прогону представлені на рисунку 6.16.

За даними таблиці видно, що всі замовлення виконані у встановлені терміни з резервом часу: для першого процесу 2, для другого 1, для третього 16. Це свідчить про те, що поставлена проблема була вирішена.

Traces	kod BP	kod procespriority	Name BP	Name processes	Name resource	printing format	time	General	time wait	time end	Order	остат вр
4	1	1	1 книга1 мягкая	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	4	120	0	4	64	
4	1	2	2 книга1 мягкая	Проекция фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	10	120	5	15	68	
4	1	3	2 книга1 мягкая	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	10	120	6	16	71	
4	1	5	3 книга1 мягкая	Проекция печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	14	120	17	31	75	
4	1	6	3 книга1 мягкая	Печать блока + фальцдрема	Оборуд 6	10000 297x210	12	120	10	22	78	
4	1	7	2 книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	9	120	5	14	80	
4	1	8	2 книга1 мягкая	Разрезка форазацев	Оборуд 8	10000 297x210	12	120	4	16	83	
4	Итого: книга1	мягкая	книга1 мягкая								118	2
4	2	1	2 книга2 жесткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	8	110	4	12	65	
4	2	2	3 книга2 жесткая	Проекция фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	8	110	15	23	69	
4	2	3	3 книга2 жесткая	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	8	110	16	24	72	
4	2	5	1 книга2 жесткая	Проекция печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	10	110	0	10	73	
4	2	6	2 книга2 жесткая	Печать блока + фальцдрема	Оборуд 6	10000 297x210	6	110	4	10	77	
4	2	7	3 книга2 жесткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	12	110	14	26	81	
4	2	8	1 книга2 жесткая	Разрезка форазацев	Оборуд 8	10000 297x210	4	110	0	4	82	
4	Итого: книга2	жесткая	книга2 жесткая								109	1
4	5	1	3 книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	10000 297x210	10	100	12	22	66	
4	5	2	1 книга3	Проекция фотоформы	Оборуд 2	10000 297x210	5	100	0	5	67	
4	5	3	1 книга3	Копирование с фотоформы на пластину	Оборуд 3	10000 297x210	6	100	0	6	70	
4	5	5	2 книга3	Проекция печатной формы	Оборуд 5	10000 297x210	7	100	10	17	74	
4	5	6	1 книга3	Печать блока + фальцдрема	Оборуд 6	10000 297x210	4	100	0	4	76	
4	5	7	1 книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	10000 297x210	5	100	0	5	79	
4	5	8	3 книга3	Разрезка форазацев	Оборуд 8	10000 297x210	9	100	16	25	84	
4	Итого: книга3		книга3								84	16

Рисунок 6.16 – Дані про проходження замовлень після четвертого прогону

Знайдені оптимальні послідовності порядків проходження замовленнями всіх конкурентних точок у вигляді результуючих трас представлені на рис. 6.17.

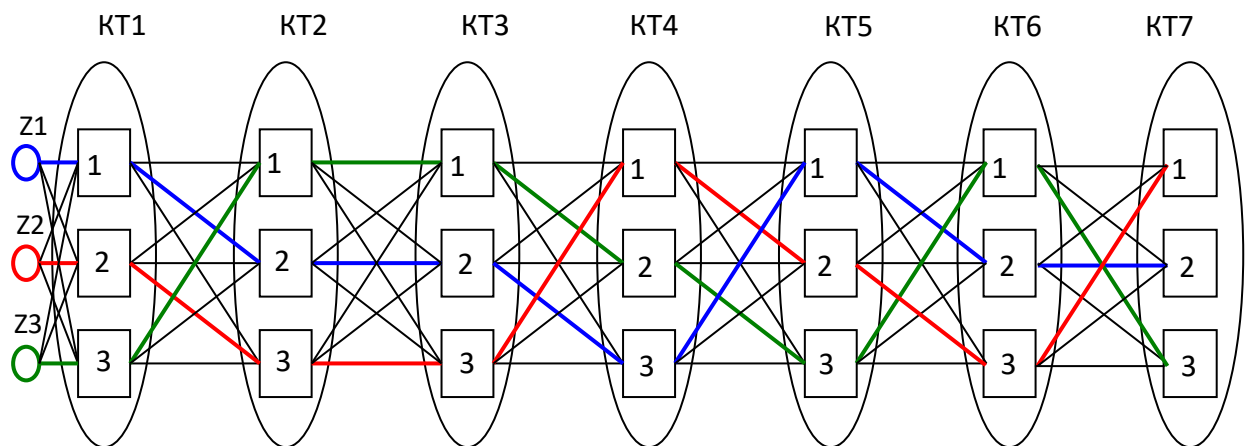


Рисунок 6.17 – Результуючі траси послідовностей порядків проходження замовленнями всіх конкурентних точок.

Подальше фіксування четвертої точки неможливо в зв'язку з невиконанням заданої умови (менше або рівне 6), оскільки мінімальне значення ds вже після фіксації трьох точок дорівнює 6, а при фіксації четвертої точки значенні ds буде тільки збільшуватися.

Результуючі дані за чотирма варіантами Рішень про час, що залишився, виконання замовлень після чотирьох прогонів представлені в табл. 6.32.

Аналіз даних табл. 6.23 дозволяє зробити висновок про динаміку поліпшення варіантів одержуваних рішень. На третьому і четвертому прогонах відсутні негативні значення. Це означає, що всі замовлення будуть виконані в установлені терміни.

Таблиця 6.23 – Результуючі дані про проходження замовлень після чотирьох прогонів

Kod BP	Kod processes	Name BP	Time general	Time end	Time left
Total: book		book	120	130	-10
Total: brochure		brochure	110	108	2
Total: magazine		magazine	100	74	26
Total: book		book	120	123	-3
Total: brochure		brochure	110	101	9
Total: magazine		magazine	100	98	2
Total: book		book	120	120	0
Total: brochure		brochure	110	106	4
Total: magazine		magazine	100	84	16
Total: book		book	120	118	2
Total: brochure		brochure	110	109	1
Total: magazine		magazine	100	84	16

Таким чином, в ході виконання чотирьох прогонів було знайдено «керуючий вплив» у вигляді кращої послідовності порядків, що задовольняє умовам виконання замовлень і дає найкращий результат, представлений в табл. 6.24.

Таблиця 6.24 – Результуюча послідовність запуску бізнес-процесів на всіх етапах

Етапи	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ	Час, що залишився
Етап 1	123	312	312	231	321	312	213	Z1(-10)
Етап 2	123	321	321	213	321	312	123	Z1(-3)
Етап 3	123	321	132	321	321	312	213	20
Етап 4	123	312	312	231	321	312	213	19

З табл. 6.24, видно, що найкращим результатом є етап 3, після якого всі умови замовлень виконані, а значення загального часу, що залишився, для всіх замовлень дорівнює 20 (для першого замовлення 4 години, для другого 0 годин і для третього 16 годин). На першому і другому етапах умови не були виконані, тому що затримка для першого замовлення Z1 дорівнює -10, на другому етапі -3.

Для детального опису використання програмного засобу «Модуль прецедентного управління» розглянемо приклад отримання 10 варіантів Рішень по трьом замовленням, що проходять через 7 конкурентних точок. Результати обчислень представлені в таблиці 6.25 із зазначенням часу, що залишився, і загального часу виконання t_{il}^{left}, t_{il}^v , що змінюються у відповідності до призначених порядків проходження замовленнями відповідних конкурентних точок k_{il} на кожному черговому ресурсі r_{il} . Виходячи з фактичного часу виконання замовлення T_i^{fact} , відбувається його порівняння з часом виконання і-го замовлення за договором T_i^{set} .

Таблиця 6.25 – Результати послідовного поліпшення необхідного Рішення

№	K_{i1}	r_{i1}	T_{i1}^{set}	t_{i1}^h	t_{i1}^{wt}	t_{i1}^{left}	t_{i1}^v	K_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	t_{i2}^{wt}	t_{i2}^{left}	t_{i2}^v	K_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	t_{i3}^{wt}	t_{i3}^{left}	t_{i3}^v	K_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	t_{i4}^{wt}	t_{i4}^{left}	t_{i4}^v	K_{i5}	r_{i5}	t_{i5}^h	t_{i5}^{wt}	t_{i5}^{left}	t_{i5}^v	K_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	t_{i6}^{wt}	t_{i6}^{left}	t_{i6}^v	K_{i7}	r_{i7}	t_{i7}^h	t_{i7}^{wt}	T_i^{left}	T_i^{final}
1	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	3	3	10	24	69	51	3	4	14	31	38	82	3	5	12	22	16	104	2	6	9	14	2	118	1	7	12	12	-10	130
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	2	3	8	14	71	39	2	4	10	17	54	56	2	5	6	10	44	66	3	6	12	26	18	92	2	7	4	16	2	108
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	1	4	7	7	60	40	1	5	4	4	56	44	1	6	5	5	51	49	3	7	9	25	26	74
2	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	3	3	10	24	69	51	3	4	14	31	38	82	3	5	12	22	16	104	2	6	9	14	2	118	2	7	12	16	-14	134
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	2	3	8	14	71	39	2	4	10	17	54	56	2	5	6	10	44	66	3	6	12	26	18	92	1	7	4	4	14	96
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	1	4	7	7	60	40	1	5	4	4	56	44	1	6	5	5	51	49	3	7	9	25	26	74
3	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	3	3	10	24	69	51	2	4	14	24	45	75	3	5	12	22	23	97	2	6	9	14	9	111	1	7	12	12	-3	123
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	2	3	8	14	71	39	1	4	10	10	61	49	2	5	6	10	51	59	3	6	12	26	25	85	2	7	4	16	9	101
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	3	4	7	31	36	64	1	5	4	4	32	68	1	6	5	5	27	73	3	7	9	25	2	98
4	1	1	120	4	4	116	4	2	2	10	18	98	22	3	3	10	24	74	46	2	4	14	21	53	67	3	5	12	22	31	89	2	6	9	14	17	103	2	7	12	16	1	119
	2	1	110	8	12	98	8	1	2	8	8	90	16	2	3	8	14	76	34	3	4	10	31	45	65	2	5	6	10	35	75	3	6	12	26	9	101	1	7	4	4	5	105
	3	1	100	10	22	78	10	3	2	5	23	55	33	1	3	6	6	49	51	1	4	7	7	42	58	1	5	4	4	38	62	1	6	5	5	33	67	3	7	9	25	8	92
5	1	1	120	4	4	116	4	2	2	10	15	101	19	2	3	10	18	83	37	3	4	14	31	52	68	3	5	12	22	30	90	2	6	9	14	16	104	2	7	12	16	0	120
	2	1	110	8	12	98	8	3	2	8	23	75	31	1	3	8	8	67	43	2	4	10	17	50	60	2	5	6	10	40	70	3	6	12	26	14	96	1	7	4	4	10	100
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	3	3	6	24	49	51	1	4	7	7	42	58	1	5	4	4	38	62	1	6	5	5	33	67	3	7	9	25	8	92
6	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	1	3	10	10	83	37	3	4	14	31	52	68	3	5	12	22	30	90	2	6	9	14	16	104	2	7	12	16	0	120
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	3	3	8	24	61	49	2	4	10	17	44	66	2	5	6	10	34	76	3	6	12	26	8	102	1	7	4	4	4	106
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	2	3	6	16	57	43	1	4	7	7	50	50	1	5	4	4	46	54	1	6	5	5	41	59	3	7	9	25	16	84
7	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	3	3	10	24	69	51	2	4	14	21	48	72	2	5	12	18	30	90	2	6	9	14	16	104	2	7	12	16	0	120
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	2	3	8	14	71	39	3	4	10	31	40	70	1	5	6	6	34	76	3	6	12	26	8	102	1	7	4	4	4	106
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	1	4	7	7	60	40	3	5	4	22	38	62	1	6	5	5	33	67	3	7	9	25	8	92
8	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	3	3	10	24	69	51	2	4	14	21	48	72	3	5	12	22	26	94	1	6	9	9	17	103	2	7	12	16	1	119
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	2	3	8	14	71	39	3	4	10	31	40	70	2	5	6	10	30	80	2	6	12	21	9	101	1	7	4	4	5	105
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	1	4	7	7	60	40	1	5	4	4	56	44	3	6	5	26	30	70	3	7	9	25	5	95
9	1	1	120	4	4	116	4	3	2	10	23	93	27	2	3	10	18	75	45	2	4	14	21	54	66	3	5	12	22	32	88	2	6	9	14	18	102	2	7	12	16	2	118
	2	1	110	8	12	98	8	2	2	8	13	85	21	1	3	8	8	77	33	3	4	10	31	46	64	2	5	6	10	36	74	3	6	12	26	10	100	1	7	4	4	6	104
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	3	3	6	24	49	51	1	4	7	7	42	58	1	5	4	4	38	62	1	6	5	5	33	67	3	7	9	25	8	92
10	1	1	120	4	4	116	4	2	2	10	15	101	19	2	3	10	16	85	35	3	4	14	31	54	66	3	5	12	22	32	88	2	6	9	14	18	102	2	7	12	16	2	118
	2	1	110	8	12	98	8	3	2	8	23	75	31	3	3	8	24	51	59	1	4	10	10	41	69	2	5	6	10	31	79	3	6	12	26	5	105	1	7	4	4	1	109
	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	2	4	7	17	50	50	1	5	4	4	46	54	1	6	5	5	41	59	3	7	9	25	16	84

В результаті ОПР отримує дані по всіх варіантах Рішень, що в тій чи іншій мірі задовольняють умовам договору, а саме, виконання замовлень у встановлені замовником терміни, при цьому з зекономленим найбільшим часом, що залишився, T_i^{left} . Ці дані про знайдене рішення вказані в стовпцях k_{il} у вигляді послідовності порядків проходження 1-го бізнес-процесу (однієї конкурентної точки) і-го замовлення. Приклад моделі поточного прецеденту з 10 варіантами вирішення представлені в Додатку С.

У пункті 6.1.3 описані два приклади отримання необхідного «керуючий вплив» з управління наскрізними бізнес-процесами. Результати по першому прикладу з трьома замовленнями, що не змінюються, у всіх конкурентних точках представлені в таблиці 6.34.

Однак на практиці найчастіше спостерігається більш складна ситуація, коли в конкуренції за ресурси в тій чи іншій конкурентній точці, склад наскрізних бізнес-процесів змінюється. Тому розглянемо другий приклад отримання кращого «керуючий вплив» з десятьма змінними наскрізними бізнес-процесами, включаючи новий ключовий наскрізний бізнес-процес, сумарний час, що залишився, конкуруючий за спільні з ними ресурси в семи конкурентних точках.

Отримання п'яти варіантів Рішень щодо визначення оптимальних порядків проходження новим і іншими замовленнями відповідних конкурентних точок, як і в першому прикладі, проводить ОПР з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління» трьома прогонами.

Варіант 1. При першому прогоні (табл. 6.26), при кращому порядку 123 за найменшим значенням $d7$, сумарний час, що залишився, виконання замовлень після проходження останньої конкурентної точки нового замовлення дорівнює - 9, для двох інших замовлень 1 і 5.

Таблиця 6.26 – Результуюча таблиця для першого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	-9	-9	13	13	22	22
другий	1	10	17	-14	-18	4
третій	5	-8	-23	5	-8	-23
всього	-3	-7	7	4	-4	3
d7	-9	-17	-23	-14	-26	-23

Серед цих трьох значень є негативне число, отже, це означає відсутність потрібного «керуючий вплив», тому необхідно перейти до інших прогонів.

Вид представлення результатів «керуючий вплив» першого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку К.

Варіант 2. Після другого прогону (табл. 6.27) отриманий результат 1,1,5 (7), при порядку 123, встановлений після сьомої, останньої конкурентної точки, задовольняє умові виконання замовлень.

Таблиця 6.27 – Результуюча таблиця для другого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	1	1	13	13	22	22
другий	1	10	17	-4	-8	4
третій	5	-8	-13	5	-8	-13
всього	7	3	17	14	6	13
d7	0	-8	-13	-4	-16	-13

Для того щоб умова було виконано, в п'ятій конкурентній точці програмним засобом порядок 213 був змінений на 123 (порядок 213 визначений по нульовому значенню d5 (табл. 6.28)).

Таблиця 6.28 – Таблиця для другого варіанту в п'ятій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	22	22	44	44	47	47
другий	32	35	37	12	6	28
третій	25	16	-4	25	16	-4
всього	79	73	77	81	69	71
d5	2	8	4	0	12	10

Порядок 213, як і будь-який інший, означає, що першим запускається друге замовлення, другим запускається перше замовлення і третім запускається третє замовлення. У зв'язку з цим сумарний час, що залишився, виконання замовлень, що конкурують за ресурси у п'ятій конкурентній точці, зменшився з 81 (порядок 213) до 79 (порядок 123). Вид представлення результатів «керуючий вплив» другого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку Л. Для отримання кращого результату ОПР може продовжити пошук при інших прогонах.

Варіант 3. Після повторного другого прогону отриманий результат 3,1,5 (9), при порядку 123, встановлений в сьомій, останній конкурентній точці, який також задовольняє даній умові, але вже з кращим результатом (табл. 6.29).

Таблиця 6.29 – Результуюча таблиця третього варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	3	3	13	13	22	22
другий	1	10	17	-2	-6	4
третій	5	-8	-11	5	-8	-11
всього	9	5	19	16	8	15
d7	0	-8	-11	-2	-14	-11

При цьому в четвертій конкурентній точці порядок був змінений з 321 на 312. Порядок 321 визначений за нульовим значенням d4 (табл. 6.30). Відповідно, зменшився сумарний час, що залишився, виконання замовлень з 150 (порядок 312) до 148 (порядок 312).

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» третього варіанту по новому замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку М.

Таблиця 6.30 – Таблиця третього варіанту в четвертій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	53	53	61	61	62	62
другий	47	48	50	41	46	54
третій	36	40	34	36	40	34
всього	136	141	145	138	148	150
d4	14	9	5	12	2	0

Варіант 4. Після третього прогону було отримано вже значно кращий результат 13,6,5 (24) при порядку 213, встановлений в сьомій останній конкурентній точці, що задовольняє вимогам виконання замовлень (табл. 6.31).

Таблиця 6.31 – Результуюча таблиця для четвертого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	11	11	13	13	22	22
другий	1	10	17	6	2	4
третій	5	-8	-3	5	-8	-3
всього	17	13	27	24	16	23
d7	0	-8	-3	0	-8	-3

При цьому прогоні порядок був змінений з 231 на 213 у другій конкурентній точці, після чого сумарний час, що залишився, виконання замовлень зменшився з 249 до 247 (табл. 6.32).

Таблиця 6.32 – Таблиця для четвертого варіанту у другій точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	106	106	90	90	73	73
другий	80	63	67	100	98	82
третій	57	72	92	57	72	92
всього	243	241	249	247	243	247
d2	6	8	0	2	6	2

Також в четвертій конкурентній точці був змінений порядок 321 на 312, в результаті чого, сумарний час, що залишився, виконання конкуруючих замовлень зменшився з 158 до 156 в четвертій точці (табл. 6.33).

Таблиця 6.33 – Таблиця для четвертого варіанту в четвертій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	61	61	61	61	62	62
другий	47	48	50	49	54	54
третій	36	40	42	36	40	42
всього	144	149	153	146	156	158
d4	14	9	5	12	2	0

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» четвертого варіанту по новому замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку Н.

Аналізуючи отримане «керуючий вплив», ОПР може прийняти його як остаточний варіант або провести наступний прогін.

Варіант 5. Після третього прогону отримано кращий результат 8,13,5 (26), при порядку 213, встановлений в сьомій, останній конкурентній точці, що задовольняє вимогам виконання замовлень (табл. 6.34).

Таблиця 6.34 – Результуюча таблиця для п'ятого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	13	13	13	13	22	22
другий	1	10	17	8	4	4
третій	5	-8	-1	5	-8	-1
всього	19	15	29	26	18	25
d7	0	-8	-1	0	-8	-1

При цьому прогоні було проведено зміну порядку з 321 на 312, в четвертій конкурентній точці (табл. 6.35), внаслідок чого сумарний час, що залишився, виконання замовлень зменшився з 150 до 148.

Таблиця 6.35 – Таблиця для п'ятого варіанту в четвертій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	53	53	61	61	62	62
другий	47	48	50	41	46	54
третій	36	40	34	36	40	34
всього	136	141	145	138	148	150
d4	14	9	5	12	2	0

Також було проведено зміну порядку 213 на 123 в п'ятій конкурентній точці, за рахунок цього сумарний час, що залишився, виконання замовлень в п'ятій конкурентній точці зменшився з 93 до 91 (табл. 6.36).

Таблиця 6.36 - Таблиця п'ятого варіанту в 5-й конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	34	34	44	44	47	47
другий	32	35	37	24	18	28
третій	25	16	8	25	16	8
всього	91	85	89	93	81	83
d5	2	8	4	0	12	10

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» п'ятого варіанту по новому замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку О.

Підсумкові результати варіантів проходження всіх 10 замовлень по відповідних конкурентних точках представлені в табл. 6.37.

При знаходженні необхідного «керуючий вплив» для ключового замовлення були проведені переміщення другого замовлення в деяких конкурентних точках, що призвело до погіршення його параметрів. Внаслідок цього розглянемо процедуру знаходження позитивного «керуючий вплив» для цього замовлення.

Таблиця 6.37 – Результати варіантів проходження всіх 10 замовлень по відповідних конкурентних точках

№	z_{i1}	κ_{i1}	r_{i1}	t_{i1}^h	t_{i1}^{wt}	t_{i1}^{left}	t_{i1}^v	z_{i2}	κ_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	t_{i2}^{wt}	t_{i2}^{left}	t_{i2}^v	z_{i3}	κ_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	t_{i3}^{wt}	t_{i3}^{left}	t_{i3}^v	z_{i4}	κ_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	t_{i4}^{wt}	t_{i4}^{left}	t_{i4}^v
1	1	1	1	4	4	120	116	1	3	2	10	24	116	92	1	3	3	10	24	92	67	1	3	4	14	33	67	34
	2	2	1	8	12	110	98	4	1	2	6	6	96	90	6	1	3	7	8	88	81	8	2	4	12	19	73	54
	3	3	1	10	22	100	78	5	2	2	8	14	81	67	7	2	3	8	6	75	60	9	1	4	7	7	69	62
2	1	1	1	4	4	120	116	1	3	2	10	24	116	92	1	3	3	10	24	92	67	1	3	4	14	33	67	34
	2	2	1	8	12	110	98	4	1	2	6	6	96	90	6	1	3	7	8	88	81	8	2	4	12	19	73	54
	3	3	1	10	22	100	78	5	2	2	8	14	81	67	7	2	3	8	6	75	60	9	1	4	7	7	69	62
3	1	1	1	4	4	120	116	1	3	2	10	24	116	92	1	3	3	10	24	92	67	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	12	110	98	4	1	2	6	6	96	90	6	1	3	7	8	88	81	8	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	10	22	100	78	5	2	2	8	14	81	67	7	2	3	8	6	75	60	9	1	4	7	7	69	62
4	1	1	1	4	4	120	116	1	2	2	10	16	116	100	1	3	3	10	16	100	75	1	2	4	14	21	75	54
	2	2	1	8	12	110	98	2	1	2	6	6	96	90	6	1	3	7	8	88	81	8	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	10	22	100	78	3	3	2	8	24	81	57	7	2	3	8	6	75	60	9	1	4	7	7	69	62
5	1	1	1	4	4	120	116	1	3	2	10	24	116	92	1	3	3	10	24	92	67	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	12	110	98	4	1	2	6	6	96	90	6	1	3	7	8	88	81	8	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	10	22	100	78	5	2	2	8	14	81	67	7	2	3	8	6	75	60	9	1	4	7	7	69	62

Продовження таблиці 6.37

№	z_{i5}	κ_{i5}	r_{i5}	t_{i5}^h	t_{i5}^{wt}	t_{i5}^{left}	t_{i5}^v	z_{i6}	κ_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	t_{i6}^{wt}	t_{i6}^{left}	t_{i6}^v	z_{i7}	κ_{i7}	r_{i7}	t_{i7}^h	t_{i7}^{wt}	T_i^{left}	T_i^{fact}
1	1	2	5	12	22	34	12	2	1	6	9	9	12	3	1	1	7	12	12	3	-9
	10	1	5	10	10	54	44	1	2	6	12	21	44	23	14	2	7	5	17	18	1
	11	3	5	16	38	63	25	3	3	6	15	36	66	30	15	3	7	9	26	31	5
2	1	1	5	12	12	34	22	1	1	6	9	9	22	13	1	1	7	12	12	13	1
	10	2	5	10	22	54	32	12	2	6	12	21	44	23	14	2	7	5	17	18	1
	11	3	5	16	38	63	25	13	3	6	15	36	66	30	15	3	7	9	26	31	5
3	1	2	5	12	22	46	24	1	1	6	9	9	24	15	1	1	7	12	12	15	3
	10	1	5	10	10	54	44	12	2	6	12	21	44	23	14	2	7	5	17	18	1
	11	3	5	16	38	63	25	13	3	6	15	36	66	30	15	3	7	9	26	31	5
4	1	2	5	12	22	54	32	1	1	6	9	9	32	23	1	2	7	12	17	23	6
	10	1	5	10	10	54	44	12	2	6	12	21	44	23	14	1	7	5	5	18	13
	11	3	5	16	38	63	25	13	3	6	15	36	66	30	15	3	7	9	26	31	5
5	1	1	5	12	12	46	34	1	1	6	9	9	34	25	1	2	7	12	17	25	8
	10	2	5	10	22	54	32	12	2	6	12	21	44	23	14	1	7	5	5	18	13
	11	3	5	16	38	63	25	13	3	6	15	36	66	30	15	3	7	9	26	31	5

Відповідність назви і номера замовлення його позиції у відповідній конкурентній точці представлено в табл. 6.38.

Таблиця 6.38 – Таблиця відповідності назви і номера замовлення його позиції в конкурентній точці

№ конкурентної точки	№ позиції в конкурентній точці	№ замовлення	Назва замовлення
1	1	1	Книга «Дари моря»
	2	2	Брошура «Права людини»
	3	3	Журнал «Молодість і краса»
2	1	1	Книга «Дари моря»
	2	4	Журнал «Дім і сад»
	3	5	Журнал «Село і люди»
3	1	1	Книга «Дари моря»
	2	3	Журнал «Молодість і краса»
	3	6	Книга «Світ навколо нас»
4	1	1	Книга «Дари моря»
	2	4	Журнал «Дім і сад»
	3	7	Книга «Чудеса природи»
5	1	1	Книга «Дари моря»
	2	8	Книга «Космічна техніка»
	3	2	Брошура «Права людини»
6	1	1	Книга «Дари моря»
	2	9	Книга «Неймовірні факти»
	3	3	Журнал «Молодість і краса»
7	1	1	Книга «Дари моря»
	2	6	Книга «Світ навколо нас»
	3	10	Книга "Техніка"

За результатами першого прогону, за «другим» замовленням отримані 4 варіанти (2 негативних і 2 позитивних) «Рішень», за визначенням оптимальних порядків проходження «другим» і іншими замовленнями відповідних конкурентних точок, які надаються для аналізу ОПР (табл. 6.39).

Таблиця 6.39 – Підсумкові результати чотирьох варіантів проходження процесів по «другому» замовленню

№	z_{i1}	κ_{i1}	r_{i1}	t_{i1}^h	t_{i1}^{wt}	t_{i1}^{left}	t_{i1}^v	z_{i2}	κ_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	t_{i2}^{wt}	t_{i2}^{left}	t_{i2}^v	z_{i3}	κ_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	t_{i3}^{wt}	t_{i3}^{left}	t_{i3}^v	z_{i4}	κ_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	t_{i4}^{wt}	t_{i4}^{left}	t_{i4}^v
1	1	1	1	7	7	123	116	1	3	2	12	33	114	81	1	3	3	18	18	96	46	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	15	113	98	2	1	2	10	10	98	88	2	1	3	15	10	88	73	2	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	11	26	109	83	3	2	2	11	21	85	64	3	2	3	17	9	76	44	3	1	4	7	7	69	62
2	1	1	1	7	7	123	116	1	3	2	12	33	114	81	1	3	3	18	18	96	46	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	15	113	98	2	1	2	10	10	98	88	2	1	3	15	10	88	73	2	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	11	26	109	83	3	2	2	11	21	85	64	3	2	3	17	9	76	44	3	1	4	7	7	69	62
3	1	1	1	7	7	123	116	1	3	2	12	33	114	81	1	3	3	18	18	96	46	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	15	113	98	2	1	2	10	10	98	88	2	1	3	15	10	88	73	2	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	11	26	109	83	3	2	2	11	21	85	64	3	2	3	17	9	76	44	3	1	4	7	7	69	62
4	1	1	1	7	7	123	116	1	3	2	12	33	114	81	1	3	3	18	18	96	46	1	2	4	14	21	67	46
	2	2	1	8	15	113	98	2	1	2	10	10	98	88	2	1	3	15	10	88	73	2	3	4	12	33	73	40
	3	3	1	11	26	109	83	3	2	2	11	21	85	64	3	2	3	17	9	76	44	3	1	4	7	7	69	62

Продовження таблиці 6.39

№	z_{i5}	κ_{i5}	r_{i5}	t_{i5}^h	t_{i5}^{wt}	t_{i5}^{left}	t_{i5}^v	z_{i6}	κ_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	t_{i6}^{wt}	t_{i6}^{left}	t_{i6}^v	z_{i7}	κ_{i7}	r_{i7}	t_{i7}^h	t_{i7}^{wt}	T_i^{left}	T_i^{fact}
1	1	2	5	10	14	48	34	1	1	6	10	10	26	16	1	2	7	11	15	17	2
	2	3	5	14	28	40	12	2	3	6	14	35	12	-23	2	1	7	4	4	-23	-27
	3	1	5	4	4	61	57	3	2	6	11	21	60	39	3	3	7	7	22	28	6
2	1	2	5	10	14	48	34	1	2	6	10	24	26	2	1	2	7	11	15	17	2
	2	3	5	14	28	40	12	2	1	6	14	14	12	-2	2	1	7	4	4	-2	-6
	3	1	5	4	4	61	57	3	3	6	11	35	60	25	3	3	7	7	22	28	6
3	1	3	5	10	28	48	20	1	2	6	10	24	26	2	1	2	7	11	15	17	2
	2	2	5	14	18	40	22	2	1	6	14	14	22	8	2	1	7	4	4	8	4
	3	1	5	4	4	61	57	3	3	6	11	35	60	25	3	3	7	7	22	28	6
4	1	3	5	10	28	48	20	1	2	6	10	24	26	2	1	2	7	11	15	17	2
	2	1	5	14	14	40	26	2	1	6	14	14	26	12	2	1	7	4	4	12	8
	3	2	5	4	18	61	43	3	3	6	11	35	60	25	3	3	7	7	22	28	6

Для вибору кращого «керуючий вплив» розглянемо наступні можливі 4 варіанти.

Варіант 1. При першому прогоні отримані значення сумарного часу, що залишився, виконання замовлення після проходження останньої конкурентної точки (табл. 6.40).

Таблиця 6.40 – Результуючі дані за першим варіантом

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	6	6	-27	-27	21	21
другий	-38	10	17	2	-1	-34
третій	6	-45	-5	6	-45	-5
всього	-26	-29	-15	-19	-25	-18
d7	-38	-45	-32	-27	-46	-39

За найменшим значенням d7, рівним -27, виберемо порядок 213, що має кращий серед інших сумарний час, що залишився, -19, відповідно, для замовлення на першій позиції воно дорівнює -27, для другої дорівнює 2 та для третьої дорівнює 6. Серед цих трьох значень є негативне число -27, це означає відсутність потрібного «керуючий вплив», тому необхідно перейти до інших варіантів. Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» першого варіанту по «другому» замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку П.

Варіант 2. Після другого прогону отриманий результат -6, 2, 6 (-6), при порядку 213, визначеному за найменшим значенням d7, рівному -6, встановлений у сьомій, останній конкурентній точці, не задовольняючий умові виконання замовлень (табл. 6.41).

Таблиця 6.41 – Результуюча таблиця для другого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	6	6	-6	-6	21	21
другий	-17	10	17	2	-1	-13
третій	6	-24	-5	6	-24	-5
всього	-5	-8	6	2	-4	3
d7	-17	-24	-11	-6	-25	-18

Для того, щоб вона була виконана, у шостій конкурентній точці програмним засобом був змінений порядок 132, визначений за нульовим значенням db, на порядок 213 (табл. 6.42).

Таблиця 6.42 – Таблиця для другого варіанту в п'ятій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	16	16	-2	-2	49	49
другий	-12	39	35	2	5	-13
третій	25	-23	-9	25	-23	-9
всього	29	32	24	25	31	27
d6	3	0	8	7	1	5

У зв'язку з цим сумарний час, що залишився, виконання замовлень, конкуруючих за ресурси в п'ятій конкурентній точці, зменшився з 81 (порядок 213) до 79 (порядок 123). Однак позитивний результат не отримано. Для його отримання ОПР може продовжити пошук при інших прогонах.

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» другого варіанту по «другому» замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку Р.

Варіант 3. Після третього прогону був отриманий позитивний результат 4,2,6 (12) в порядку 213, визначеному за найменшим значенням d7, рівним 0, встановлений у сьомій, останній конкурентній точці та задовольняючий вимогам виконання замовлень (табл. 6.43).

Таблиця 6.43 – Результуючі дані для третього варіанту

Останній	123	132	231	213	312	321
перший	6	6	4	4	21	21
другий	-7	10	17	2	-1	-3
третій	6	-14	-5	6	-14	-5
всього	5	2	16	12	6	13
d7	-7	-14	-5	0	-15	-8

При цьому прогоні порядок 312 був змінений на порядок 321 в п'ятій конкурентній точці, в результаті чого, сумарний час, що залишився, виконання конкуруючих замовлень зменшився з 103 до 99 в п'ятій точці (табл. 6.44).

Таблиця 6.44 – Дані для третього варіанту в п'ятій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	38	38	26	26	57	57
другий	16	47	43	24	34	22
третій	33	12	20	33	12	20
всього	87	97	89	83	103	99
d5	16	6	14	20	0	4

Також порядок 132 був змінений на порядок 213 в шостій конкурентній точці, після чого сумарний час, що залишився, виконання конкуруючих замовлень зменшився з 42 до 34 (табл. 6.45).

Таблиця 6.45 – Дані для третього варіанту в шостій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	16	16	8	8	49	49
другий	-2	39	35	2	5	-3
третій	25	-13	-9	25	-13	-9
всього	39	42	34	35	41	37
d6	3	0	8	7	1	5

Аналізуючи отримане «керуючий вплив» з порядком 213, ОПР може прийняти його як остаточний варіант або провести наступний прогін.

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» третього варіанту по «другому» замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку С.

Варіант 4. Після третього прогону в сьомій, останній конкурентній точці, отримано кращий результат 8, 2, 6 (16) в порядку 213, визначений за найменшим значенням d7, рівним 0, задовольняючий вимогам виконання замовлень (табл. 6.46).

Таблиця 6.46 – Результуючі дані для четвертого варіанту

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	6	6	8	8	21	21
другий	-3	10	17	2	-1	1
третій	6	-10	-5	6	-10	-5
всього	9	6	20	16	10	17
d7	-3	-10	-5	0	-11	-5

При даному прогоні було проведено зміну порядку з 312 на 231 в п'ятій конкурентній точці (табл. 6.47), внаслідок чого сумарний час, що залишився, виконання замовлень зменшився з 103 до 89, тобто на 14 годин менше, ніж у третьому варіанті.

Таблиця 6.47 – Таблиця для четвертого варіанту в п'ятій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	38	38	26	26	57	57
другий	16	47	43	24	34	22
третій	33	12	20	33	12	20
всього	87	97	89	83	103	99
d5	16	6	14	20	0	4

Також проведені зміни порядку 132 на 213 в шостій конкурентній точці, за рахунок чого сумарний час, що залишився, виконання замовлень в шостій конкурентній точці зменшився з 46 до 39 (табл. 6.48).

Таблиця 6.48 – Таблиця для четвертого варіанту в шостій конкурентній точці

Послідовність	123	132	231	213	312	321
перший	16	16	12	12	49	49
другий	2	39	35	2	5	1
третій	25	-9	-9	25	-9	-9
всього	43	46	38	39	45	41
d6	3	0	8	7	1	5

Вигляд представлення результатів «керуючий вплив» четвертого варіанту по «другому» замовленню, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління», представлено в Додатку Т.

Аналогічно реалізується така сама процедура знаходження позитивного «керуючий вплив» для тих замовлень, порядки яких були змінені у відповідних конкурентних точках.

Аналіз отриманих результатів демонструє, що варіанти 3 і 4 задовольняють умовам отримання необхідного «керуючий вплив». Оскільки в цих варіантах змінений порядок в шостій точці однаковий (213), а інші зміни порядків для цих варіантів відбулись у п'ятій конкурентній точці, то розглянемо значення часу, що залишився, у цій п'ятій точці. У третьому варіанті час, що залишився, зменшився з 103 до 99, тобто на 4, (табл. 6.58). У четвертому варіанті час, що залишився, зменшився з 103 до 89, тобто на 14 (табл. 6.58). При цьому час, що залишився, для другого замовлення змінився з 4 після третього варіанту на 8 після четвертого варіанту (табл. 6.49).

Таблиця 6.49 – Аналіз часу, що залишився, після п'ятої конкурентної точки

Варіант	Час, що залишився, у п'ятій точці до зміни	Час, що залишився, у п'ятій точці після зміни	Різниця після зміни	Час, що залишився, для «другого» замовлення в сьомій точці	Час, що залишився, в сьомій точці
Третій	103	99	- 4	4	4,2,6 (12)
Четвертий	103	89	- 14	8	8,2,6 (16)

Таким чином, у четвертому варіанті, порівняно з третім, загальний час, що залишився, для замовлень у п'ятій конкурентній точці зменшився на 10 (14-4), при цьому час, що залишився, для «другого» замовлення збільшився (8-4). Тому ОПР за результатами представленого аналізу може обрати найкраще «керуючий вплив», яким є третій варіант з результатом 4, 2, 6 (12).

Аналізуючи на кожному прогоні отримані варіанти Рішень, ОПР обирає одне з них, яке повністю задовольняє умовам виконання всіх замовлень у встановлені терміни.

За необхідності, для нового ключового замовлення ОПР може коригувати порядки їх запуску з послідовною перевіркою очікуваного результату за допомогою програмного засобу «Модуль прецедентного управління».

6.3.5 Приклад формування поточного прецеденту при прецедентному управлінні групою наскрізних бізнес-процесів

У підрозділі 5.1 була розроблена інформаційна технологія прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів. Її реалізація здійснюється в рамках етапу II прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами, пов'язаного з формуванням вхідних даних і реалізацією пошуку моделі прецеденту-аналога, і етапу III реалізації управління бізнес-процесами з використанням скоригованої моделі прецеденту-аналога.

Виконання етапу II здійснюється наступним чином. У підрозділі 3.1 була розроблена модель поточного прецеденту (3.1), яка складається з опису ситуації про стан групи розглянутих бізнес-процесів у вигляді номера їх групи; переліку процесів, що входять до групи; часу очікування, нормативного часу, календарного часу виконання кожного процесу; типу загального ресурсу і отриманого в пункті 6.3.5 необхідного «керуючий вплив».

Для опису поточного прецеденту групи наскрізних бізнес-процесів введемо наступні вихідні параметри:

- N_0 – номер варіанта пошуку рішення;
- z_i – номер і-го замовлення;
- r_{il} – ресурс виконання l-го бізнес-процесу відповідного і-го замовлення,
- T_i^{set} – час виконання і-го замовлення за договором,
- t_{il}^h – нормативний час виконання l-го бізнес-процесу.

У моделі прецеденту введений параметр ресурс, наприклад - тип обладнання, що визначає конкуренцію наскрізних бізнес-процесів. Іншими

ресурсами можуть бути тираж, формат, папір, фарба, трудові ресурси і тощо.

Особливістю є те, що один той же бізнес-процес / замовлення може використовувати різні типи обладнання, а на одному обладнанні можуть виконуватися різні типи замовлень (книга брошура журнал).

Модель опису поточного прецеденту за всіма сімома конкурентними точками для трьох замовлень.

Мо=замовлення 1 ($r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; r_{i2}; t_{i2}^h; r_{i3}; t_{i3}^h; r_{i4}; t_{i4}^h; r_{i5}; t_{i5}^h; r_{i6}; t_{i6}^h; r_{i7}; t_{i7}^h$), замовлення 2 ($r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; r_{i2}; t_{i2}^h; r_{i3}; t_{i3}^h; r_{i4}; t_{i4}^h; r_{i5}; t_{i5}^h; r_{i6}; t_{i6}^h; r_{i7}; t_{i7}^h$), замовлення 3 ($r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; r_{i2}; t_{i2}^h; r_{i3}; t_{i3}^h; r_{i4}; t_{i4}^h; r_{i5}; t_{i5}^h; r_{i6}; t_{i6}^h; r_{i7}; t_{i7}^h$).

Дані для опису поточного прецеденту взяті з таблиці 6.34, представлені в таблиці 6.50.

Таблиця 6.50 – Фактичні дані для опису поточного прецеденту по десятому варіанту

№	zi	r_{i1}	T_i^{set}	t_{i1}^h	r_{i2}	t_{i2}^h	r_{i3}	t_{i3}^h	r_{i4}	t_{i4}^h	r_{i5}	t_{i5}^h	r_{i6}	t_{i6}^h	r_{i7}	t_{i7}^h
10	1	1	120	4	2	10	3	10	4	14	5	12	6	9	7	12
	2	1	110	8	2	8	3	8	4	10	5	6	6	12	7	4
	3	1	100	10	2	5	3	6	4	7	5	4	6	5	7	9

Опис моделі поточного прецеденту за даними цієї таблиці

Мо=заказ 1(1, 120, 4; 2, 10; 3, 10; 4, 14; 5, 12; 6, 9; 7, 12), заказ 2 (1,110, 8; 2, 8; 3, 8; 4, 10; 5, 6; 6,12; 1, 7,4), заказ 3 (1, 100, 10; 2, 5; 3, 6; 4, 7; 5, 4; 6, 5; 7, 9).

Для опису одержуваного рішення введемо такі додаткові параметри:

– κ_{il} порядок проходження l-го бізнес-процесу i-го замовлення;

– t_{il}^{wt} – час очікування ресурсів для виконання l-го бізнес-процесу i-го замовлення;

– t_{ii}^{lef} – час, що залишився, виконання l-го бізнес-процесу відповідного

i-го замовлення;

– t_{il}^v – виконаний час після чергового 1-го бізнес-процесу відповідного

i-го замовлення;

– T_i^{left} – час, що залишився, виконання i-го замовлення;

– T_i^{fact} – фактичний час виконання i-го замовлення;

Модель отриманого рішення поточного прецеденту

Mr = замовлення 1 ($\kappa_{i1}; r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; t_{i1}^{wt}; t_{i1}^{left}; t_{i1}^v; \kappa_{i2}; r_{i2}; t_{i2}^h; t_{i2}^{wt}; t_{i2}^{left};$
 $tt_{i2}^v; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; t_{i3}^{wt}; tt_{i3}^{left}; t_{i3}^v; \kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; t_{i4}^{wt}; t_{i4}^{left}; t_{i4}^v; \kappa_{i5}; r_{i5}; t_{i5}^h; t_{i5}^{wt}; tt_{i5}^{left};$
 $t_{i5}^v; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; t_{i6}^{wt}; tt_{i6}^{left}; t_{i6}^v; \kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; t_{i7}^{wt}; T_i^{left}; T_i^{fact}$), замовлення 2 ($\kappa_{i1};$
 $r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; t_{i1}^{wt}; t_{i1}^{left}; t_{i1}^v; \kappa_{i2}; r_{i2}; t_{i2}^h; t_{i2}^{wt}; t_{i2}^{left}; tt_{i2}^v; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; t_{i3}^{wt}; tt_{i3}^{left}; t_{i3}^v;$
 $\kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; t_{i4}^{wt}; t_{i4}^{left}; t_{i4}^v; \kappa_{i5}; r_{i5}; t_{i5}^h; t_{i5}^{wt}; tt_{i5}^{left}; t_{i5}^v; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; t_{i6}^{wt}; tt_{i6}^{left}; t_{i6}^v;$
 $\kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; t_{i7}^{wt}; T_i^{left}; T_i^{fact}$), замовлення 3 ($\kappa_{i1}; r_{i1}; T_i^{set}; t_{i1}^h; t_{i1}^{wt}; t_{i1}^{left}; t_{i1}^v; \kappa_{i2};$
 $r_{i2}; t_{i2}^h; t_{i2}^{wt}; t_{i2}^{left}; tt_{i2}^v; \kappa_{i3}; r_{i3}; t_{i3}^h; t_{i3}^{wt}; tt_{i3}^{left}; t_{i3}^v; \kappa_{i4}; r_{i4}; t_{i4}^h; t_{i4}^{wt}; t_{i4}^{left}; t_{i4}^v; \kappa_{i5};$
 $r_{i5}; t_{i5}^h; t_{i5}^{wt}; tt_{i5}^{left}; t_{i5}^v; \kappa_{i6}; r_{i6}; t_{i6}^h; t_{i6}^{wt}; tt_{i6}^{left}; t_{i6}^v; \kappa_{i7}; r_{i7}; t_{i7}^h; t_{i7}^{wt}; T_i^{left}; T_i^{fact}$)

Дані для цієї моделі представлені в таблиці 6.60.

Таблиця 6.51 – Дані для отриманого рішення по десятому варіанту

№	zi	κ_{i1}	r_{i1}	T_i^{set}	t_{i1}^h	t_{i1}^{wt}	t_{i1}^{left}	t_{i1}^v	κ_{i2}	r_{i2}	t_{i2}^h	t_{i2}^{wt}	t_{i2}^{left}	t_{i2}^v	κ_{i3}	r_{i3}	t_{i3}^h	t_{i3}^{wt}	t_{i3}^{left}	t_{i3}^v	κ_{i4}	r_{i4}	t_{i4}^h	t_{i4}^{wt}	t_{i4}^{left}	t_{i4}^v
10	1	1	1	120	4	4	116	4	2	2	10	15	101	19	2	3	10	16	85	35	3	4	14	31	54	56
	2	2	1	110	8	12	98	8	3	2	8	23	75	31	3	3	8	24	51	59	1	4	10	10	41	59
	3	3	1	100	10	22	78	10	1	2	5	5	73	15	1	3	6	6	67	33	2	4	7	17	50	50

Продовження Таблиця 6.51

κ_{i5}	t_{i5}^h	t_{i5}^{wt}	t_{i5}^{left}	t_{i5}^v	κ_{i6}	r_{i6}	t_{i6}^h	t_{i6}^{wt}	t_{i6}^{left}	t_{i6}^v	κ_{i7}	t_{i7}^h	t_{i7}^{wt}	T_i^{left}	T_i^{fact}		
3	5	12	22	32	88	2	6	9	14	18	102	2	7	12	16	2	118
2	5	6	10	31	79	3	6	12	26	5	105	1	7	4	4	1	109
1	5	4	4	46	54	1	6	5	5	41	59	3	7	9	25	16	84

Використовуючи дані цієї таблиці, модель отриманого рішення Mr зі значенням часу, що залишився, рівним 19, по десятому варіанту,

$Mr = \text{замовлення1}(1, 1, 120, 4, 4, 116, 4; 2, 2, 10, 15, 101, 19; 2, 3, 10, 16, 85, 35; 3, 4, 14, 31, 54, 66; 3, 5, 12, 22, 32, 88; 2, 6, 9, 14, 18, 102; 2, 7, 12, 16, 2, 118)$, $\text{замовлення2}(2, 1, 110, 8, 12, 98, 8; 3, 2, 8, 23, 75, 31; 3, 3, 8, 24, 51, 59; 1, 4, 10, 10, 41, 69; 2, 5, 6, 10, 31, 79; 3, 6, 12, 26, 5, 105; 1, 7, 4, 4, 1, 109)$, $\text{замовлення3}(3, 1, 100, 10, 22, 78, 10; 1, 2, 5, 5, 73, 15; 1, 3, 6, 6, 67, 33; 2, 4, 7, 17, 50, 50; 1, 5, 4, 46, 54; 1, 6, 5, 5, 41, 59; 3, 7, 9, 25, 16, 84)$.

Аналогічно формуються моделі отриманого рішення для варіантів рішень зі значеннями часу, що залишився, рівними 16 і 20.

Маючи ці моделі, представимо модель поточного прецеденту для першого замовлення в першій конкурентній точці, що складається з елементів опису і рішення. $Mr = (z_i, r_{ii}, T_i^{set}, t_{ii}^h, \kappa_{ii}, t_{ii}^{wt}, t_{ii}^{left}, t_{ii}^v, T_i^{left}, T_i^{fact})$.

Аналогічно формуються елементи всієї моделі для другого і третього замовлень в інших конкурентних точках. Така модель поточного прецеденту зберігається в базі прецедентів-аналогів для подальшого застосування при управлінні аналогічними групами бізнес-процесів. Приклад моделі поточного прецеденту представлений в Додатку У.

Схема бази даних для отримання таких моделей поточного прецеденту представлена на рис. 6.18.

База даних включає в себе наступні базові таблиці:

- BPs – множина бізнес-процесів як об'єктів управління;
- BPGroup – групи бізнес-процесів, які виконуються одночасно;
- Events – множина подій, що виникають при реалізації бізнес-процесів і фіксують виконання відповідних дій бізнес-процесів;
- Resources – набір ресурсів, що використовуються при виконанні дій процесу.

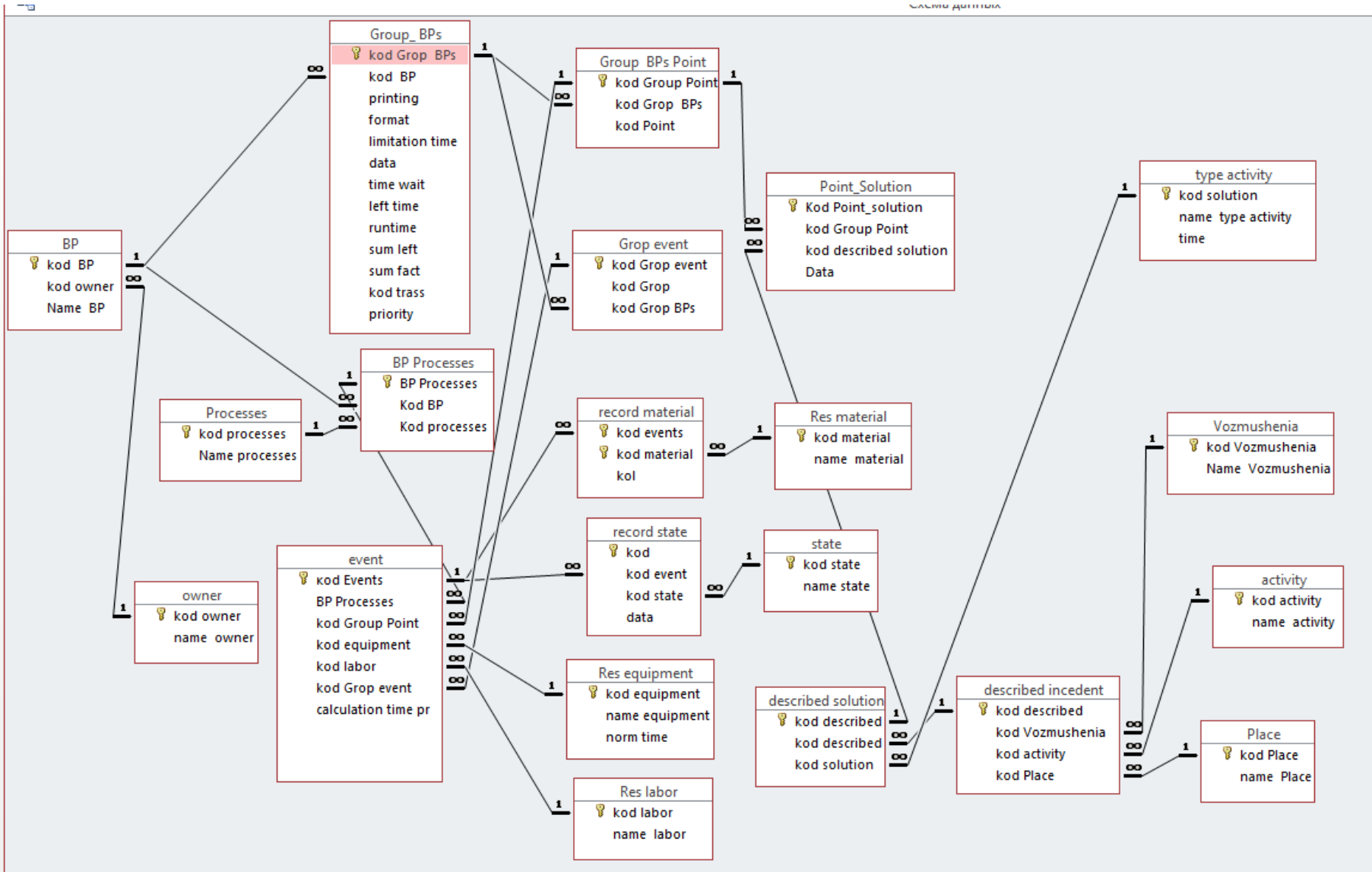


Рисунок 6.18 – Схема бази даних для отримання моделей поточного прецеденту

Опишемо процес отримання параметрів моделі Мп з використанням даної схеми бази даних. Параметр «№ замовлення» формується в полі «name VP» таблиці «VP» (табл. 6.52).

Таблиця «VP» пов'язана з таблицею «owner» один до багатьох для формування власника процесу в полі «name owner». Так само таблиця «VP» пов'язана з таблицею «Processes» багато до багатьох для формування під конкретне замовлення набору процесів в полі «Name processes».

Таблиця 6.52 – Приклад бізнес-процесів в поліграфії

kod processes	Name processes
1	Запис фотоформи
2	Проявка фотоформи
3	Копіювання з фотоформи на друкарську пластину
5	Проявка друкарської форми
6	Друк блоку + фальцовка
7	Сушка зошитів
8	Розрізка форзаців
9	Фальцовка форзаців
10	Приклейка форзаців до зошитів
11	Комплектовка блоку
12	Зшивання блоку
13	Заклейка корінця
14	Сушка корінця
15	Обжим корінця
16	Обрізка блоку з трьох сторін
17	Кругління корінця
18	Приклейка капталу
19	Розкрій палітурного картону
20	Друк покривного матеріалу
21	Ламінування
22	Розрізання покривного матеріалу
23	Збірка палітурки
24	Криття блоку палітуркою
25	Сушка й пресування
26	Штриховка
27	Контроль готової продукції
28	Упаковка готової продукції

Ресурс виконання 1-го бізнес-процесу i_l описується даними з різних таблиць баз даних: назвою процесу, обладнання, робочих, матеріалів,

тиражу, формату. Ці дані формуються набором полів: полем «Name processes» таблиці «Processes», полем «name material» таблиці «Res material», полем «name equipment» таблиці «Res equipment», полем «name labor» таблиці «Res labor», полями «printing» і «format» таблиці «Group_ VPs». Приклад таблиці обладнання представлений в таблиці 6.53.

Таблиця 6.53 – Приклад використовуваного обладнання в поліграфії

kod equipment	name equipment	norm time
2	AGFA Avantra 44 E,	
3	AGFA Rapiline 95/3,	
4	Bacher 3086,	
5	FujiFilm Electronic Imaging PS 850NX	
6	Goss Graphic Systems Inc. Universal 70,	
7	Sitma Machinery S.p.A. Polymatic C 80/750,	
8	Perfecta Schneidemaschinenwerk GmbH SEYPA 115,	
9	Horizon International, Inc. Horizon AFC-502SC,	
10	X3ПМ ТП-420-1	
11	Duplo International Ltd. DC 10000 S,	
12	Kolbus GmbH & Co.KG FH,	
13	Kolbus GmbH & Co.KG HL,	
14	Sigloch Maschinenbau GmbH DNH,	
15	Clarity QS-80,	
16	Август-Принт СК 450	
18	Steinemann Lotus 72 UV,	
19	Kolbus GmbH & Co.KG FE-2000S,	
20	Clarity HSK-660,	
21	Zechini Gra-For Print,	
22	Hunkeler Deutschland GmbH ADP 45/70,	

Час виконання і-го замовлення за договором T_i^{set} , встановлюється в поле «limitation time» таблиці «Group_ VPs» (табл. 6.54). Нормативний час виконання l-го бізнес-процесу t_{il}^h , знаходиться в полі, що обчислюється, «calculation time pr» таблиці «event». Дане поле обчислюється добутком даних з поля «printing» таблиці «Group_ VPs» і поля «norm time» таблиці «Res equipment».

Таблиця 6.54 – Таблиця «Group_ VPs» група БП

kod Grop VPs	ko d BP	kod trass	priorit y	printi ng	form at	limitation time	da ta	time wait	left time	runtim e	su m left	sum fact
--------------	---------	-----------	-----------	-----------	---------	-----------------	-------	-----------	-----------	----------	-----------	----------

Для опису одержуваного рішення використовується параметр порядку проходження 1-го бізнес-процесу i -го замовлення k_{il} , дані про який знаходяться в полі «priority» таблиці 6.55 «event».

Таблиця 6.55 – Параметри події

kod Events	BP Processes	kod Group Point	kod equipment	kod labor	kod Grop event	calculation time pr
------------	--------------	-----------------	---------------	-----------	----------------	---------------------

Час очікування (очікування повного виконання) ресурсів для виконання 1-го бізнес-процесу i -го замовлення t_{il}^{wt} знаходиться в обчислюваному полі «time wait» таблиці «Group_ VPs». Дані цього поля обчислюються, виходячи з встановленого пріоритету поля «priority» таблиці «Group_ VPs». Ці дані поля «time wait» визначаються, виходячи з даних поля «calculation time pr» таблиці «event» і часу поля «data» таблиці «record state», що встановлюється, виходячи зі статусу події в полі «name state» таблиці «state». Статус події може бути представлений початком очікування процесу, початком виконання процесу тощо.

Час, що залишився, виконання 1-го бізнес-процесу відповідного i -го замовлення t_{il}^{lef} знаходиться в обчислюваному полі «left time» таблиці «Group_ VPs». Дані цього поля обчислюються різницею часу, що залишився, на попередньому ресурсі поля «left time» та часу очікування (очікування повного виконання) на поточному ресурсі поля «time wait» таблиці «Group_ VPs».

Виконаний час після чергового 1-го бізнес-процесу відповідного i -го замовлення t_{il}^v знаходиться в обчислюваному полі «runtime» таблиці «Group_

ВРs». Дані цього поля обчислюються підсумовуванням часу виконаних бізнес-процесів на всіх попередніх ресурсах в полі «left time» таблиці «Group_ ВРs».

Час, що залишився, виконання всього i -го замовлення T_i^{left} знаходиться в обчислюваному полі «sum left» таблиці «Group_ ВРs». Дані цього поля обчислюються різницею часу, встановленого за договором, поля «limitation time» таблиці «Group_ ВРs» і суми всіх виконаних бізнес-процесів на всіх ресурсах поля «time waite» таблиці «Group_ ВРs».

Фактичний час виконання всього i -го замовлення T_i^{fact} знаходиться в обчислюваному полі «sum fact» таблиці «Group_ ВРs». Дані цього поля обчислюються сумою всіх виконаних бізнес-процесів на всіх ресурсах поля «time waite» таблиці «Group_ ВРs».

Додаткова особливість наведеної схеми бази даних полягає в тому, що вона дає можливість порівнювати ресурси процесу з різних логів. Оскільки назви одних і тих самих ресурсів можуть відрізнятися в різних бізнес-процесах, в схемі бази даних наведена таблиця синонімів. Для всіх синонімічних назв задається єдиний код ресурсу.

З використанням цієї бази даних в контурі прецедентного управління, здійснюється опис поточної ситуації про групу наскрізних бізнес-процесів і реалізація пошуку прецеденту-аналога, використовуваного в вигляді моделі для запуску нового процесу. Така процедура виконується в міру наповнення бази моделей прецедентів-аналогів груп наскрізних бізнес-процесів. Процес наповнення бази прецедентів-аналогів полягає в наступному. Відповідно до моделі (3.1), при появі нового замовлення, для включення його у виробництво, ОПР, виходячи з даних про параметри замовлення одержуваних з його технологічної карти, формує параметри його опису для подальшого пошуку прецеденту аналога в базі прецедентів-аналогів. Якщо в базі прецедентів немає таких моделей, то вона заповнюється в міру

отримання успішних Рішень з управління подібними наскрізними бізнес-процесу. При цьому ефективність прецедентного управління буде підвищуватися зі збільшенням кількості прецедентів-аналогів.

Розглянемо процес пошуку і вибору прецеденту аналога наскрізного бізнес-процесу, під поточну ситуацію, представлену описом поточного прецеденту. Перш за все необхідно для групи поточних наскрізних бізнес-процесів, з множини груп прецедентів-аналогів, що зберігаються в базі прецедентів, знайти таку ж або близьку до неї за описами групу прецедентів, яка забезпечувала б отримання «керуючий вплив» з урахуванням термінів їх виконання. «керуючий вплив» даного завдання здійснюється з використанням розробленого в підрозділі 3.1 методу вибору, коригування та формування моделі прецеденту бізнес-процесу, а також методу прецедентного управління групою наскрізних бізнес-процесів. Опишемо реалізацію даного методу узагальненим алгоритмом з наступними кроками:

Крок 1. Формування вхідних даних для отримання опису ситуації як елемента поточного прецеденту, по групі виконуваних бізнес-процесів. Для цього, з логу подій, що фіксується в журналі реєстрацій ІС, вибираються дані, які відображають поточний стан групи наскрізних бізнес-процесів. Такими даними є найменування бізнес-процесів, час очікування, нормативний час виконання і час, що залишився, виконання кожної дії бізнес-процесу в першій конкурентній точці. Фактично набір цих даних дозволяє описати поточний прецедент по групі бізнес-процесів в першій конкурентній точці.

Крок 2. Пошук і вибір прецеденту-аналога групи бізнес-процесів за даними поточного прецеденту групи бізнес-процесів, до складу якої входить новий/ключовий бізнес-процес, в першій конкурентній точці. Така процедура пошуку реалізується наступною послідовністю: за найменуванням групи бізнес-процесів, що включає новий бізнес-процес, і загальним ресурсом для цієї групи, в конкурентній точці здійснюється пошук прецеденту-аналога

групи бізнес-процесів. Потім для кожного бізнес-процесу здійснюється порівняння параметрів опису за поточною групою і групою прецеденту-аналога.

Якщо описи поточного прецеденту і прецеденту-аналога збігаються, то в якості моделі управління поточною групою наскрізних бізнес-процесів використовується модель прецеденту-аналога. При знаходженні моделі прецеденту-аналога, що не в повному обсязі відповідає поточним обмеженням у всіх конкурентних точках (наприклад нормативний час виконання дії), проводиться її коригування на кроці 3.

Крок 3. Здійснення адаптації моделі прецеденту за допомогою коригування наявного «керуючий вплив», , до отримання необхідного результату відповідно до обмежень по замовленнях. Такою умовою є відсутність негативних значень часу, що залишився, виконання кожного замовлення, яка досягається зміною порядків запуску бізнес-процесів у відповідних конкурентних точках.

Для цього в базі прецедентів проводиться пошук прецедентів-аналогів в окремих конкурентних точках, параметри яких задовольняють параметрам стану поточного прецеденту, до складу якого входить нове замовлення. При цьому в різних конкурентних точках можуть використовуватися відповідні прецеденти-аналоги. Звісно, параметри опису ситуації в знайдених конкурентних точках повинні повністю відповідати параметрам опису ситуації в таких саме конкурентних точках нового замовлення.

Коригування моделі прецеденту-аналога здійснюється наступним чином. В базі прецедентів шукається прецедент-аналог, що задовольняє умові опису ситуації для нового замовлення з максимальною кількістю послідовно розташованих конкурентних точок. Наприклад, знайдений базовий прецедент, умови якого відповідають параметрам ситуації виконання нового замовлення в конкурентних точках 1, 2, 3. Знайдене рішення запам'ятовується для трьох конкурентних точок і пошук прецеденту-

аналога триває для наступних точок 4, 5, 6, 7 і так далі, відповідно до параметрів, по ситуації нового замовлення. У міру знаходження відповідних параметрів в наступних конкурентних точках, з різних прецедентів формується результуюча модель прецеденту, відповідна параметрам ситуації нового замовлення. Якщо конкурентні точки, що задовольняють критерію пошуку, не знайдено, то такі точки перевіряються з використанням розробленої програмної платформи.

Існують різні варіанти використання розробленого програмного засобу.

При першому варіанті знаходяться тільки ті конкурентні точки, в яких дані про прецедент не були знайдені. Тоді в цих конкурентних точках, відображених в платформі, заносяться дані про поточний прецедент з технологічних карт і параметрів замовлення. Отримані за допомогою платформи результати обчислень в цих конкурентних точках запам'ятовуються і надалі використовуються при формування остаточного прецеденту.

При другому варіанті в платформу заноситься частково співпадаючий прецедент, що складається з кількох конкурентних точок, які відповідають умовам пошуку, а у точках, яких бракує, вводяться дані про поточний прецедент з технологічних карт і параметрів замовлення.

При третьому варіанті знайдений (остаточний) прецедент-аналог використовується в якості «керуючий вплив» для управління групою бізнес-процесів. Така послідовність реалізації варіантів знаходження необхідного «керуючий вплив» дозволяє знайти модель прецеденту-аналога за описом поточного прецеденту по групі процесів, що має необхідне «керуючий вплив».

Однак в реальності в якійсь конкурентній точці або групі конкурентних точок встановлення порядку проходження бізнес-процесів може залежати від виниклих неврахованих видів інциденту (терміновість виконання того чи іншого нового замовлення, поломка обладнання, відсутність матеріалів або

трудоу ресурсів тощо). Таке завдання не завжди може бути вирішено в автоматичному режимі за допомогою розробленої програмної платформи. Тому в процес прецедентного управління включається ОПР, яка за допомогою платформи встановлює і коригує оптимальний порядок запуску бізнес-процесів шляхом мінімізації загального часу їх виконання, виходячи із заданих умов і обмежень. Наприклад, в конкурентній точці кілька бізнес-процесів конкурують за загальне обладнання. При цьому для деяких процесів таке обладнання є єдиним незамінним, а для інших це обладнання може підлягати заміні. В цьому випадку ОПР, з огляду на цю умову, вибирає найкращий варіант «керуючий вплив», використовуючи моделі прецедентів-аналогів.

Таким чином, з використанням бази прецедентів-аналогів, моделей поточних прецедентів, розробленої платформи ОПР надається можливість проаналізувати отриманий результат і знайти максимально ефективне рішення щодо можливості запуску у виробництво нового замовлення з використанням кількісної та якісної оцінок виниклих ситуацій.

Крок 4. Збереження скоригованої моделі прецеденту в базі прецедентів.

Виконання етапу III з управління наскрізними бізнес-процесами, здійснюється з використанням скоригованої моделі прецеденту, за допомогою її застосування при запуску групи бізнес-процесів, що містить новий, ключовий процес як в першій, так і в наступних конкурентних точках.

6.4 Розробка програмного засобу «Модуль прецедентного управління» для підтримки реалізації інформаційних технологій

6.4.1 Призначення програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Відповідно до розробленої в підрозділі 2.1 концепції двоконтурного прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами, були визначені

його основні етапи. Для їх реалізації, а також інформаційних технологій, в роботі розроблено програмний засіб «Модуль прецедентного управління» [239,274], що забезпечує виконання вказаних у алгоритмі дій і відповідних розрахунків. Програмний засіб «Модуль прецедентного управління» є елементом програмного забезпечення ІСУП. Практична реалізація методу вибору аналога інформаційної системи на прикладі поліграфічного підприємства представлена в Додатку Д.

Основним призначенням цього засобу є підтримка процесу отримання ОПР різних варіантів Рішень з управління наскрізними бізнес-процесами у вигляді встановлення пріоритетів їх запуску. Такі варіанти надаються ОПР для того щоб він міг вибрати кращий варіант для кожного замовлення, відповідно до їх поточних обмежень. Діаграма варіантів використання (use case) цього засобу підтримки управління наскрізними бізнес-процесами, що відображає функціональність програмного засобу, наведена на рис.6.19.

Програмний засіб реалізує цикл отримання «керуючий вплив» з управління наскрізними бізнес-процесами за допомогою побудови і використання моделі прецеденту бізнес-процесу відповідно до розроблених теоретичних підходів.

При цьому в кожній конкурентній точці можуть розглядатися наступні види замовлень:

- замовлення, конкуруючі за ресурси на попередніх точках,
- замовлення які прийшли після виконання власних процесів,
- нові ключові найбільш важливі для підприємства замовлення, щойно спрямовані на виконання в виробництво.

Такі ключові замовлення разом з іншими неключовими конкурують за ресурси (наприклад, обладнання) послідовно в кожній конкурентній точці. Контроль і розподіл ресурсів, необхідних для виконання наскрізних бізнес-процесів, виконується традиційно з використанням засобів інформаційної системи управління підприємством.

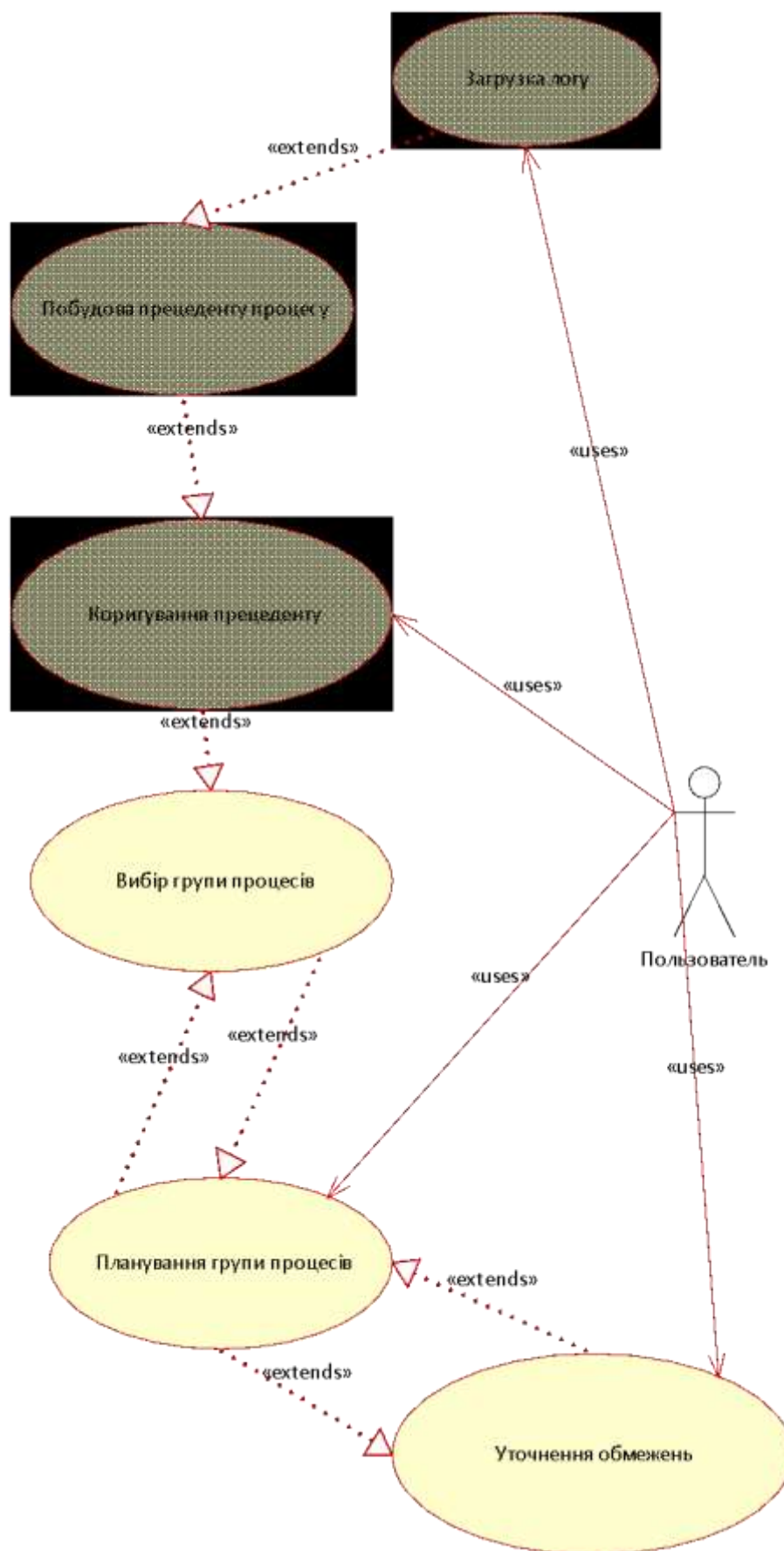


Рисунок 6.19 – Діаграма варіантів використання програмного модуля

Виділимо наступні основні функції розроблюваного програмного засобу:

- завантаження файлу логу, що передбачає виділення його складових (трас, подій, ресурсів і т.д.) і занесення їх в базу даних;
- побудова інтервальної моделі прецеденту на основі даних з логу;
- коригування логів процесу на основі аналізу отриманої моделі «керуючий вплив» для адаптації бізнес-процесу до умов використання. Уточнення логів, в свою чергу, призводить до відповідної адаптації моделі прецеденту бізнес-процесу;
- вибір/коригування переліку наскрізних процесів, які виконуються (запускаються) в даний час на підприємстві;
- планування виконання групи процесів відповідно до наведеного вище алгоритму та при необхідності уточнення часових обмежень.

Крім того, розроблений програмний засіб реалізує наступні додаткові функції:

- обчислення часу виконання дій для групи наскрізних бізнес-процесів, що конкурують за загальні ресурси, починаючи з першої для нового ключового процесу і наступних конкурентних точок;
- встановлення пріоритетів варіантів запуску кожного бізнес-процесу в усіх конкурентних точках в залежності від часу, що залишився, їх обов'язкового виконання у відповідності до термінів, визначених відповідними договорами;
- визначення часу виконання так званих власних неконкуруючих процесів, який віднімається від часу, що залишився, на виконання відповідного замовлення. Цей параметр враховується при розрахунках часових показників замовлення у відповідній конкурентній точці;
- знаходження кращого варіанту «керуючий вплив» у вигляді встановлення пріоритетів запуску кожного бізнес-процесу за критерієм мінімального часу очікування їхнього доступу до необхідних ресурсів.

Особливістю програмного засобу є те, що він дозволяє автоматично послідовно на кожному етапі визначати подальшу кращу послідовність порядків. Краща послідовність порядків ? формується, виходячи з обов'язкової умови виконання замовлень у встановлені терміни і максимального часу, що залишився на їх виконання. При цьому кількість наскрізних бізнес-процесів і конкурентних точок визначається, виходячи з конкретної ситуації знаходження необхідного «керуючий вплив».

Критерієм виконання цієї умови є загальний сумарний час, що залишився, на виконання всіх замовлень. Навіть якщо знайдена послідовність порядків розглянутих замовлень має найбільший час, що залишився, але одне з замовлень за результатами даної послідовності не виконано в термін і, відповідно, має від'ємне значення, дана послідовність не враховується (траса відсікається). Процес знаходження «керуючий вплив» у вигляді кращого варіанту визначення пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм максимального часу, що залишився, здійснюється у вигляді прогонів/циклів з урахуванням обов'язкової умови виконання замовлень у встановлені терміни. Цей процес здійснюється в автоматичному режимі з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління» і комбінованим способом з включенням в такий процес ОПР.

Таким чином, перевагою використання розробленого програмного засобу є те, що ОПР може здійснювати вибір пріоритетів запуску бізнес-процесів, виходячи з умов і обмежень, які неможливо було передбачити при оперативному-календарному плануванні. Крім того, даний засіб в режимі just in time автоматично здійснює коригування отриманих варіантів, виходячи зі змінених попередніх або нових умов, що з'явилися, запуску замовлень, отримуючи відповідні результати обчислень з урахуванням поточних умов для подальшого аналізу і вибору кращого варіанту.

6.4.2 Структура програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Програмний засіб «Модуль прецедентного управління» дозволяє встановлювати пріоритети запуску наскрізних бізнес-процесів, що входять в сформовану групу, за критерієм максимізації часу що залишився, їх виконання при конкуренції за спільні ресурси. Структура цього засобу представлена на рис. 6.20.

На рис. 6.20 показано такі основні блоки засобу:

- блок дослідження і коригування ОПР послідовності порядків в трасах,
- блок обчислення пріоритетів бізнес-процесів,
- блок вирішення завдань на першому етапі з урахуванням максимального часу, що залишився,
- блок вирішення завдань на другому етапі послідовної зміни порядку в одній конкурентній точці,
- блок вирішення завдань на третьому етапі послідовної зміни порядку в двох конкурентних точках,
- блок вирішення завдань на четвертому етапі послідовної зміни порядку в трьох конкурентних точках,
- база поточних прецедентів,
- база прецедентів-аналогів,
- блок інтерфейсу відображення варіантів рішення.

«Блок обчислення пріоритетів бізнес-процесів» є основним блоком програмного засобу.

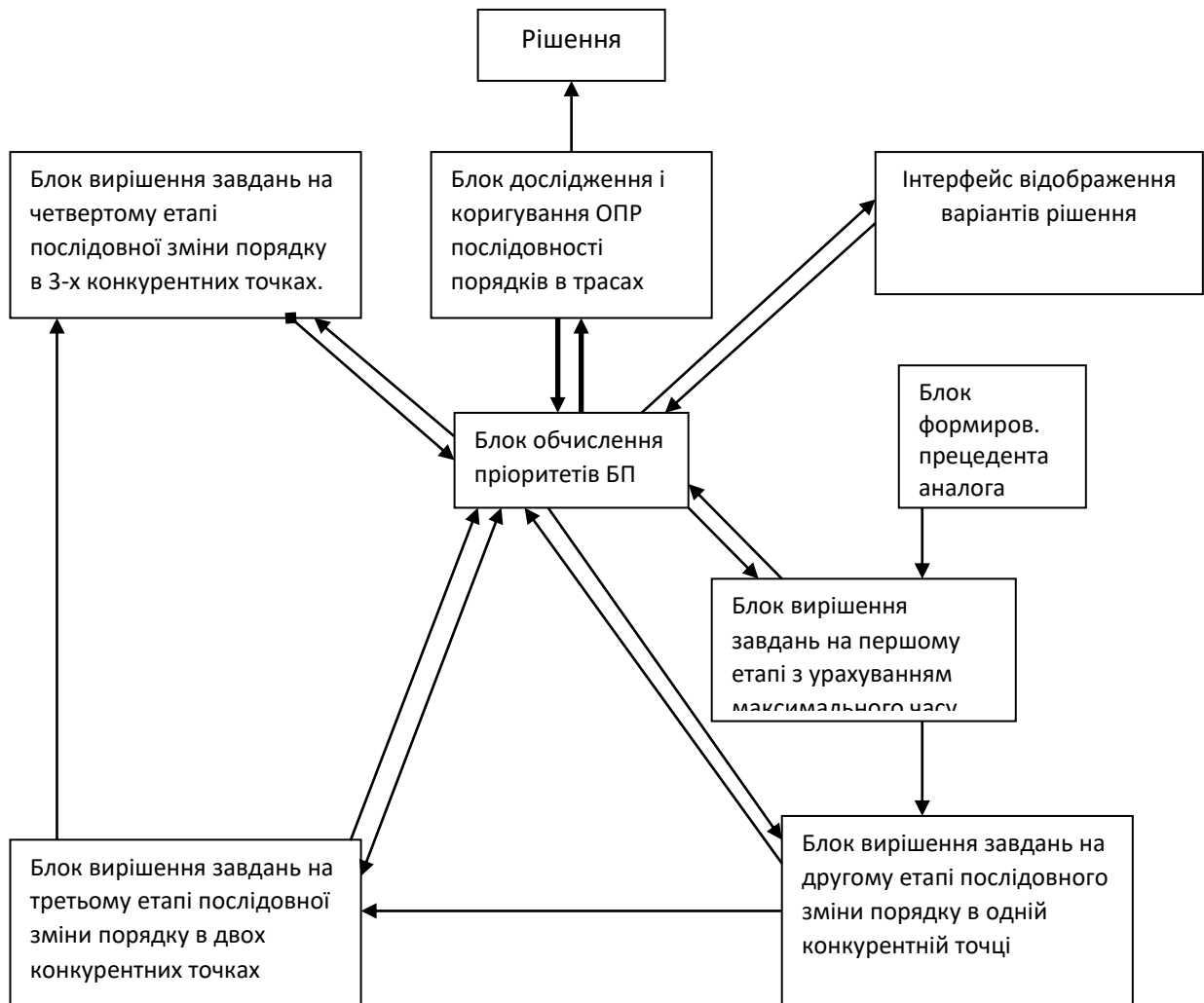


Рисунок 6.9 – Структура програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

У програмному засобі для автоматизації процесу виконання дій, пов'язаних з обчисленнями порядків в конкурентних точках, були розроблені різні програмні макроси. Для запуску на виконання певного макросу або групи макросів були призначені відповідні кнопки. Наприклад, для кожної кнопки групи Кон т.1.1, ..., Кон т.6.2 був призначений відповідний макрос, рис.6.21.

=ЕСЛИ(АВ65=3;ЕСЛИ(У31=Х25;0;ЕСЛИ(У31=У25;0;ЕСЛИ(У31=Т25;У25;ЕСЛИ(У31=W25;У25;ЕСЛИ(У31=V25;У25;ЕСЛИ(У31=U25;У25))))));ЕСЛИ(АВ65=1;ЕСЛИ(ИЛИ(У31=Т25;У31=U25));0;ЕСЛИ(У31=V25;Х25;ЕСЛИ(У31=У25;Х25;ЕСЛИ(У31=W25;У25;ЕСЛИ(У31=Х25;У25))))));ЕСЛИ(АВ65=2;ЕСЛИ(ИЛИ(У31=V25;У31=W25));0;ЕСЛИ(У31=Т25;W25;ЕСЛИ(У31=У25;W25;ЕСЛИ(У31=U25;У25;ЕСЛИ(У31=Х25;У25))))))												
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Усі таб.		Скид	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Час	За дов	Вибір поряд	Пор 3-х замов	Пор 2 зам
Таб 1_1		Кон т.1.1		1	точка 1.	10	231	-				
	Таб 1_2		Кон т.1.2	2	точка 1.	4	213	-				
Таб 2_1		Кон т.2.1		3	точка 2.	10	123	-			3	123
	Таб 2_2		Кон т.2.2	4	точка 2.	0	321	18		312	3	321
Таб 3_1		Кон т.3.1		5	точка 3.	8	123	18			3	123
	Таб 3_2		Кон т.3.2	6	точка 3.	0	321	20		312	3	321
Таб 4_1		Кон т.4.1		7	точка 4.	3	231	-			3	231
	Таб 4_2		Кон т.4.2	8	точка 4.	10	213	16			3	213
Таб 5_1		Кон т.5.1		9	точка 5.	2	231	-			3	231
	Таб 5_2		Кон т.5.2	10	точка 5.	10	213	-			3	213
Таб 6_1		Кон т.6.1		11	точка 6.	11	123	-			3	123
	Таб 6_2		Кон т.6.2	12	точка 6.	3	321	-			3	321
								20				

Рисунок 6.21 – Група кнопок і відповідні їм порядки, реалізовані формулами

При натисканні на відповідну кнопку цієї групи запускається певний макрос, який запускає програму на виконання і фіксує порядок в обраній конкурентній точці. Для цього даний порядок, зазначений у стовпці «Порядок», заноситься в стовпець «Вибір поряд», а також у відповідну конкурентну точку, фіксуючи порядок в обраній конкурентній точці, що необхідно для подальших обчислень. Наприклад, при виборі кнопки «Кон т.2.2» макрос заносить відповідний порядок в другу конкурентну точку в комірку S21 (рис. 6.22). Приклад даного макросу представлений на рис. 6.13. В результаті виконання макросу в другій конкурентній точці відбувається заміна поточного порядку 321 на новий 312. Зміни, внесені до зазначених вище комірок, необхідні для виконання подальшого перерахунку, а саме, пошуку максимального часу, що залишився, з фіксацією заміненого порядку у другій та наступних конкурентних точках.

2 конкур точка				78	третій	78							78
123	132	231	213	312	321	Послід	123	132	231	213	312	321	78
10	10	8	8	5	5	перший	106	106	90	90	73	73	73
18	15	13	18	15	13	другий	80	63	65	98	101	85	85
23	23	23	23	23	23	третій	55	75	93	55	75	93	93
51	48	44	49	43	41	всього	241	244	248	243	249	251	251
						d2	10	7	3	8	2	0	0
					321								
			Упоряд	Послід									312
			101	перший		73	73						73
			75	другий		85	101						101
3 конкур точка				73	третій	93	75						75

Рисунок 6.22 – Результати заміни порядку відповідним макросом в другій конкурентній точці

```

Sub Макрос2_2 ()
'
' Макрос2_2 Макрос
' Макрос Записан 21.01.2019 (user)
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-3]"
Range("R87:S87").Select
Selection.Copy
Range("U87:V87").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = ""
Range("S21").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[66]C[3]"
Range("O89").Select

End Sub

```

Рисунок 6.23 – Текст макросу, пов'язаного з кнопкою «Кон т.2.2»

У програмному засобі використовувалися деякі кнопки, на які було призначено не один, а кілька вкладених макросів. Такі кнопки забезпечують перезапуск програмного засобу з подальшим збереженням попереднього отриманого результату обчислень. Ці обчислення заносяться до відповідних таблиць, які представлені в Додатку Ж. Приклад вкладених макросів, які

виконуються при натисканні на кнопку «КнЗ_2», представлений на рис. 6.24.

```

End Sub
Sub фик3_2 ()
' фик3_2 Макрос
' Макрос записан 07.02.2019 (user)
'
Application.Run "Макрос3_1"
Application.Run "Таб3_1"
Application.Run "Таб2_2"
Range("S31").Select
Application.Run "Макрос3_2"
Application.Run "Таб3_2"
Application.Run "Макрос2_2"
Application.Run "Таб2_2"
Range("S21").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос2_1"
Application.Run "Таб2_1"
Range("S21").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос14_1"
Application.Run "Таб4_1"
Range("S41").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос4_2"
Application.Run "Таб4_2"
Range("S41").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос5_1"
Application.Run "Таб5_1"
Range("S51").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос5_2"
Application.Run "Таб5_2"
Range("S51").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос6_1"
Application.Run "Таб6_1"
Range("S61").Select
Selection.ClearContents
Application.Run "Макрос6_2"
Application.Run "Таб6_2"
Range("S96:T96").Select
Selection.Copy
Range("Z89:AA89").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = ""
Range("Z86").Select
End Sub

```

Рисунок 6.24 – Приклад вкладених макросів, які виконуються при натисканні кнопки «КнЗ_2»

Найбільше число вкладених макросів в кількості 252 було призначено на кнопку «Фікс кнопка».

Для проведення автоматичного обчислення програмним засобом різних дій з визначення оптимальних порядків розроблені відповідні вирази для їх встановлення, пересування, обчислення з використанням різних параметрів

при виконанні накладених умов і обмежень. Застосування таких виразів дозволяє правильно здійснювати вибір певних порядків і надавати необхідні дані у вигляді таблиць.

Наприклад, сформований вираз

=ЕСЛИ(Y21=T15;T16;ЕСЛИ(Y21=U15;U16;ЕСЛИ(Y21=V15;V18;
ЕСЛИ(Y21=W15;W17;ЕСЛИ(Y21=X15;X17;ЕСЛИ(Y21=Y15;Y18))))))

забезпечує розташування в комірках P22: P24 порядку запуску наскрізних бізнес-процесів зі значеннями часу, що залишився, в комірці за їх номером замовлення, як зазначено в технологічній карті 101,75,73, а не як в комірках Y22: Y24, зазначених за черговістю їх виконання (рис. 6.25).

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
2 конкур точка			78	третій	78							78
123	132	231	213	312	321	Послід	123	132	231	213	312	321
10	10	8	8	5	5	перший	106	106	90	90	73	73
18	15	13	18	15	13	другий	80	63	65	98	101	85
23	23	23	23	23	23	третій	55	75	93	55	75	93
51	48	44	49	43	41	всього	241	244	248	243	249	251
						d2	10	7	3	8	2	0
					321							
			Упоряд	Послід								312
			101	перший		73	73					73
			75	другий		85	101					101
3 конкур точка			73	третій		93	75					75

Рисунок 6.25 – Розміщення значень часу, що залишився, в комірці за замовленням

Ще одним прикладом використання умов, є занесення в поле «порядок» всіх можливих варіантів порядків, з урахуванням пересування замовлення на один порядок вгору. Наприклад, після фіксації другої конкурентної точки в полі «порядок» розглядаються всі можливі варіанти встановлення порядків пересування одного замовлення на один порядок

вгору в усіх конкурентних точках. Для четвертої конкурентної точки при встановленому порядку 231 можливе встановлення тільки двох порядків: 312 і 213.

Вираз для обчислення порядку 231 в конкурентній точці Кон т.4.1 має такий вигляд:

=ЕСЛИ(АВ65=3;ЕСЛИ(У41=Х35;0;ЕСЛИ(У41=У35;0;ЕСЛИ(У41=Т35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;Х35;ЕСЛИ(У41=У35;Х35))))));ЕСЛИ(АВ65=1;ЕСЛИ(ИЛИ(У41=Т35;У41=У35);0;ЕСЛИ(У41=У35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;Т35;ЕСЛИ(У41=Х35;Т35))))));ЕСЛИ(АВ65=2;ЕСЛИ(ИЛИ(У41=У35;У41=У35);0;ЕСЛИ(У41=Т35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;У35;ЕСЛИ(У41=У35;Т35;ЕСЛИ(У41=Х35;Т35)))))))).

Для визначення порядку у всіх конкурентних точках такі вирази записуються в усіх комірках стовпчика «Порядок». Аналогічно, подібні вирази записуються і для обчислення значення d у всіх осередках поля «d».

Блок «Інтерфейс відображення варіантів вирішення» забезпечує взаємодію ОПР з програмним засобом через «Блок аналізу і коригування ОПР послідовності порядків в трасах», надаючи йому необхідну інформацію. У свою чергу, ОПР, використовуючи інтерфейс, за допомогою відповідних кнопок, може при необхідності запускати і здійснювати коригування дій на кожному етапі «Блоку рішення задачі». «Блок отримання рішення задач на першому етапі з урахуванням максимального часу, що залишився» забезпечує пошук потрібного «керуючий вплив» на першому етапі шляхом знаходження значень максимального часу, що залишився, в кожній конкурентній тоці.

На початку даного етапу, виходячи з нормативних даних щодо кожної операції кожного замовлення, значення часу виконання заносяться в стовпець «нор вр выпол» по кожній конкурентній точці. Також в стовпець «Огран времени» заноситься час на виконання замовлення, який було встановлено раніше при підписанні договору. Використовуючи ці дані,

програмний засіб в автоматичному режимі здійснює підбір оптимальної послідовності порядків для нового ключового наскрізного бізнес-процесу, з урахуванням встановленого, а також максимального часу, що залишився, як для нового наскрізного бізнес-процесу, так і для всіх наскрізних бізнес-процесів, які з ним конкурують. Причому ці обмеження діють для кожного наскрізного бізнес-процесу, номер пріоритету в порядку якого зменшується. Також зменшиться час, що залишився, такого наскрізного бізнес-процесу внаслідок пропускання вперед нового наскрізного бізнес-процесу, що з'явився, в даній конкурентній точці.

Наприклад, якщо встановлений порядок 213 в певній точці змінився на 123, тоді загальний час виконання наскрізного бізнес-процесу під номером 2 зменшиться на час виконання дії наскрізного бізнес-процесу з номером 1 в даній конкурентній точці. У зв'язку з цим, автоматично здійснюється перевірка на встановлені обмеження для даного наскрізного бізнес-процесу. Якщо загальний час, що залишився, виконання наскрізного бізнес-процесу, пріоритет якого був зменшений, задовольняє обмеженням, то змінений порядок приймається до зміни.

Якщо загальний час, що залишився, не задовольняє обмеження, то даний порядок не встановлюється. За аналогією таким чином, здійснюється автоматична перевірка на виконання умов по зазначеним обмеженням для всіх наскрізних бізнес-процесів, у всіх конкурентних точках, в яких їх пріоритети при конкуренції з новим наскрізним бізнес-процесом за ресурс зменшувалися.

Після отримання даних , при необхідності, ОПР може вручну змінювати порядок запуску в осередку з бузкової заливкою. Верхня частина інтерфейсу програмного засобу представлена на рис.6.26.

«Блок вирішення завдань на другому етапі послідовної зміни порядку з фіксацією 1-ої конкурентної точки».

Фіксація однієї конкурентної точки може виконуватися в ручному, ОПР і автоматичному режимі. В ручному режимі використовується група кнопок, починаючи з кнопки «Кон т.1.1» до кнопки «Кон т.6.2», представлених. При натисканні на відповідну кнопку, здійснюється її фіксація з введенням певного порядку запуску наскрізних бізнес-процесів. Програмний засіб автоматично прораховує значення порядків у всіх точках з висновком для їх подальшого аналізу.

При необхідності запам'ятовування отриманих даних, необхідно натиснути на відповідну кнопку з групи кнопок «Таб 1_1» - «Таб 6_2», в результаті чого значення з результуючої таблиці заносяться в таблицю сховища даних Додаток Л. Наприклад при натисканні кнопки «Кон т.2.2» в другій конкурентній точці встановлюється порядок 312, а при натисканні «Кон т.2.1» в другій конкурентній точці, встановлюється порядок 213. Для запам'ятовування отриманих результатів внаслідок призначення порядку 213 в точці «Кон т.2.1», потрібно натиснути кнопку «Таб 2_1». Для перегляду наступного варіанта з фіксацією чергової конкурентної точки необхідно очистити дані, що знаходяться в сховищі Додаток Л, натиснувши кнопку «Скидання», а також натиснути кнопку «Очищення» для видалення порядку встановленого в попередньому варіанті.

Автоматичний режим розрахунків запускається ОПР натисканням кнопки «Все таб.» (рис. 6.3), що забезпечує послідовне призначення всіх можливих порядків при фіксації однієї кнопки. Таких варіантів буде 12. При цьому дані з результуючої таблиці послідовно заносяться в таблиці сховища, Додаток Л.

«Блок вирішення завдань на третьому етапі послідовного зміни порядку з фіксацією двох конкурентних точок».

На даному етапі здійснюється пошук такої послідовності порядків, при

яких замовлення мають максимальний час, що залишився,. На відміну від попереднього другого етапу, на даному етапі для пошуку кращого рішення, фіксуються вже дві конкурентні точки. Дані дії з пошуку кращого варіанту виконуються програмним засобом за допомогою групи кнопок Кн1_1, ..., Кн6_2, і кнопками «Фікс кнопка», «Очис вибір» (рис. 6.3).

При натисканні на кнопку «Фікс кнопка», програмний засіб запускає макроси і автоматично здійснюється перерахунок порядків, що відповідають умовам всіх варіантів виконання всіх замовлень. Макроси програмного засобу виконують фіксацію двох конкурентних точок, заносючи дані про кращі варіанти в поле «Время остав». Для перегляду ОПР даних по знайденому варіанту йому необхідно натиснути на відповідну кнопку групи кнопок Кн1_1, ..., Кн6_2, а для перегляду інформації про варіанти встановлених порядків при часі, що залишився, рівним 20, в стовпці «Время остав» необхідно натиснути одну з кнопок Кн3_1 або Кн3_2 поля «Фікс кнопка».

В результаті натискання на цю кнопку, запускаються на виконання макроси програмного засобу, які забезпечують фіксацію даних в першій конкурентній точці і проводиться пошук кращих варіантів для фіксації другої конкурентної точки.

Наприклад, при натисканні кнопки Кн3_2, в поле «Время», показані які варіанти часу, що залишився, будуть отримані при фіксації чергової другої конкурентної точки, а в поле «порядок» вказується який порядок буде встановлений в результаті фіксації відповідної точки поля «Точка». Кращим порядком при фіксації другої конкурентної точки зі значенням часу, що залишився, рівним 20, є порядок 312 в конкурентній точці 3_2, рис. 6.27. Більш докладно ОПР може ознайомиться з отриманими результатами в таблицях, аналогічних таблицям в Додатку Л.

№	Точка	d	Порядок	Час	За дов	Вибір поряд	Пор 3-х замов	Пор 2 зам	Очис вибір	Фікс кнопка	Час, що залишив
1	точка 1.	0	0	–					Кн1_1		0
2	точка 1.	0	0	–						Кн1_2	0
3	точка 2.	8	213	–			3	2	Кн2_1		14
4	точка 2.	2	312	18		312	3	2		Кн2_2	18
5	точка 3.	6	213	18			3	2	Кн3_1		20
6	точка 3.	2	312	20		312	3	2		Кн3_2	20
7	точка 4.	10	213	–			3	2	Кн4_1		15
8	точка 4.	4	312	16			3	2		Кн4_2	16
9	точка 5.	10	213	–			3	2	Кн5_1		12
10	точка 5.	6	312	–			3	2		Кн5_2	0
11	точка 6.	11	123	–			3	2	Кн6_1		11
12	точка 6.	4	132	–			3	2		Кн6_2	18
				20							

Рис. 6.27 - Варіанти значень часу, що залишився, при натисканні кнопки

Кн3_2

«Блок аналізу і коригування ОПР послідовності порядків в трасах» здійснює аналіз і подальше коригування ОПР порядків запуску наскрізних бізнес-процесів. Необхідні дані про їх стан представлені у відповідних таблицях, розташованих у нижній частині інтерфейсу програмного засобу (рис. 6.28). Після проведення програмним засобом відповідних обчислень, для проведення аналізу отриманих результатів, ОПР надаються підсумкові дані у вигляді наступних таблиць, розташованих в лівій частині рис. 6.28.

- Таблиця надання нормативного часу виконання наскрізних бізнес-процесів в усіх конкурентних точках, отримані з нормативних документів,
- Таблиця виконання і очікування наскрізних бізнес-процесів в залежності від встановленого порядку.
- Таблиця часу, що залишився, виконання наскрізних бізнес-процесів після проходження конкурентної точки відповідно до встановленого порядку.

					9	3		7 конкур точка		41	третій	8		Результуюча таблиця							8		Загал час	Кориг. зам
	порядок	123	132	231	213	312	321	Послід	123	132	231	213	312	321	213	123	132	231	213	312	321	1	-15	2
		12	12	4	4	9	9	перший	12	12	4	4	9	9	перший	4	4	4	4	32	32	2	-39	
		4	9	9	12	12	4	другий	16	21	13	16	21	13	другий	-8	20	28	0	-5	-5	3	144	
		9	4	12	9	4	12	третій	25	25	25	25	25	25	третій	16	-17	-9	16	-17	-9	Мин	-39	
	вр ожд	53	58	42	45	55	47	всього	53	58	42	45	55	47	всього	12	7	23	20	10	18	23		
														d7	-8	-17	-9	0	-22	-14				
													#Н/Д					20			213	213		
	Замовлен	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ																
	порядок	123	321	132	321	321	312	213																
	Замов1	1	3	1	3	3	3	2																
	Замов2	2	2	3	2	2	3	1																
	Замов3	3	1	2	1	1	1	3																
	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ																	
	Послід	123	321	132	321	321	312	213																
	перший	116	73	83	50	46	41	перший																
	другий	98	85	57	44	34	16	другий																
	третій	78	93	61	52	30	8	третій																
	всього	292	251	201	146	110	65	всього																
	d	0	0	6	0	0	0	d7																
									Таблиця 8										Таблиця 9					
								Усі таб.	Скид	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Час	За дов	Вибір поряд	Пор 3-х замов	Пор 2 зам	Очис вибір	Фікс кнопка	Час, що залишив	Перший прогін d	
	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ	Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1	10	231	-					Кн1_1		0	0	
	Послід	123	321	132	321	321	312	213	Таб 1_2	Кон т.1.2	2	точка 1	4	213	-					Кн1_2		0	0	
	перший	4	5	10	7	4	5	4	Таб 2_1	Кон т.2.1	3	точка 2	3	231	-		3	231	Кн2_1		14	8		
	другий	12	13	16	17	10	14	16	Таб 2_2	Кон т.2.2	4	точка 2	8	213	18		3	213	Кн2_2		18	2		
	третій	22	23	24	31	22	26	25	Таб 3_1	Кон т.3.1	5	точка 3	8	123	18		3	123	Кн3_1		20	6		
	всього	38	41	50	55	36	45	45	Таб 3_2	Кон т.3.2	6	точка 3	0	321	20		3	321	Кн3_2		20	2		
									Таб 4_1	Кон т.4.1	7	точка 4	3	231	-		3	231	Кн4_1		15	10		
	1 КТ	2 КТ	3 КТ	4 КТ	5 КТ	6 КТ	7 КТ	Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4	10	213	16		3	213	Кн4_2		16	4		
	Послід	123	321	132	321	321	312	213	Таб 5_1	Кон т.5.1	9	точка 5	2	231	-	231	3	231	Кн5_1		12	10		
	заказ1	4	10	10	14	12	9	12	Таб 5_2	Кон т.5.2	10	точка 5	10	213	-		3	213	Кн5_2		0	6		
	заказ2	8	8	8	10	6	12	4	Таб 6_1	Кон т.6.1	11	точка 6	11	123	-		3	123	Кн6_1		11	11		
	заказ3	10	5	6	7	4	5	9	Таб 6_2	Кон т.6.2	12	точка 6	3	321	-		3	321	Кн6_2		18	4		
															20									

Рисунок 6.28 – Дані про стан наскрізних бізнес-процесів (нижня частина інтерфейсу)

«Блок вирішення завдань на четвертому етапі послідовної зміни порядку з фіксацією трьох конкурентних точок» безпосередньо підтримує роботу ОПР з програмним засобом «Модуль прецедентного управління», докладний опис якого буде розглянуто в наступному підпункті 6.4.3.

«Блок вирішення завдань на n-му етапі послідовної зміни порядку з фіксацією n-1 конкурентних точок», аналогічно попередньому блоку, підтримує процес встановлення порядку проходження замовлень в n-1 фіксованій конкурентній точці. При цьому кількість фіксованих конкурентних точок залежить від нормативних даних, наприклад від тривалості виконання операцій по кожному замовленню, а також від кількості конкурентних точок.

Розроблений програмний засіб «Модуль прецедентного управління» дозволяє обчислювати порядки допуску до загальних ресурсів в одній конкурентній точці до трьох наскрізних бізнес-процесів, що відповідає вимогам щодо управління ними. Однак, використовуючи запропоновану технологію розробки цього засобу, при необхідності, за аналогією, можна розширити його можливості і для більшої кількості до трьох наскрізних бізнес-процесів.

6.4.3 Методика використання програмного засобу «Модуль прецедентного управління» для послідовного отримання кращого «керуючий вплив»

Метою методики є опис процесу отримання оптимального порядку запуску наскрізних бізнес-процесів у всіх конкурентних точках ОПР, з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління».

Процес послідовного отримання кращого «керуючий вплив» у вигляді встановлення порядків запуску бізнес-процесів у всіх конкурентних точках, наведемо наступними кроками:

- формування такої послідовності порядків проходження замовлень, при якій загальний час, що залишився, виконання всіх замовлень повинен бути максимальним, з перевіркою ОПР виконання цієї умови;

- зміна варіантів послідовностей порядків за сумарним значенням часу, що залишився, його виконання, з фіксацією однієї конкурентної точки (ОПР приймає рішення про закінчення або продовження пошуку кращої послідовності);

- зміна варіантів послідовностей порядків з фіксації двох, потім трьох та інших конкурентних точок (ОПР приймає рішення про вибір кращої послідовності або необхідності продовження пошуку);

- ОПР вибирає ту послідовність порядків запуску наскрізних бізнес-процесів у всіх конкурентних точках, у яких їх час, що залишився, більший.

Робота з програмним засіб «Модуль прецедентного управління» ефективна в наступних варіантах:

- при появі нового наскрізного бізнес-процесу, коли в графік завантаження устаткування, включається новий бізнес-процес;

- при конкуренції за ресурси в конкурентних точках беруть участь ключові наскрізні бізнес-процеси;

- при конкуренції за ресурси наскрізними бізнес-процесами, що не є ключовими, у яких рівень важливості виконання однаковий.

При реалізації цих варіантів програмний засіб «Модуль прецедентного управління» дозволяє знайти «керуючий вплив» з урахуванням виконання замовлень у строк встановлений за договором і максимального часу, що залишився, шляхом послідовного встановлення оптимальних порядків їх проходження по всім конкурентним точкам. Наприклад, при появі нового ключового наскрізного бізнес-процесу він включається в конкуренцію за ресурси в конкурентних точках з іншими наскрізними бізнес-процесами. Оскільки він пріоритетний, визначається такий порядок його проходження по всіх конкурентних точках, щоб для нього ці умови були виконані, а інші

наскрізні бізнес-процеси, з якими він конкурує за ресурси, виконувалися з меншими втратами.

Для відстеження змінної послідовності порядків програмним засобом «Модуль прецедентного управління» надається ОПР повна інформація по ключовому наскрізному бізнес-процесу, із зазначенням порядку його проходження і часу, що залишився, виконання у відповідних конкурентних точках.

Якщо запропоноване «керуючий вплив», у вигляді зміненої послідовності порядків, ОПР влаштовує, то він реалізує таку послідовність в якості керуючого «керуючий вплив», з фіксацією і його збереженням з відповідним описом в базі прецедентів-аналогів. Приклад підсумкових результатів послідовних обчислень, проведених на всіх чотирьох етапах, представлений в таблиці 6.47.

Крім цього, програмним засобом надається інформація ОПР за всіма іншими наскрізними бізнес-процесами, порядок яких був знижений, у відповідних конкурентних точках, із зазначенням порядку їх проходження і часу, що залишився, їх виконання. Приклад таких результатів послідовних обчислень, представлений в таблиці 6.48.

Якщо ж таке «керуючий вплив» ОПР не задовольняє, то порядок, який був змінений, фіксується. Така фіксація необхідна, щоб не допустити змін до раніше отриманої кращої послідовності порядків проходження ключового наскрізного бізнес-процесу. Далі запускається програмний засіб, який аналогічними обчисленнями, проводить знаходження необхідного «керуючий вплив» для ключового наскрізного бізнес-процесу. При необхідності, ОПР за допомогою програмного засобу «Модуль прецедентного управління» може провести коригування будь-якого наскрізного бізнес-процесу, порядок якого був змінений у зв'язку з включенням в конкуренцію за ресурси нового наскрізного бізнес-процесу, що з'явився.

Розглянемо детальне виконання цих кроків ОПР з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління».

Крок 1. За даними про тривалість виконання операцій замовлення в конкурентних точках, тривалості виконання операцій поза конкурентних точок, а також про календарні обмеження на виконання замовлень в платформі автоматично формується така послідовність порядків проходження замовлень, при якій загальний час, що залишився, виконання всіх замовлень повинен бути максимальним. ОПР за отриманими результатами проведених розрахунків, в кожній конкурентній точці визначає, чи виконані ці умови. Якщо умови виконані, то він встановлює отриману послідовність порядків запуску бізнес-процесів у відповідних конкурентних точках. Якщо ці умови не виконані або отримана послідовність порядків з будь-яких причин його не задовольняє, то ОПР продовжує її коригування, переходячи до Кроку 2.

Крок 2. При натисканні кнопки «Все таб», в платформі автоматично здійснюється розрахунок всіх послідовностей можливих варіантів порядків з їх зміною в одній конкурентній точці на відміну від послідовності отриманої після першого етапу (рис. 6.4). Відповідно до визначення порядку замовлення, за сумарним значенням часу, що залишився, його виконання d , необхідно змінити варіанти послідовностей порядків, представлені в таблиці 6.23. Всі результати даних послідовностей зберігаються для більш детального аналізу отриманих даних ОПР. Інформація для ОПР у вигляді часу, що залишився, виконання замовлень або його невиконання представлена в поле «время» (рис. 6.4). За результатами отриманих даних ОПР приймає рішення про закінчення або продовження пошуку послідовності на Кроці 3.

Крок 3. При натисканні кнопки «Фикс кнопка», (рис. 6.4) ОПР розглядає всі можливі варіанти, отримані після змін в двох конкурентних точках, шляхом фіксації однієї з подальшими змінами в іншій та решті

конкурентних точках. Всі розрахунки проводяться автоматично виходячи з визначення можливих порядків в конкурентних точках і замовлень, порядок яких необхідно змінити. За результатами отриманих даних з таблиці 6.3 про загальний час, що залишився, виконання замовлень, ОПР приймає рішення про вибір кращої послідовності або необхідності продовження пошуку на Кроці 4.

Крок 4. ОПР вручну за даними, отриманими на Кроці 3, проводить пошук таких варіантів, які можуть бути отримані після зміни порядків в трьох конкурентних точках. По кращому загальному максимальному часу, що залишився, на виконання всіх замовлень визначається сума відхилень встановленого порядку ds від кращої відповідної послідовності. ОПР, використовуючи значення ds , вручну проводить пошук таких порядків, у яких сумарне значення $d1$, $d2$ і $d3$ буде менше ds . Для продовження пошуку ці дані необхідно очистити шляхом натиснення кнопки «Очистка». Для пошуку кращої послідовності спочатку фіксується конкурентна точка з мінімальним значенням d , а потім послідовно фіксується друга і третя конкурентні точки з мінімальним значенням d . Потім значення d при фіксації чергової точки підсумовуються і порівнюються зі значенням ds отриманим на Кроці 3. При цьому повинна виконуватися умова, при якій ds має бути завжди більше, для чого він перебирає всі варіанти запуску, що задовольняють заданим умовам. Як показує практика, таких варіантів зазвичай буває від 3 до 5, тому перебирання цих варіантів триває не довше 1-2 хвилин. Якщо варіант визначення послідовності порядків запуску, що задовольняє умовам виконання замовлень, знайдений, то значення загального часу, що залишився, виконання замовлень порівнюється з аналогічним значенням, отриманим на Кроці 3. При цьому вибирається та послідовність, у якій час, що залишився, більший.

Таким чином, перевагою використання розробленого програмного засобу «Модуль прецедентного управління» є те, що ОПР може здійснювати

вибір порядків запуску бізнес-процесів, виходячи з умов і обмежень, які неможливо було передбачити. Крім того, вона в режимі just in time, автоматично здійснює коригування отриманих варіантів, виходячи зі змінених попередніх або нових, що з'явилися, умов запуску наскрізних бізнес-процесів, отримуючи відповідні результати обчислень з урахуванням поточних умов для подальшого аналізу і вибору кращого варіанту.

6.5 Порівняння традиційного оперативного і двоконтурного процесу отримання «керуючий вплив» при управлінні наскрізними бізнес-процесами

Порівняння традиційного і двоконтурного процесу отримання ОПР з використанням розробленого програмного засобу «Модуль прецедентного управління» кращого «керуючий вплив», у вигляді оптимальних послідовностей порядків проходження всіма замовленнями (наскрізних бізнес-процесів) конкурентних точок при управлінні наскрізними бізнес-процесами, представлено в табл. 6.56. В даній таблиці відображені підсумкові результати щодо життєвого циклу трьох замовлень (книги, брошури та журналу). По кожному замовленню представлені всі дані, необхідні для відображення часу, що залишився, виконання. Фактично ці дані відображають зміст варіантів «керуючий вплив» щодо проходження цих замовлень по всіх 7 конкурентних точках. Після реалізації отриманого «керуючий вплив» і отримання необхідних результатів це «керуючий вплив», разом з описом поточного прецеденту, зберігається в базі даних ІС для його використання при управлінні аналогічними замовленнями.

Кращою послідовністю порядків запуску цих наскрізних бізнес-процесів за відповідними контрольними точками є послідовність з сумарним часом, що залишився, рівним 20 (0 – для книги, 4 – для брошури і 16 – для журналу).

Аналогічно описаному вище прикладу, для підтвердження

ефективності розробленого програмного засобу покажемо його застосування на прикладі виконанні нового замовлення, конкуруючого за загальні ресурси з деякими з 14 інших замовлень. На відміну від прикладу з трьома замовленнями, склад замовлень у відповідній конкурентній точці визначається видом необхідного для них того чи іншого ресурсу. Так само, як і в першому прикладі, обов'язковою умовою знаходження кращого «керуючий вплив» для всіх замовлень є їх виконання в установлені за договорами терміни, і сумарний час, що залишився, для них має бути максимальним.

Таблиця 6.56 – Дані про проходження замовлень при кращому варіанті

Kod BP	Kod processes	Priority	Name BP	Time process	Time general	Time waiting	Time end	Time left
1	1	1	1 book	4	120	0	4	116
1	2	3	3 book	10	120	13	23	93
1	3	1	1 book	10	120	0	10	83
1	5	3	3 book	14	120	17	31	52
1	6	3	3 book	12	120	10	22	30
1	7	2	2 book	9	120	5	14	16
1	8	2	2 book	12	120	4	16	0
Total: book							120	0
2	1	2	2 brochure	8	110	4	12	98
2	2	2	2 brochure	8	110	5	13	85
2	3	3	3 brochure	8	110	16	24	61
2	5	2	2 brochure	10	110	7	17	44
2	6	2	2 brochure	6	110	4	10	34
2	7	3	3 brochure	12	110	14	26	8
2	8	1	1 brochure	4	110	0	4	4
Total: brochure							106	4
5	1	3	3 magazine	10	100	12	22	78
5	2	1	1 magazine	5	100	0	5	73
5	3	2	2 magazine	6	100	10	16	57
5	5	1	1 magazine	7	100	0	7	50
5	6	1	1 magazine	4	100	0	4	46
5	7	1	1 magazine	5	100	0	5	41
5	8	3	3 magazine	9	100	16	25	16
Total: magazine							84	16

У таблиці 6.57 наведені дані результатів розрахунків з використанням засобів традиційного оперативного управління наскрізними бізнес-процесами.

Таблиця 6.57 – Дані про час виконання замовлень отримані з використанням засобів традиційного оперативного управління

Засоби традиційного оперативного управління	Orders									
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Час за договором	120	110	100	70	80	75	90	96	95	80
Час фактичний	134	96	74	60	88	65	85	109	89	71
Час, що залишився	13%	14	26	10	-8	10	5	-13	6	9

З представлених в даній таблиці результатів видно, що деякі замовлення мають негативні значення часу, що залишився. Наявність негативного часу вказує на запізнювання виконання замовлення, що свідчить про невиконання замовлення в термін. Це означає, що призначені раніше вимоги при виконанні портфеля замовлень не були виконані. Невиконання портфеля замовлень призводить до штрафних санкцій, втрати прибутку, розриву укладених договорів, падіння іміджу підприємства тощо.

Зміну величини штрафів, в залежності від збільшення часу запізнювання виконання замовлень, представлено в таблиці 6.58. Для прикладу, штраф за одну годину запізнювання складає 300 грн. Величина штрафу розрахована за виразом (5.9).

Таблиця 6.58 – Штрафи за несвоєчасне виконання замовлень

Вр. запоздывания ч.	Штраф грн.
1	300
2	1200
3	2700
4	4800
5	7500
6	10800
7	14700
8	19200
9	24300
10	30000
11	36300
12	43200
13	50700
14	58800

Зміну штрафів, в залежності від часу запізнювання, за даними цієї таблиці, показано на графіку, представленою на рис. 6.18.

На графіку показано значне зростання величини штрафів залежно від збільшення часу запізнювання.

Ця обставина підтверджує необхідність переходу до прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами для мінімізації таких відхилень, що досягається застосуванням програмного засобу «Модуль прецедентного управління».

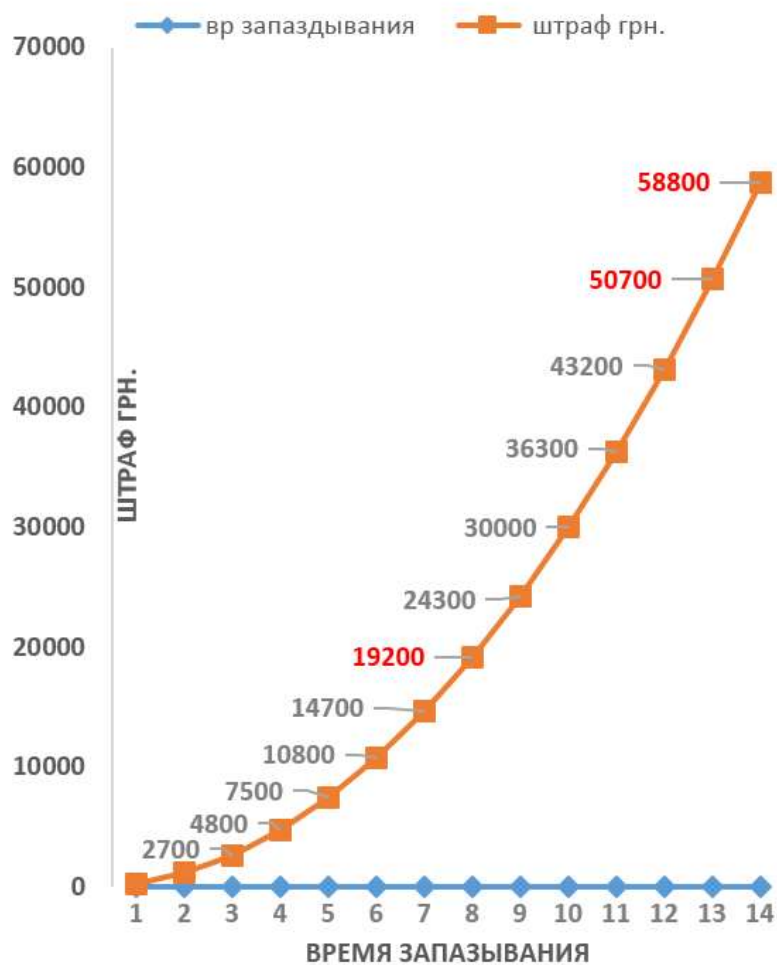


Рисунок 6.29 – Графік зміни штрафів в залежності від часу запізнювання.

В таблиці 6.59 представлені підсумкові дані про час виконання замовлень отримані з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління».

Таблиця 6.59 – Дані про час виконання замовлень, отримані з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Засіб «Модуль прецедентного управління»	Закази									
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Час за договором	120	110	100	70	80	75	90	96	95	80
Час фактичний	120	106	84	60	72	70	75	94	90	76
Час, що залишився	0	4	16	10	8	5	15	2	5	4

Для наочності, за даними таблиці 6.57 і таблиці 6.59 розроблена гістограма, представлена на рисунку 6.30. Такі гістограми дають можливість ОПР оперативно оцінювати стан виконання кожного замовлення і при необхідності коригувати черговий порядок запуску бізнес-процесів для знаходження оптимального «керуючий вплив» після проходження кожного прогону.

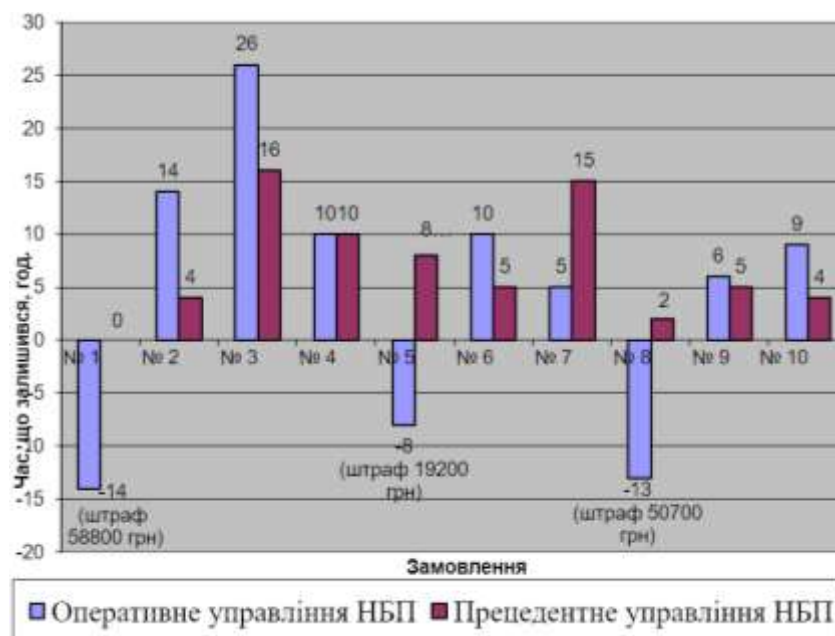


Рисунок 6.30 – Порівняння оперативного та прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами

Використання прецедентного управління забезпечило своєчасне

виконання наскрізних бізнес-процесів, тоді як при використанні лише контуру оперативного управління бізнес-процесами три процеси завершилися би із запізненням, що привело б до суттєвих фінансових втрат внаслідок штрафних санкцій. Отриманий в результаті використання двоконтурного управління резерв часу складає не менше 8% від загального часу виконання бізнес-процесів, що дає можливість розширити портфель замовлень та реалізувати додаткові процеси при використанні тих самих спільних ресурсів.

Впровадження технології прецедентного управління при розробці групи програмних проектів з комплексної автоматизації страхових компаній забезпечило скорочення витрат часу на реалізацію таких проектів за рахунок раціонального використання трудових ресурсів представлені в таблиці 6.60.

Таблиця 6.60 – Порівняльна таблиця виконанні робіт за допомогою оперативного та прецедентного управління НБП

Время	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15
Оперативне управління НБП	83	112	110	104	85
Прецедентне управління НБП	68	95	100	82	80
Час заощаджений, год.	15	17	10	12	5
Час заощаджений, %.	22,06	17,89	10,00	14,63	6,25

Зменшення витрат часу при одночасному виконанні робіт за п'ятьма проектами відображено на рис. 6.31.

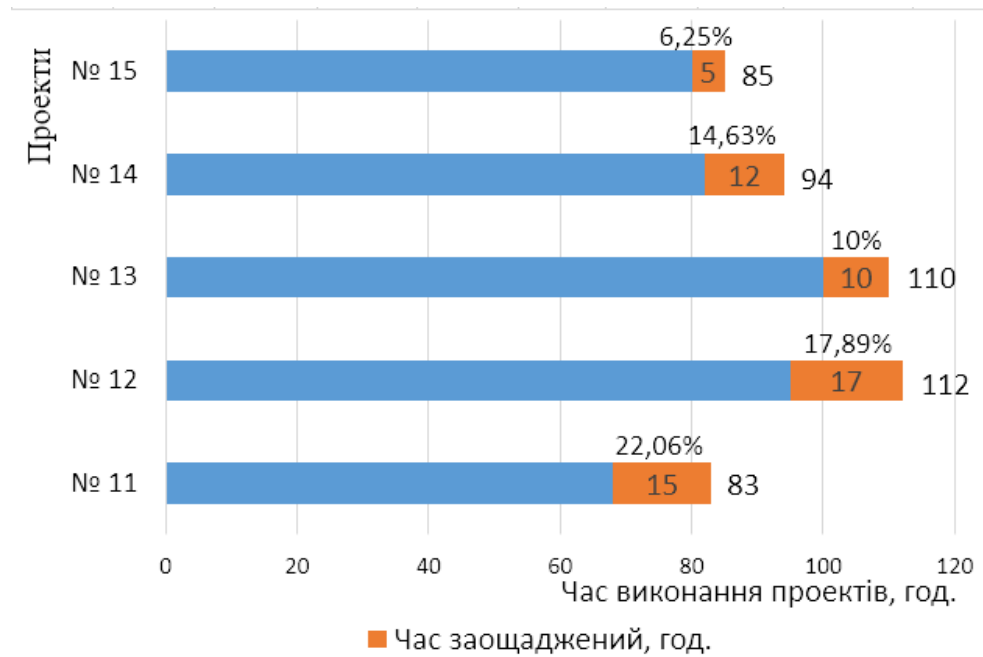


Рисунок 6.31 – Скорочення витрат часу на виконання програмних проектів при використанні прецедентного управління

Застосування розроблених методів і моделей, що використовують прецедентний підхід, дало можливість скоротити витрати часу на виконання кожного проекту від 10% до 22%.

6.6 Висновки до шостого розділу

1. Проведено реалізацію інформаційної технології побудови прецедентів групи наскрізних бізнес-процесів на прикладі поліграфічного підприємства «Юнісофт» на основі даних, отриманих з логу подій. В результаті отримано прецедент, що описує на по дієвому рівні групу наскрізних бізнес-процесів.

2. Розроблено алгоритм знаходження «керуючий вплив» у вигляді встановлення пріоритетів запуску кожного бізнес-процесу в конкурентних точках за критерієм мінімального часу очікування їхнього доступу до необхідних ресурсів. Для його реалізації розроблено схему алгоритму, а для

опису використані регулярні вирази алгебри подій (РВАП).

3. Проведено реалізацію інформаційної технології прецедентного управління групою наскрізних бізнес-процесів, встановленням пріоритетів запуску групи наскрізних бізнес-процесів в конкурентних точках у відповідності до отримання необхідного результату, з використанням розробленого програмного засобу модуля прецедентного управління.

4. Здійснено процедуру отримання необхідного «керуючий вплив» у вигляді визначення пріоритетів запуску бізнес-процесів на першому прогоні з використанням критерію максимального часу, що залишився.

5. Розроблено алгоритм і здійснений процес знаходження варіанту «керуючий вплив» ОПР коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів за критерієм максимального запізнювання виконання бізнес-процесів при другому прогоні.

6. Проведено знаходження кращого варіанта «керуючий вплив» ОПР коригуванням пріоритетів запуску бізнес-процесів в комбінованому режимі ОПР і автоматичному за критерієм максимального часу невиконання бізнес-процесів при третьому прогоні.

7. Розроблено алгоритм перевірки можливості знаходження кращого варіанта «керуючий вплив» і його реалізація ОПР при фіксації трьох і більше конкурентних точок при четвертому прогоні. Для його реалізації розроблено схему алгоритму, а для опису використані регулярні вирази алгебри подій (РВАП).

8. Розроблено програмний засіб «Модуль прецедентного управління», основним призначенням якого є підтримка процесу отримання ОПР різних варіантів Рішень з управління наскрізними бізнес-процесами у вигляді встановлення пріоритетів їх запуску.

9. Проведено порівняння традиційного і двоконтурного процесу отримання «керуючий вплив» при управлінні наскрізними бізнес-процесами, яке довело, що застосування розроблених методів, моделей та інформаційних

технологій при прецедентному управлінні дало можливість своєчасно виконати замовлення, отримати резерв часу, що дає можливість розширити портфель замовлень та реалізувати додаткові процеси при використанні тих самих спільних ресурсів.

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному списку використаних джерел під номерами [19,106,107,239,273,274].

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота має теоретичне значення й містить нові, обґрунтовані результати, які розв'язують важливу науково-прикладну проблему створення концептуальних основ, методів, моделей та інформаційних технологій управління наскрізними бізнес-процесами підприємства на основі прецедентного підходу для підвищення ефективності процесного управління в умовах обмежень на час виконання бізнес-процесів та використання спільних ресурсів цими процесами.

Основні наукові та практичні результати роботи полягають у такому.

1. Проведено аналіз існуючих підходів, моделей та методів управління бізнес-процесами. Визначено ключові властивості множини наскрізних бізнес-процесів як процесів зі змінною тривалістю і змінною послідовністю дій, які функціонують в оточенні аналогічних бізнес-процесів і конкурують з ними за спільні ресурси, що ускладнює використання традиційних підходів до процесного управління та свідчить про важливість розробки методів та технологій управління сукупністю наскрізних бізнес-процесів підприємства.

2. Розроблено концепцію двоконтурного управління наскрізними бізнес-процесами. Згідно даної концепції, традиційний контур оперативного управління окремими наскрізними бізнес-процесами доповнюється контуром прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів підприємства, що використовують спільні ресурси. Використання другого контуру управління дає можливість зменшити затримки бізнес-процесів при доступі до спільних ресурсів, що створює умови для завершення в строк всієї сукупності наскрізних бізнес-процесів підприємства.

3. Удосконалено категорно-функторну модель життєвого циклу бізнес-

процесів підприємства. Модель, на відміну від існуючих, описує послідовність випуску продукції підприємством як єдину систему типових взаємодіючих бізнес-процесів із визначеними цілями та результатами. Категорно-функторна модель дає можливість враховувати цілі та результати системи бізнес-процесів при реалізації прецедентного процесного управління.

4. Отримала подальший розвиток логічна модель множини наскрізних бізнес-процесів. Модель, на відміну від існуючих, містить набір можливих послідовностей дій, які забезпечують досягнення цілей процесів, а також правила виконання цих дій, що враховують доступність ресурсів бізнес-процесу. Модель забезпечує можливість побудови прецедентів бізнес-процесів у формі послідовностей дій з ресурсними обмеженнями та подальшого використання цих прецедентів для управління множиною наскрізних бізнес-процесів.

5. Отримала подальший розвиток узагальнена модель прецеденту наскрізного бізнес-процесу. Модель, на відміну від існуючих, містить у собі множину варіантів виконання бізнес-процесу. Кожен з цих варіантів представляється у вигляді послідовності подій як результатів виконання робіт процесу із заданою множиною обмежень для кожного варіанту, а також множиною локальних результатів. Модель дає можливість адаптувати прецедент при управлінні бізнес-процесами шляхом послідовного вибору підмножини результатів та варіантів вирішення задачі відповідно до поточних обмежень предметної області.

6. Удосконалено узагальнений метод формування, пошуку та використання прецеденту наскрізного бізнес-процесу. Метод, на відміну від існуючих, містить у собі етапи вибору прецеденту відповідно до цілі та очікуваного результату наскрізного бізнес-процесу, а також адаптації моделі

прецеденту з урахуванням поточних ресурсних обмежень, що створює умови для реалізації прецедентного управління сукупністю взаємопов'язаних наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси.

7. Вперше запропоновано інтервальну модель наскрізного бізнес-процесу як рішення задачі в складі прецеденту. Модель об'єднує множину послідовностей подій, що відображають виконання дій процесу і множину послідовностей інтервалів часу, які відповідають діям процесу. Модель дає можливість підвищити ефективність управління наскрізними бізнес-процесами на основі врахування прогнозованої тривалості виконання бізнес-процесів та обмежень на час завершення цих процесів.

8. Вперше запропоновано метод побудови інтервальної моделі наскрізного бізнес-процесу. Метод містить етапи формування множини інтервалів подій, що відповідають діям процесу, множин послідовних та паралельних дій, об'єднання множин інтервалів та доповнення отриманої моделі часовими оцінками інтервалів подій, що дає можливість врахувати інтервали очікування ресурсів при реалізації прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів.

9. Удосконалено метод виявлення інтервалів очікування ресурсів при виконанні наскрізного бізнес-процесу. Метод, на відміну від існуючих, передбачає відбір підмножин атрибутів подій, які забезпечують виконання умов переходу до очікування ресурсів, та формування дерева рішень, яке зв'язує набір значень атрибутів з переходом, що дозволяє виявити можливості несвоєчасного виконання дій бізнес-процесу і тим самим забезпечити скорочення затримок при його виконанні.

10. Вперше запропоновано метод адаптації прецеденту наскрізного бізнес-процесу з урахуванням часу його виконання. Метод залишає у складі прецеденту послідовності дій бізнес-процесу, які дозволяють досягти

результату процесу при заданих ресурсних обмеженнях та обмеженнях на час виконання наскрізного бізнес-процесу. Метод дає можливість реалізувати прецедентне управління наскрізними бізнес-процесами з урахуванням затримок доступу до спільних ресурсів підприємства.

11. Вперше запропоновано метод прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів шляхом встановлення пріоритетів у використанні спільних ресурсів на основі обчислення часу відхилень від строків завершення бізнес-процесів внаслідок затримок при доступі до ресурсів. Метод дає можливість підвищити ефективність процесного управління за рахунок виконання додаткових процесів на спільних ресурсах підприємства при задоволенні обмежень на час виконання сукупності наскрізних бізнес-процесів.

12. Розроблено інформаційні технології побудови прецедентів наскрізних бізнес-процесів та прецедентного управління множиною наскрізних бізнес-процесів, що використовують спільні ресурси. Розроблені технології використовують запропоновані моделі наскрізних бізнес-процесів та прецедентів таких процесів, методи їх побудови, а також методи, що забезпечують реалізацію управління сукупністю наскрізних бізнес-процесів з використанням прецедентів. Технології забезпечують реалізацію управління наскрізними бізнес-процесами шляхом встановлення послідовності доступу до спільних ресурсів з урахуванням часу завершення кожного з цих процесів.

13. Розроблено модуль підтримки прецедентного управління, що реалізує запропоновані інформаційні технології та дає можливість зменшити сумарні затримки доступу до ресурсів підприємства. Результати дисертаційної роботи впроваджені: у поліграфічному підприємстві «Юнісофт» (акт впровадження від 10.09.17, економічний ефект 60000 грн.); у ТОВ «ПрофІТсофт», (акт впровадження від 03.07.2020 р.); в АТ

«НДІ лазерних технологій», (акт впровадження від 18.11.16 р.); в освітній процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт впровадження від 14.05.21 р.). Впровадження у виробництво розроблених інформаційних технологій забезпечило скорочення трудових витрат й витрат часу на 8% у галузі поліграфічного виробництва на підприємстві «Юнісофт», та більше ніж на 10% у галузі розробки програмного забезпечення для страхових компаній, у ТОВ «ПрофІТсофт», а також зниження ризиків появи вузьких місць через уточнення ролей їх власників у АТ «НДІ Лазерних технологій», що підтверджено відповідними актами впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 34.003–90 Автоматизированные системы. Требования и определения Введ. 01.01.1992. URL: <http://www.vashdom.ru/gost/34.003-90/>.
2. ГОСТ 34.601–90. Автоматизированные системы. Стадии создания. Введ. 01.01.1992. М.: Изд-во стандартов, 1997. 10 с.
3. ДСТУ 3008:2015. Структура та правила оформлювання. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 26 с.
4. ГОСТ ИСО/МЭК 15288–2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. Введ. 01–01–2007. М.: Стандартинформ, 2006. 57 с.
5. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-1–2004. Информационная технология. Открытая распределенная обработка. Базовая модель. Часть 1. Основные положения. Введ. 04–02–2004. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 81 с.
6. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-2–2000. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая распределенная обработка. Часть 2. Базовая модель. Введ. 26–12–2000. М.: Стандартинформ, 2006. 27 с.
7. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-3–2001. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая распределенная обработка. Часть 3. Архитектура. Введ. 20–11–2001. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 57 с.
8. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-4–2004. Информационная технология. Открытая распределенная обработка. Базовая модель. Часть 4.

Архитектурная семантика.

Введ. 04–02–2004. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 34 с.

9. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.

10. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Методы, модели и информационные технологии процессного управления полиграфическим производством: монография. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

11. Вендров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов.

Jet Info. 2004. №10. С. 5-8.

12. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учеб. Пособие. М.: Инфра-М, 2005. 319 с.

13. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. 408 с.

14. Репин В.В. Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация. М.: Стандарты и качество, 2007. 239 с.

15. Афилов Э.А. Планирование на предприятии: учеб. пособ. Мн.: Высшая школа, 2001. 120 с.

16. Губин С.В., Боярчук А.В. Информационные технологии в логистике: курс лекций для высших технических учебных заведений. Киев: «Миллениум», 2009. 60 с.

17. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. М.: РИА «Стандарты и качество» 2003. 272 с.

18. Эккерсон У.У. Панели индикаторов как инструмент управления: ключевые показатели эффективности, мониторинг деятельности, оценка результатов. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 395 с.

19. Разработка стратегии развития. Эффективное управление российскими компаниями: учебные материалы / под ред. М.П. Синявиной, А.Н. Бурмистрова. СПб, Решение, 1999. 70 с.

20. Коттер Дж. Лидерство Мацуситы. Уроки выдающегося предпринимателя XX века. М.: Альпина Паблишер, 2011. 256 с.

21. Ананьев О.М., Білик В.М., Гончарук Я.А. Інформаційні системи і технології комерційної діяльності: підручник. Львів: Новий Світ-2000, 2006. 584 с.

22. Практика и проблематика моделирования бизнес процессов / Всяких Е.И., Зуева А.Г., Носков Б.В. и др.; под ред. И.А. Треско. М.: ДМК Пресс, 2008. 246 с.

23. Бондаренко М.Ф., Маторин С.И., Соловьева Е.А. Моделирование и проектирование бизнес-систем: методы, стандарты, технологии. Харьков: СМИТ, 2004. 272 с.

24. OMG Systems Modeling Language. URL: <http://www.omgsysml.org/>.

25. Meta data coalition open information model, business engineering model, business rules, review draft, Kista, Dept. of Computer and Systems Science, Royal Institute of Technology (KTH) and Stockholm University, July 1999. URL: <http://www.mdcinfo.com/OIM/models/BRM.html/>

26. Казанский Д.Л. К вопросу формализации понятий «бизнес-система», «бизнес-процесс», «бизнес-функция». Информационные технологии. 1997. № 2. С. 22–27.

27. Глушков В.М. Моделирование развивающихся систем. М.: Наука, 1987. 350 с.

28. Шельмин Е.В. Эффективная система на основе процессного управления: проблемы, анализ, решение. М.-СПб.: Вершина, 2007. 218 с.

29. Черемных О.С., Черемных С.В. Стратегический корпоративный реинжиниринг: процессно-стоимостной подход к управлению бизнесом: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям: «Финансы и кредит», «Бух. учет, анализ и аудит», «Мировая экономика», «Налоги и налогообложение». М.: Финансы и статистика, 2005. 734 с.

30. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов. М.: СИНТЕГ, 2000.

31. Танашева О.Г., Хакимова Е.А. Повышение конкурентоспособности организаций жилищно-коммунального хозяйства на основе процессного подхода в управлении. Челябинск.: Челяб. гос. ун-т., 2008. 71 с.

32. Щенников С.Ю. Реинжиниринг бизнес-процессов: эксперт. моделирование, упр., планирование и оценка. М. Ось-89, 2004. 287 с.

33. Гританс Я.М. Организационное проектирование и реструктуризация (реинжиниринг) предприятий и холдингов: экономические, управленческие и правовые аспекты: (практ. пособие по упр. и финансовому консультированию). 2-е изд., доп. М.: Волтерс Клувер, 2008. 213 с.

34. Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль.: Центр качества, 2003. 239 с.

35. Попов А.Н., Пряхин Г.Н. Формирование культуры системного управления бизнес-процессами: препр. Челябинск: Фрегат, 2002. 115 с.

36. Колобова И.Н., Кузнецов С.С. Управление таможенными органами на основе процессно-ориентированного подхода: монография. М.: Рос. тамож. акад., 2010. 139 с.

37. Ротер М., Шук Д. Учитесь видеть бизнес-процессы: практика построения карт потоков создания ценности. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс: CBSD, 2006. 133 с.

38. Менеджмент процессов / пер. с нем. Вилков Л. А.; под ред. Й. Беккера. М.: ЭКСМО, 2008. 358 с.
39. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2011. 317 с.
40. Пригожин А.И. Методы развития организаций. М.: МЦФЭР, 2003. 863 с.
41. Лопатин В.А. Управление бизнес-процессами. Управление в кредитной организации. 2011. №5. С. 55-66.
42. Харрингтон Дж., Эсселинг К.С., Нимвеген Х. Оптимизация бизнес-процессов. Документирование, анализ, управление, оптимизация. СПб.: Азбука, 2002. 318 с.
43. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
44. W.M.P. Van der Aalst. Business Process Management. A Personal View. Business Process Management. 2004. 10 (2). P. 135-139.
45. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М.: Альпина Паблишер, 2014. 417 с.
46. Масааки И. Гемба кайдзен. Путь к снижению затрат и повышению качества. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 345 с.
47. Кузьмина М.С. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отраслях производственной сферы. М.: КноРус, 2013. 248 с.
48. Просветов Г.И. Учет затрат и калькулирование себестоимости. Задачи и решения. М.: Альфа-Пресс, 2009. 320 с.
49. Черных И.Н., Хамидуллина З.Ч. Организация учета затрат по центрам ответственности. М.: КноРус, 2010. 160 с.

50. Дворянкин А.М., Ветрова А.А., Щербинина О.В. Реинжиниринг социально-экономической системы управления вузом (на основе ИКТ): монография / под ред. А.П. Лунева. Астрахань: Астрах. ун-т, 2004. 100 с.

51. Иванов В.С., Сухов С.В. Организационное управление и реинжиниринг бизнес-процессов: монография. Ч. 1. Ярославль: МУБиНТ, 2002. 95 с.

52. Романова О.С. Процессное управление предприятиями хлебопекарной промышленности: монография. М.: Хлебпродинформ, 2006. 256 с.

53. Адлер Ю., Щепетова С. Процессное описание бизнес-основ для системы экономики качества. Стандарты и качество. 2002. №2. С. 66–69.

54. Analysis Methods. Monographs in Theoretical Computer Science. Springer-Verlag, 1994. 217 p.

55. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: компонент. Методология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2004. 318 с.

56. Исаев Г.Г., Чернышев И.В. Реинжиниринг бизнес-процессов: учеб.-метод. Комплекс. Ульяновск: УлГТУ, 2003. 133 с.

57. Кутелев П.В., Мишурова И.В. Технология реинжиниринга бизнеса: учеб.-практ. пособие: для рук. и специалистов различ. отраслей экономики, студентов и преподавателей вузов. М.: МарТ, 2003. 175 с.

58. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе. 2-е изд. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007. 286 с.

59. Медынский В.Г., Ильдеменов С.В. Реинжиниринг инновационного предпринимательства: учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, 1999. 413 с.

60. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информ. Технологии. М.: Финансы и статистика, 1997. 332 с.

61. Робсон М. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов М.: НИТИ, 1997. 221 с.
62. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. СПб.: СПбУ. 1997. 332 с.
63. Ивлев В.А., Попова Т.В. Реорганизация деятельности предприятий: от структурной к процессной организации. М.: Научтехлитиздат, 2000. 216 с.
64. Колинз Г., Блей Дж. Структурные методы разработки систем: от стратегического планирования до тестирования. М.: Финансы и статистика, 1986. 264 с.
65. Марка Д.А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. М.: Финансы и статистика, 1993. 316 с.
66. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. М.: Конкорд, 1992. 519 с.
67. Левыкин В.М., Евланов М.В., Керносов М.А. Паттерны проектирования требований к информационной системе: моделирование и применение: монография. Харьков: СМІТ, 2014. 320 с.
68. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Д. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2010. 366 с.
69. Фримен Э., Фримен Э., Сьерра К., Бейтс Б. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2011. 656 с.
70. Кериевски Дж. Рефакторинг с использованием шаблонов. М.: Вильямс, 2006. 400 с.
71. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования: практическое руководство. 3е издание. М.: Вильямс, 2013. 736 с.
72. Richter M.M., Weber R.O. Case-Based Reasoning. A Textbook. Springer. 2013. 546 p.

73. Aha D.W., Molineaux M., Ponsen M. Learning to win: Case-based plan selection in a real-time strategy game. Proceedings of the Sixth International Conference on Case-Based Reasoning. Springer. 2005. 20 p.

74. Яворская В.В., Коваленко А.Н. Прецедентный подход к решению задачи поддержки принятия решений при ликвидации аварий на шахтах. Информатика и компьютерные технологии. 2011. С. 182-184.

75. Bergmann R. Experience Management: Foundations, Development Methodology, and Internet-Based Applications. Springer. 2002. 393 p.

76. Юрин А.Ю. Методы группового выбора для адаптации решений, полученных в результате рассуждений на основе прецедентов. Искусственный интеллект и принятие решений. 2013. № 3. С. 95-102.

77. Callan J.P., Croft W.B., Harding S.M. The INQUERY Retrieval System. Database and Expert Systems Applications: Proceedings of the International Conference in Valencia, Spain. Springer Verlag, NY. 1992. P. 78-83.

78. Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Применение прецедентного подхода для автоматизированной идентификации технического состояния деталей механических систем. Автоматизация и современные технологии. 2009. № 5. С. 3-12.

79. Бредихин К.Н., Варшавский П.Р. Архитектура системы распределенного вывода на основе прецедентов для интеллектуальных систем. Программные продукты и системы. 2011. №1. С. 50-53.

80. Kolodner J.L., Simpson R.L. The MEDIATOR: Analysis of an early case-based problem solver. Cognitive Science 13. 1989. P. 507-549.

81. Kolodner J. Case-based Reasoning. Magazin Kaufmann. San Mateo. 1993. 386 p.

82. Leake D.B. CBR in Context: The Present and Future. Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions. AAAI Press/MIT Press. 1996. P. 3-30.

83. Nikolaychuk O.A., Yurin A.Y. Computer-aided identification of mechanical system's technical state with the aid of case-based reasoning. Expert Systems with Applications. 2008. vol. 34.

84. Робсон М., Уллах Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: практ. рук. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 221 с.

85. Беляков С.Л., Гордиенко Л.В. Прецедентный анализ логистических операций в геоинформационных системах // Программные продукты и системы. 2008. № 4. С. 114-117.

86. Powell J.H., Hauff B.M., Hauff O.M., Hastings J.D. Utilizing casebased reasoning and automatic case elicitation to develop a self-taught knowledgeable agent. Challenges in Game Artificial Intelligence: Papers from the AAAI Workshop. AAAI Press. 2004. 78 p.

87. Richter M.M., Wess S. Similarity, Uncertainty and Case-Based Reasoning in PATDEX. Automated Reasoning Series. Springer Verlag. 1991. Volume 1. P. 249-265.

88. Riesbeck C.K., Schank R. Inside Case-based Reasoning. Erlbaum. Northvale. NJ. 1989. 97 p.

89. Stahl A. Learning feature weights from case order feedback in D. Aha & I. Watson, 'Case-Based Reasoning Research and Development. 4th International Conference on Case-Based Reasoning. Canada. 2001. P. 502-516.

90. Voss A. Case Design Specialists in Fabel. Issues and applications of CBR in Design eds. M.L. Maher and P. Pu. London. Lawrence Erlbaum. 1997. P. 301-335.

91. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Использование прецедентов для обоснования мероприятий по предотвращению отказов механических систем. КИИ-2008: труды конференции. 2008. Т. 2. С. 106-114.

92. Craw S, Jarmulak J, Rowe R.C. Learning and applying case-based adaptation knowledge. 4th International Conference on Case-Based Reasoning. Springer: New York, US. 2001. P. 17.

93. Wilke W., Vollrath I., Altho K.-D., Bergmann R. A framework for learning adaptation knowledge based on knowledge light approaches. Fifth German Workshop on Case-Based Reasoning. 1997. P. 7.

94. Francis A., Ram Jr. A. Computational Models of the Utility Problem and their Application to a Utility Analysis of Case-Based Reasoning. Workshop on Knowledge Compilation and Speed-Up Learning. 1994. P. 48-55.

95. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. Искусственный интеллект и принятия решений. 2009. №2. С. 45-47.

96. Rissland E.L, Skalak D.B., Friedman M.T. Heuristic Harvesting of Information for Case-Based Argument. The 12th National Conference on Artificial Intelligence. AAAI. Seattle, WA. 1994. P. 36-43.

97. Branting L.K. Learning FeatureWeights from Customer Return-Set Selections. Knowledge and Information Systems. 2004. Volume 6. Issue 2. P. 188-202.

98. Черный С.Г. Применение case-based reasoning для поддержки принятия решений. Вестник ХТНУ. Информационные технологии. 2010. № 2 (38). С. 336-342.

99. Юрин А.Ю., Малтугуева Г.С. Применение методов группового выбора в составе прецедентных экспертных систем для обоснования

мероприятий по предотвращению повторных отказов технологического оборудования. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2012. №9. С. 26-34.

100. Гордиенко Л.В. Использование прецедентного анализа при решении логистических задач. Интеллектуальные системы и технологии. Научная сессия МИФИ-2008. Том 10. 2008. С. 47.

101. Auslander B., Lee-Urban S., Hogg C., Munoz-Avila H. Recognizing the enemy: Combining reinforcement learning with strategy selection using case-based reasoning. *Advances in Case-Based Reasoning*. Springer. 2008. P. 59-73.

102. Гуияр Ф.Ж., Келли Д.Н. Преобразование организации. М.: Дело, 2000. 375 с.

103. Baydin A.G., Mantaras R.L., Simoff S., Sierra C. CBR with Commonsense Reasoning and Structure Mapping: An Application to Mediation. 19th International Conference on Case-Based Reasoning. London. 2011. P. 378.

104. Watson I. Case-based reasoning is a methodology not a technology. *Knowledge-based systems*. 1999. № 12. P. 303-308.

105. Wilke W., Bergmann R. Techniques and Knowledge Used for adaptation. During Case-Based Problem Solving. 11th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and ExpertSystems, IEA-98. 1998. P. 121.

106. Палагин А.В., Петренко Н.Г., Малахов К.С. Методика проектирования онтологии предметной области. Комп'ютерні засоби, мережі та системи. 2011. № 10. С. 5-12.

107. Палагин А.В. Архитектура онтологоуправляемых компьютерных систем. Кибернетика и системный анализ. 2006. 42. № 2. С. 111-124.

108. Палагін О.В., Петренко М.Г. Архітектурно-онтологічні принципи розбудови інтелектуальних інформаційних систем. Математичні машини і системи. 2006. № 4. С. 15-20.
109. Палагін О.В., Петренко М.Г. Розбудова абстрактної моделі мовно-онтологічної інформаційної системи. Математичні машини і системи. 2007. № 1. С. 42-50.
110. Smyth B., Cunningham P. The utility problem analyzed: A case-based reasoning perspective. EWCBR-96. 1996. P. 392-399.
111. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Холод И.И., Тесс М.Д., Елизаров С.И. Анализ данных и процессов: учеб. Пособие. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512 с.
112. W.M.P. van der Aalst. Process Mining. Discovery, Conformance and Enhancement of Business Process. Springer. Verlag, Berlin Heidelberg. 2011. P. 370.
113. Cook J.E., Du Z., Liu C., Wolf A.L. Discovering Models of Behavior for Concurrent Workows. Computers in Industry. 2004. 53 (3). P. 297-319.
114. Process Mining: знакомство. Анализ и проектирование систем. URL: <http://habrahabr.ru/post/244879/>.
115. Репин В.В. Добавленная стоимость процесс-майнинга. URL: finexpert.ru/view/dobavlennaya_stoimost_protsses_mauninga/868.
116. Коптелов А. Process Mining: технология анализа процессов. CNews. Аналитика. URL: http://www.cnews.ru/reviews/bi_bigdata_2014/articles/process_mining_tehnologiya_analiza_protssesov.
117. ProM Tips – Which Mining Algorithm Should You Use? URL: fluxicon.com/blog/2010/10/prom-tips-mining-algorithm/.

118. W.M.P. van der Aalst and B.F.Dongen. Discovering Workflow Performance Models from Timed Logs. In Y. Han, S. Tai, and D. Wikarski, editors. International Conference on Engineering and Deployment of Cooperative Information System. 2002. Volume 2480 of Lecture Notes in Computer Science. P. 45-63.

119. Reijers H.A., Vanderfeesten I.T.P., van der Aalst W.M.P. The Effectiveness of Workflow Management Systems: A Longitudinal Study. International Journal of Information Management. 2016. 36 (1). P. 126-141.

120. Vanderfeesten I., Reijers H.A., van der Aalst W.M.P. Product-Based Workflow Support. Information Systems. 2011. 36 (2). P. 517-535.

121. Van Dongen B.F., van der Aalst W.M.P. EmiT: A Process Mining Tool. In Jordi Cortadella and Wolfgang Reisig, editors, ICATPN. 2004. Volume 3099 of Lecture Notes in Computer Science. P. 454-463.

122. Van Dongen B.F., de Medeiros A.K.A., Wenn L. Process Mining: Overview and Outlook of Petri Net Discovery Algorithms. Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II. Berlin: Springer. 2009. № 5460. P. 225-242.

123. Деревянко А.С., Солощук М.Н. Технологии и средства консолидации информации: учеб. Пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2008. 432 с.

124. Gunther C., Aalst W. Fuzzy Mining: Adaptive Process Simplification Based on Multi-perspective Metrics. International Conference on Business Process Management. Berlin: Springer-Verlag. 2007. № 4714. P. 328-343.

125. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. М.: Финансы и статистика, 2001.

126. Калашян А.Н., Калянов Г.Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии. М.: Финансы и статистика, 2003. 212 с.

127. Петров Ю.А., Шлимович Е.Л., Ирюпин Ю.В. Комплексная автоматизация управления предприятием: Информационные технологии – теория и практика. М.: Финансы и статистика, 2001. 160 с.
128. Згуровский М.З., Павлов А.А. Труднорешаемые задачи комбинаторной оптимизации в планировании и принятии решений: монография. К.: Наукова думка. 2016. 715 с.
129. Подчасова Т.П., Португал В.М. Эвристические методы календарного планирования. К.: Техника, 1980. 140 с.
130. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRPII. СПб: Питер, 2005. 416 с.
131. Устинова Г.М. Информационные системы менеджмента. СПб.: ДиаСофтЮП, 2000. 360 с.
132. Єжова Л.Ф. Інформаційний маркетинг. К.: КНЕУ, 2002. 560 с.
133. Гайфулин Б.Н. АСУ предприятиями Стандарт ERP/MRPII. М.: Интерфейс-пресс, 2000. 102 с.
134. Рыбников А.И. Системы управления предприятием типа ERP. М.: Азроконсалт, 1999. 214 с.
135. Кутыркин С.Б., Волчков С.А., Балахонова И.В. Повышение качества предприятия с помощью информационных систем класса ERP. Методы менеджмента качества. 2000. №4. С. 13-19.
136. Волчков С.А. Мировые стандарты управления промышленным предприятием в информационных системах (ERP системах). Организатор производства. 1999. №1. С. 43-46.
137. APICS Dictionari 6 ed. VA: APICS, 1987.
138. APICS Bibliographi 11 ed. VA: APICS, 1987.
139. Монахова Б., Альтшулер И. Что такое APICS?-Компьютерная неделя, 1997, № 20.

140. Зак Ю.А. Оптимальное распределение технологических операций на сборочном контейнере. Кибернетика. 1990. №4. С. 45-54.
141. Описание CRM-систем (операционные, аналитические, комбинированные). URL: <http://crm.web-3.ru/html>.
142. Опис программного продукту Terrasoft CRM. URL: <https://www.terrasoft.ua>.
143. Меняев М.Ф. ИТ управления. Системы управления организацией: уч. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 464 с.
144. Черкашин П.А. Готовы ли Вы к войне за клиента? Стратегия управления взаимоотношениями с клиентами (CRM). М.: ИНТУИТ.ру, 2004. 384 с.
145. Портал систем автоматизации полиграфического производства. URL: <http://old.asup.pechatnick.com/system.phtml?id=47>.
146. Logicum. URL: <http://www.pol-europe.net/index.php.sid=216>.
147. Маклаков, С.В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. 422 с.
148. Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами. М.: Альпин5 Бизнес-Букс, 2008. 283 с.
149. Планирование и управление в автоматизированном производстве / под ред. Шкурбы В.В. К.: Наукова думка, 1985. 236 с.
150. Каменнова М., Громов А., Ферапонтов М., Шматалюк А. Моделирование бизнеса. Методология ARIS. М.: Весть-МетаТехнология, 2001. 327 с.
151. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримкі прийняття рішень: монографія. К.: ЦУЛ, 2003. 203с
152. Система “ПАРУС-Менеджмент и маркетинг” функциональные возможности. 2002. 32 с.

153. Проектирование и внедрение АСУП / под общ. ред. В.М. Глушкова. К.: Техніка, 1974. 191 с.
154. Основы системного анализа и проектирования АСУ / под общ. ред. А.А. Павлова. К.: Выща школа, 1991. 367 с.
155. Пономоренко В.С. Проектирование информационных систем. К.: Академия, 2002. 486 с.
156. Береза А.М. Основы створення інформаційних систем: навч. посібник. 2 видання, перероблене і доповнене. К.: КНЕУ, 2001. 205 с.
157. Шаховская Н.Б. Проектування інформаційних систем: навч. посібник. Львів: Магнолія, 2017. 380 с.
158. Chalyi S., Levykin I., Petrychenko A., Bogatov I. Causality-based model checking in business process management tasks. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT. 2018. P. 453-458. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409176.
159. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Концепция процессного управления на основе прецедентного подхода. Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф. (11-16 сентября 2017 г., Харьков). Х.: НТМТ, 2017. С. 247-248.
160. Чалий С.Ф., Левыкин И.В., Кальницька А.Ю. Постановка задачі прецедентного управління наскрізними бізнес-процесами. АСУ и приборы автоматики. 2018. Вып. 175. С. 19-26.
161. Логвиненко Е. В. Моделі та інформаційні технології оперативного управління замовлення поліграфічного підприємства: дисертація. канд. техн. наук: 05.13.06 – інформаційні технології.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники. Харків, 2013. 202 с.

162. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Усовершенствованные математические модели операции заказа и оборудования полиграфического оборудования. АСУ и приборы автоматики. Харьков: ХНУРЭ. 2012. № 144. С. 131-135.

163. Ткаченко В.Ф., Попов А.В., Ефанов А.В., Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Математическая модель задачи определения номенклатуры продукции полиграфического предприятия с учетом производственных и рыночных факторов. Наука и образование: Сб. трудов по материалам II Международного научно-методического семинара. Дубай, 2011. С. 331.

164. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Концептуальная модель задач портфеля заказов полиграфического производства. Наука и социальные проблемы общества: информатизация и информационные технологии: сб. материалов VI-ой Международной научно-практической конференции. Харьков, 2011. С. 331-332.

165. Левыкин И.В., Куц И.А. Реализация задачи загрузки оборудования методом теории расписания в MES-системах. Вост.-Европ. журн. передовых технологий. 2011. № 1/10. С. 26-28.

166. Левыкин И.В. Исследование функционального и процессного подходов управления полиграфическим предприятием. Информационные системы и технологии: материалы 5-й Международ. науч.-техн. конф. (12-17 сентября 2016 г., Харьков): тезисы докладов. Х.: НТМТ, 2016. С. 269-270.

167. Software Engineering. Barry W. Boehm's Lifetime Contributions to Software Development, Management, and Research / edited by R.W. Selby. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 832 p.

168. Фейс К. Алгебра: кольца, модули и категории. В 2-х т. Т. 1. М.: Мир, 1977. 688 с.
169. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. 152 с.
170. Цаленко М.Ш., Шульгейфер Е.Г. Основы теории категорий. М.: Наука, 1974. 256 с.
171. Букур Н., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М.: Мир, 1972. 259 с.
172. Левыкин И.В. Математическая модель жизненного цикла выпуска полиграфической продукции. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2013. № 1 (49). С. 103-110.
173. Громов А.И., Каменнова М.С., Старыгин А.Н. Управление бизнес-процессами на основе технологии Workflow. Открытые системы. 1997. №1. С.35-41.
174. Plesums Ch. An Introduction to Workflow. Workflow Handbook. 2002. URL: http://www.wfmc.org/information/introduction_to_workflow02.pdf.
175. Prior C. Workflow and Process Management. Workflow Handbook. URL: http://www.wfmc.org/information/Workflow_and_Process_Management.pdf.
176. Левыкин В.М., Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Логическая модель бизнес-процессов в АИС. Нові технології. Науковий вісник інституту економіки та нових технології. Кременчук, 2003. Вып. 2. С. 58-61.
177. W.M.P. van der Aalst, Desel J., Oberweis A. Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies, volume 1806 of Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, Berlin, 2000.

178. W.M.P. van der Aalst, Jablonski S. Dealing with Workflow Change: Identification of Issues and Solutions. *International Journal of Computer Systems, Science, and Engineering*. 2000. 15 (5). P. 267-276.

179. Ellis C.A., Keddara K. A Workflow Change Is a Workflow. In W.M.P. van der Aalst, J. Desel, and A. Oberweis, editors, *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies*, volume 1806 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag, Berlin, 2000. P. 201-217.

180. Agostini A., De Michelis G. . Improving Flexibility of Workflow Management Systems. In W.M.P. van der Aalst, J. Desel, and A. Oberweis, editors, *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies*. Springer-Verlag, Berlin. 2000. Volume 1806 of *Lecture Notes in Computer Science*. P. 218-234.

181. Agostini A., De Michelis G.. A Light Workflow Management System Using Simple Process Models. *Computer Supported Cooperative Work*. 2000. 9 (3/4). P. 335-363.

182. Kammer P.J., Bolcer G.A., Taylor R.N., Hitomi A.S., Bergman M. Techniques for Supporting Dynamic and Adaptive Workflow. *Computer Supported Cooperative Work*. 2000. 9 (3/4). P. 269-292.

183. Casati, Pozzi G. Modeling Exceptional Behaviors in Commercial Workflow Management Systems. In *Proceedings Fourth IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 99)*, IEEE Computer Society, Brussels. 1999.

184. W.M.P. Van der Aalst, Berens P.J.S. Beyond Workflow Management: Product-Driven Case Handling. In S. Ellis, T. Rodden, and I. Zigurs, editors, *International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work (GROUP 2001)*. ACM Press, New York, 2001. P. 42-51.

185. Schuschel, Weske M. Integrated Workflow Planning and Coordination. In 14th International Conference on Database and Expert Systems Applications. Pragu B. Kiepuszewski. Expressiveness and Suitability of Languages for Control Flow Modelling in Workflows (submitted). PhD thesis, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia, 2002. Volume 2736 of Lecture Notes in Computer Science. P. 771-781.

186. Kiepuszewski B. Expressiveness and Suitability of Languages for Control Flow Modelling in Workflows (submitted). PhD thesis, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia, 2002.

187. W.M.P. Van der Aalst, Basten T. Inheritance of Workflows: An Approach to Tackling. Problems Related to Change. Theoretical Computer Science. 2002. 270 (1-2). P. 125-203.

188. Колопулос Т.М. Необходимость Workflow. Решения для реального бизнеса. М.: Весть-метатехнология. 2000. 384 с.

189. Фишер Л. Совершенство на практике. Лучшие проекты в области управления бизнес-процессами и Workflow. М.: Весть-Метатехнология. 2000. 432 с.

190. Schank R.C., Abelson R.P. Plans, Goals and Understanding. Erlbaum. Hillsdale, New Jersey, US. 1977. 248 p.

191. Riesbeck C.K. Inside Case-based Reasoning. Erlbaum. Northvale. NJ. 1989.

192. Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Прототип интеллектуальной системы для исследования технического состояния механических систем. Искусственный интеллект. 2006. № 4. С. 459-468.

193. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Грищенко М.А., Юрин А.Ю. Интеллектуальная система для анализа отказов сложных технических систем. Тринадцатая национальная конференция по

искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012: : труды конференции (16-20 сентября 2012 г., г. Белгород, Россия). М.: Физматлит. 2012. Т.3. С. 146-154.

194. Aamodt A., Plaza E. Case-Based Reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI Communications*. 1994. Vol.7:1. P. 39-59.

195. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2002.

196. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка обобщенной процессной модели прецедента, метода его формирования и использования. *Управляющие системы и машины. УСиМ, Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев, 2016. №3. С. 23-28.*

197. Petrichenko A., Levykin I., Iuriev I. Improvement of the method of selecting it-services for the operated information. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 2/2 (110). P. 32-43.

198. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту. М.: КРАСАНД. ИСА РАН, 2009.

199. Левыкин И.В. Метод формирования, выбора, корректировки и сохранения прецедентов. *Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці, 2016. С. 157-159.*

200. Павлов А.А., Теленик С.Ф. Информационные технологии и алгоритмизация в управлении. К.: Техника, 2002. 344 с.

201. Сытник В.Ф., Срока Х., Ерёмина В.Н. и др. Компьютеризация информационных процессов на промышленных предприятиях. К.: Техника: Катовиця: Экономическая академия им. Карола Адомецкого, 1991. 215 с.

202. Carbonell J.G., Michalski R.S., Mitchell T.M. Learning by analogy: Formulating and generalizing plans from past experience. Machine learning, an artificial intelligence approach. Palo Alto, CA: Tioga Press. 1983. Vol. 1. P. 137-162.
203. Левыкин И.В. Модель жизненного цикла фаз управления бизнес-процессов. Проблемы информационных технологий. 2016. № 1 (013). С. 150-158.
204. Левыкин И.В. Моделирование фаз управления бизнес-процессами. Международна научна конференция Украина – България – Европейски Съюз: Съвременно състояние и перспективи: сборник с доклади от международна научна конференция. Том 1. Вар 37. На: Издателство «Науки и икономика», 2016. С. 98-103.
205. Van der Aalst W.M.P. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer-Verlag, Berlin, 2011. 352 p.
206. Van der Aalst W.M.P. Process Mining in the Large: A Tutorial. Business Intelligence (eBISS 2013). Springer-Verlag, Berlin, 2014. Volume 172 of Lecture Notes in Business Information Processing. P. 33-76.
207. Gunther C.W. Process Mining in Flexible Environments. PhD thesis, Eindhoven University of Technology. Berlin, 2008. 228 p.
208. Bose R.P.J.C., W.M.P. van der Aalst, Zliobaite I., Pechenizkiy M. Handling Concept Drift in Process Mining. Advanced Information Systems Engineering (23rd International Conference, CAiSE 2011, London, UK, June 20-24, 2011. Ed. H. Mouratidis, C. Rolland. Springer Berlin, 2011. P. 391-405.
209. Van der Aalst W.M.P., Hee K.M. Van. Workflow Management: Models, Methods, and Systems. MIT press, Cambridge MA. 2002. 361 p.
210. Rozinat A., Mans R., Song M., Aalst W. Discovering Simulation Models. Information Systems. 34 (3). P. 305-327.

211. Компьютерные технологии обработки информации / под ред. С.В. Назарова. М.: Финансы и статистика, 1995. 204 с.
212. Скурихин В.И. Математическое моделирование. К.: Техника, 1983. 270 с.
213. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. СПб.: Корона принт. М.: Альтек-А, 2004. 384 с.
214. Левыкин И.В. Исследование технологий, средств моделирования и реинжиниринга бизнес-процессов. Полиграфические, мультимедийные и web-технологии: Тез. докл. 1-й Межд. народ. науч.-техн. конф. (16-20 мая 2016 г., Харьков). 2016. Т. 1. С. 43-44.
215. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Критерии оптимизации полиграфических процессов средствами имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства. 2010. Вип. 4. С. 68-74.
216. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Оптимизация производства при помощи имитационного моделирования технологических процессов. Автоматика – 2010: Сб. тезисов по материалам 17 Международной конференции по автоматическому управлению. Харьков, 2010. С. 52-53.
217. Левыкин И.В., Мазур И.В. Разработка имитационной модели технологического производства с использованием средства Arena. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2014. № 7. С. 63-67.
218. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Синтез Process mining и Enterprise Dynamics при моделировании процессов. XIV конференция по физике высоких энергий ядерной физике и ускорителям ННЦ ХФТИ: Материалы конференции. 2016. С. 81.

219. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка динамической модели технологического процесса с использованием Enterprise Dynamics. Новые технологии: Научный вестник КУЭИТУ. 2008. №3 (21). С. 67-71.

220. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Инструментальное средство Enterprise Dynamics реализации функциональных задач управления полиграфического производства. АСУ и приборы автоматики. 2008. № 144. С. 131-135.

221. Левыкин И.В. Метод синтеза технологии process mining и средств имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства КПІ. 2016. № 2 (52). С. 73-80.

222. Valoso M.M. Planning and learning by analogical reasoning. Lecture notes in Artificial intelligence series. Springer Verlag. Berlin, 1994. 886 p.

223. Журавлев Ю.И. Распознавание, классификация, прогнозирование: Математические методы и приложения. М.: Наука, 1989.

224. Левыкин И.В. Алгоритм выбора и корректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес-процессами. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Х.: НТУ «ХПІ», 2016. № 42 (948). С. 17-22.

225. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. Вып. 2. М.: Статистика, 1978. 320 с.

226. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка подхода к формированию процессной модели решения задачи в составе прецедента с интервальным представлением времени. Вісник ХНТУ. 2016. № 4 (59). С. 212-217.

227. Chalyi S., Levykin I., Biziuk A., Vovk A., Bogatov Ie. Development of the technology for changing the sequence of access to shared resources of business processes for process management support. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 2/3 (104). P. 22-29.

228. Левыкин И.В. Разработка обобщенной модели процесса решения задачи с интервальным представлением времени. Бионика интеллекта. 2016. № 2 (87). С. 64-69.

229. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод формирования процессной модели решения задачи с интервальным представлением времени. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ- ОДЕСА-2017): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2017 р., Одеса). 2017. С. 238-240.

230. Verbeek H.M.W., Buijs J.C.A.M., W. M. P. van Dongen, W.M.P. Van der Aalst. XES, XESame, and ProM 6. Information Systems Evolution. 2011. Volume 72 of LNBIP. P 60-75.

231. Gunther W.M.P., Christian W., Van der Aalst Fuzzy mining- adaptive process simplification based on multiperspective metrics. Business Process Management. 2007. Volume 4714 of LNCS. P. 328-343.

232. Popova V., Sharpanskykh A. Formal analysis of executions of organizational scenarios based on process-oriented specifications. Applied Intelligence. 2011. 34 (2). P. 226-244.29.

233. Utgoff P.E. Incremental induction of decision trees. Machine learning. 1989. P. 161-186.

234. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 2nd ed. Presented at Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 403 p.

235. Maier R., Remus U. Defining process-oriented knowledge management strategies. Knowledge and Process Management. 2002. Vol. 9, Issue 2. P. 103-118.

236. Chalysi S., Levykin I. Identification of the standby intervals in the business processes based on analysis of the sequence of events. Technology audit and production reserves. 2016. Vol. 5. № 2 (31). P. 71-76.

237. Чалий С.Ф, Левикин І.В. Метод побудови інтервальної моделі процесу вирішення задачі в складі прецеденту на основі аналізу журналу подій. Наукові праці ВНТУ. 2016. №4. С. 1-8.

238. Чалий С.Ф., Левикин І.В. Метод адаптивного процесного управління на основі прецедентного підходу. Наукоємні технології. 2016. № 4. С. 410-414.

239. Чалий С. Ф. Методы динамического определения приоритетов доступа к ресурсам в задачах прецедентного управления сквозными бизнес-процессами / С. Ф. Чалый, И. В. Левыкин // Вісник Національного технічного університету «ХП». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Харків : НТУ «ХП», 2017. № 51 (1272). С. 53-57. ISSN 2079-0023.

240. Чалый С.Ф., Левикин І.В. Концепція двоконтурного управління множини наскрізних бізнес-процесів на основі прецедентного підходу. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. Львів. 2018. С. 288-290.

241. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка информационной технологии оперативного управления заказами полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Сб. материалов Международной конференции. Морское-Харьков, 2012. С. 128.

242. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Прикладная информационная технология подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. АСУ и приборы автоматики. 2013. Вып. 165. С 59-64.

243. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Информационные технологии для реализации подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. Информационные системы и технологии ИСТ-2014: Материалы 3-й международной научно-технической конференции (15-21 сентября 2014 г., Харьков). 2014. С. 186-187.

244. Левыкин И.В., Бойко К.В. Исследование метода статистического контроля для автоматизированного управления процессом печати. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. Выпуск 6/2 (60). С.11-13.

245. Chalyi S., Levykin I. Guryev I. Model and technology for prioritizing the implementation end-to-end business processes components of the green economy. Acta Innovations. ISSN 2300-5599. Poland, 2020. no. 35. P. 65-80.

246. Chalyi S., Levykin I., Information technology for the implementation of case-law management of end-to-end business processes / Computer and information systems and technologies: Fourth International Scientific and Technical Conference. Kharkiv: NURE. 2020. P. 54-55.

247. Левыкин И.В. Информационная технология реализации процессного управления БП на базе прецедентов. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Харків, 2020. Т. 1. С. 92-93.

248. Петров Э.Г., Чайников С.И., Овезгельдыев А.О. Методология структурного системного анализа и проектирования крупномасштабных ИУС. Концепции и методы. Харьков: Рубикон, 1997. 140 с.

249. Гриценко В.И., Урсатьев А.А. Распределенные информационные системы широкого применения. Концепция. Опыт разработки и внедрения. К.: Наук. думка, 2005. 318 с.

250. Гриценко В.И., Котиков Е.А., Урсатьев А.А., Никулин В.Н. Модель распределенной информационной системы широкого применения. Управляющие системы и машины. 1999. № 5. С. 32-42.

251. Ткачук Н.В., Шеховцов В.А., Кукленко Д.В., Сокол В.Е. Архитектуры, модели и технологии программного обеспечения информационно-управляющих систем: монография / под ред. М.Д. Годлевского. Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. 546 с.

252. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем. М.: ДМК Пресс, 2003. 288 с.
253. Маклаков С.В. BPWIN, ERWIN, CASE-средства разработки информационных систем. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. 256 с.
254. Вендеров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998. 176 с.
255. Голенищев Э.П., Клименко И.В. Информационное обеспечение систем управления. М.: Феникс, 2003. 352 с.
256. Kruchten P. The Rational Unified Process: An Introduction. Reading, MA: Addison-Wesley Longman, 1999.
257. Левыкин В.М., Левыкин И.В. Концепция эволюционного прототипирования информационных систем. АСУ и приборы автоматики. 2008. Вып. 144. С. 26-31.
258. Левыкин И.В. Разработка моделей прототипов проекта информационной системы по стадиям ее проектирования. Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (21–23 вересня 2016 р., м. Запоріжжя). 2016. С. 166-168.
259. Alan M.D. Operation prototyping new development approach. Software. 1992. P. 71-73.
260. Левыкин В.М. Концепция создания распределенных информационных управляющих систем //АСУ и приборы автоматики. 1998. Вып. 108. С. 32-41.
261. Чавкин А.М. Методы и модели рационального управления в рыночной экономике, разработка управленческих решений: учеб. пособ. М.: Финансы и статистика, 2001. 320 с.

262. Левыкин И.В., Андропова Е.С. Использование систем виртуализации и доставки приложений на удаленные клиенты в издательских системах. Информационные системы и технологии ИСТ-2013: Материалы 2-й международной научно-технической конференции (16-22 сентября 2013 г., Харьков). Х.: ХНУРЭ, 2013. С. 148-149.

263. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка модели формирования динамического пакета заказов в информационной удалённой издательской системе. Комп'ютерні технології друкарства. Львів : Українська академія друкарства, 2014. № 30. С. 33-41.

264. Хорошевський О. І. Моделі, методи та інформаційна технологія динамічного формування замовлень веб-базованих систем управління поліграфічними підприємствами: дисертація. канд. техн. наук: 05.13.06 – інформаційні технології. Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків, 2015. 205 с.

265. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов системы. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 270 с.

266. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод формирования процессной модели решения задачи с интервальным представлением времени. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2017): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2017 р., Одеса). 2017. С. 238-240.

267. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Исследование способов выбора удалённой информационной аналитической издательской системы для полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Материалы международной научно-технической конференции (22-29 сентября 2012 г., Харьков). Х.: ХНУРЭ, 2012. С. 121.

268. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с

269. Левыкин И.В. Требования к обеспечивающему комплексу полиграфической информационной системы. Управління розвитком. Збірник наукових статей «ХНЕУ». 2005. № 3. С. 65-67.

270. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка метода определения функциональности информационной удалённой издательской системы. Проблеми інформаційних технологій. 2013. № 2. С. 50-54

271. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Моделирование процесса выбора СУС для разработки удалённой информационной аналитической издательской системы. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 11. С. 65-80.

272. Левыкин И.В., Логвиненко А.В. Критерии оценки выбора автоматизированной системы управления полиграфическим предприятием. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2009. № 2/2 (38). С. 44-47.

273. Левыкин И.В. Метод выбора аналога информационной системы управления полиграфическим предприятием. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2016. № 1. С. 56-64.

274. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Метод выбора удалённой информационной издательской системы. Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2012. №2 (54). С.156-162.

275. Ильин А.И. Планирование на предприятии. СПб.: Петербургский институт печати, 2000. 364 с.

276. Левыкин И.В. Обобщённый алгоритм и программная платформа получения решения по приоритетам запуска бизнес-процессов. Бионика интеллекта. 2019. 2 (93). С. 47-52.

277. Левыкин И.В. Инструментальное средство установления приоритетов выполнения процессов «Советчик ОПР». Інформаційні системи та технології в медицині (ІСМ-2019): зб. наук. пр. II Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. С. 192-194.

278. Левикін І.В. Технологія визначення пріоритетів виконання наскрізних бізнес-процесів в поліграфії. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2020. С. 100-102.

ДОДАТОК А

Акти про реалізацію і впровадження результатів дисертаційної роботи



О.С. Попович
2017 р.

АКТ
про впровадження результатів наукових досліджень
Левикіна Ігоря Вікторовича,
отриманих під час виконання дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Комісія фахівців ПП «Юнісофт» у складі: голови – директора Поповича О.С., членів: головного інженера Децька І.П., головного технолога Колоскової І.А. склала цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Левикіна І.В. використовуються при організації виконання наскрізних бізнес-процесів підприємства.

Було використано такі результати дисертаційної роботи:

– комплекс високорівневих категорно-функторних моделей наскрізних бізнес-процесів підприємства, що реалізують проблему випуску продукції, шляхом об'єднання ключових бізнес-процесів, починаючи з формування мети, до випуску та відвантаження продукції споживачу.

– метод синтезу технології Process Mining (PM) та засобів імітаційного моделювання, які використовуються для перепроєктування різних бізнес-процесів з визначенням методів і моделей, що застосовуються для отримання варіантів покращеної моделі бізнес-процесів;

– удосконалений метод виявлення інтервалів очікування ресурсів, та формування дерева рішень, що зв'язує набір значень атрибутів з переходом, що дозволяє виявити можливості несовчасного виконання дій процесу і тим самим забезпечити скорочення затримок при його виконанні.

Впровадження результатів дисертаційних досліджень Левикіна І.В. дозволило удосконалити організаційну структуру підприємства яка дозволила забезпечити організацію виконання наскрізних бізнес-процесів, та збільшити ефективність їх виконання за рахунок скорочення інтервалів очікування матеріальних і трудових ресурсів.

Економічний ефект від впровадження результатів дисертаційної роботи складає 60 000 грн.

Акт впровадження результатів дисертаційної роботи Левикіна І.В. обговорено та ухвалено комісією ПП «Юнісофт», протокол №1 від 10 вересня 2017 р.

Голова комісії:

(підпис)

Попович О.С.
(прізвище та ініціали)

Члени комісії:

(підпис)

Децька І.П.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Колоскова І.А.
(прізвище та ініціали)



ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор
ПрАТ «НДІ Лазерних технологій»

Неоф М.В. Неофітний

«18» 11 2016 р.

м. Харків

АКТ

про впровадження результатів наукових досліджень
Левикіна Ігоря Вікторовича,
отриманих під час виконання дисертаційної роботи

Комісія фахівців акціонерного товариства «НДІ Лазерних технологій» у складі: голови – Генерального директора, кандидата фізико-математичних наук Неофітного М.В., членів: заступника Генерального директора з виробництва Мартузаєва В.Г., заступника Генерального директора з економіки та фінансів Балашової Е.М. склала цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Левикіна І.В. використовуються у роботі відділу маркетингу.

Було використано такі результати дисертаційної роботи:

- розроблена узагальнена процесна модель прецедента, що вміщує безліч можливих процесів рішення задачі, безліч можливих локальних результатів рішення та набір обмежень предметної області;
- запропоновано метод формування, вибору, корегування, збереження поточного та прецедента-аналога, що базується на процесному представленні рішення;
- прикладна ІТ виконання процесного управління бізнес-процесами на базі прецедентів.

Впровадження дисертаційних досліджень Левикіна І.В. дозволило скорегувати роботу структурних підрозділів підприємства з метою координації їх діяльності при управлінні наскрізними бізнес-процесами. Так, запропонована прикладна інформаційна технологія була використана при оперативному управлінні роботами з урахуванням наявності відповідних ресурсів.

Акт впровадження результатів дисертаційної роботи Левикіна І.В. обговорено та схвалено комісією ПрАТ «НДІ Лазерних технологій», протокол № 15 від 17.11 2016 р.

Голова комісії:

Неоф
(підпис)

М.В. Неофітний
(прізвище та ініціали)

Члени комісії:

Марту
(підпис)

В.Г. Мартузаєв
(прізвище та ініціали)

Балаш
(підпис)

Е.М. Балашова
(прізвище та ініціали)


Здобувач:

Левикін
(підпис)

І.В. Левикін
(прізвище та ініціали)

«ЗАТВЕРЖУЮ»
Генеральний директор
ТОВ Profitsoft

О.В. Петриченко



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Левикіна Ігоря Вікторовича, яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

м. Харків
2020

«3» липня

Комісія у складі:

Петриченко Олександр Вячеславович – голова комісії,

Мізерник Андрій Миколайович та

Петренко Андрій Олександрович - члени комісії

провела експертизу і склала цей акт про те, що результати дисертації Левикіна І.В. впроваджено при розробці комплексної системи автоматизації страхової компанії (комп'ютерні програми Profitsoft FRONT - OFFICE та Profitsoft BACK – OFFICE).

Під час проведення робіт зі створення комплексної системи автоматизації компанії використовувались розроблені в дисертації:

- метод синтезу технології реінжинірингу бізнес-процесів на основі використання комбінацій засобів Process Mining та Enterprise Dynamics;
- метод формування моделі процесу рішення задачі на основі аналізу логів;
- метод виявлення інтервалів очікування ресурсів процесу на основі аналізу змін значень атрибутів подій лога, що відображають зміну доступних ресурсів під час виконання процесу.

Суттєвими перевагами запропонованих в дисертації методів є:

- покращення координації роботи структурних підрозділів;
- підвищення ефективності управління наскрізними бізнес- процесами;
- зниження ризиків появи вузьких місць через уточнення ролей їх власників;
- використання попередніх рішень-аналогів прецедентів при одночасному виконанні робіт по декількох проектах.

Впровадження зазначених вище методів дозволило скоротити терміни та вартість робіт за рахунок контролю, аналізу робіт з реалізації проекту створюваної комплексної системи автоматизації страхової компанії.

Цей акт видано без фінансових зобов'язань ТОВ Profitsoft перед автором дисертації.

Голова комісії:

Петриченко Олександр Вячеславович

Члени комісії:

Мізерник Андрій Миколайович

Петренко Андрій Олександрович



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Перший проректор

Харківського національного
університету радіоелектроніки

д.т.н., професор



І.В. Рубан

2021 р.

№ _____

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень

Левикіна Ігоря Вікторовича в освітній процес

Комісія у складі: голови - професора, кандидата техн. наук, завідувача кафедри «Медіасистеми та технології» Ткаченка В.П. та членів комісії: к.т.н., доцента кафедри «Медіасистеми та технології» Вовк О.В., к. т. н., професора кафедри «Медіасистеми та технології» Григор'єва О.В. встановила, що результати докторської дисертації Левикіна І.В., а саме:

- метод оперативного управління групою наскрізних бізнес-процесів з використанням моделі прецеденту аналога;
- алгоритм вибору коригування моделі прецеденту аналога в задачах управління бізнес-процесами;
- метод отримання варіантів рішень ОПР з використанням програмного засобу <ПОРАДНИК ОПР>.

Теоретичні і практичні результати роботи впроваджені в освітній процес Харківського національного університету радіоелектроніки при підготовці фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», освітньо-професійної

програми «Комп'ютерні технології та системи видавничо-поліграфічних виробництв», а саме:

- у дисципліні «Розробка та моделювання видавничих технологічних процесів» яку викладає проф. Левикін І.В., в об'ємі 2-х лекційних годин та 2-х годин лабораторних занять;

- у дисципліні «Системи автоматизованого управління видавничими поліграфічними процесами» яку викладає проф. Левикін І.В., в об'ємі 2-х лекційних годин та 2-х годин лабораторних занять;

Результати дисертаційних досліджень Левикіна І.В. були також використані при виконанні курсових та кваліфікаційних робіт магістрів, тематика яких пов'язана з використанням інформаційних систем в поліграфічній галузі.

Голова комісії:

Завідувач кафедри

«Медіасистеми та
технології»

к.т.н. професор

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Ткаченко В.П.

Члени комісії

к.т.н. професор

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Григор'єв О.В.

к.т.н. доцент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Вовк О.В.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Перший проректор
 Харківського національного
 університету радіоелектроніки



І.В. Рубан

«19» травня 2021р.

АКТ

про використання результатів дисертаційної роботи Левикіна Ігоря Вікторовича «Методи, моделі та інформаційні технології управління наскрізними бізнес-процесами підприємства» в НДР, «Інтелектуальна багатоцільова мобільна робототехнічна платформа з удосконаленими маніпуляційними можливостями» (ДР № 0121U109909), що виконується відповідно до плану науково-дослідних робіт Харківського національного університету радіоелектроніки

Комісія у складі:

Голови: завідувача кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, наукового керівника ДР № 0121U109909 д.т.н. Невлюдова І.Ш.,

Членів комісії: заступника начальника наукового інформаційно-аналітичного відділу Хоменко Н.Ю., професора кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки Цимбала О.М. встановила, що результати наукових досліджень **Левикіна Ігоря Вікторовича** реалізовано в межах виконання держбюджетної теми ДР № 0121U109909 Харківського національного університету радіоелектроніки.

В рамках робіт, що виконувались відповідно до плану НДР, автором проведено дослідження теоретичних положень, методів, моделей систем інтелектуального керування складними мобільними робототехнічними платформами за рахунок удосконалення методів і сервісів подання даних та знань про робочий простір мобільних платформ, в тому числі таких, що формується динамічно в процесі керування, наприклад у сфері ліквідації надзвичайних ситуацій (пошук, виконання функцій допомоги постраждалим). Розроблено модель прецеденту процесу, яка, на відміну від існуючих, містить у собі множину варіантів вирішення задачі у вигляді послідовності подій, як результатів виконання робіт процесу із заданою множиною обмежень для кожного варіанту, а також множину локальних результатів, кожен з яких відповідає одному варіанту вирішення задачі; метод формування та використання прецеденту процесу, який містить у собі етапи вибору прецеденту відповідно до вирішуваної задачі та потрібного результату, формування моделі прецеденту, а також її адаптації шляхом коригування варіантів вирішення задачі відповідно до обмежень предметної області, що

створює умови для підвищення ефективності управління процесом. Отримані теоретичні результати будуть використані в звіті по держбюджетній темі ДР №0121U109909.

Завідувач кафедри
комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та мехатроніки, проф, д.т.н.



Невлюдов І.Ш.

Заст. начальника наукового
інформаційно-аналітичного відділу



Хоменко Н.Ю.

Проф. кафедри комп'ютерно-інтегрованих
технологій, автоматизації та мехатроніки, д.т.н.



Цимбал О.М.

ДОДАТОК Б

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПОЛІГРАФІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА ТА ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕЛІКУ НЕДОЛІКІВ В ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ВИКОНАННЯ ЗАМОВЛЕННЯ

Бізнес-процеси управління випуском поліграфічної продукції починаються з проведення необхідних маркетингових досліджень щодо управління виробництвом і збутом продукції. Розроблений в підрозділі 2.3 комплекс категорно-функторних моделей наскрізних бізнес-процесів випуску продукції фактично описує їх життєвий цикл виконання замовлень від оформлення до відвантаження готової продукції споживачеві. Такі моделі дають можливість на прикладі наскрізних процесів виконання замовлень моделювати відповідні дії, що керують поліпшенням процесів управління підприємством відповідно до сформульованих завдань. Необхідність керування такими процесами пов'язана з появою ряду випадкових збурень, таких як вихід з ладу обладнання, відсутність необхідних матеріалів, запуск термінового замовлення тощо. Важливо відзначити, що правильно налагоджена послідовність процесу проходження замовлення впливає не тільки на терміни, але і на якість його виконання. При цьому виконання наскрізних бізнес-процесів вимагає встановлення чітких зв'язків між структурними підрозділами підприємства для підвищення ефективності його роботи. Розглянемо, як будуть реалізуватися процеси, що визначають життєвий цикл випуску поліграфічної продукції, структурна модель якої представлена на рис. 2.3, і на яких його етапах це буде відбуватися. Традиційно реалізація наскрізних бізнес-процесів виконання замовлення здійснюється за такими етапами: отримання даних про клієнта і замовлення, калькуляція, підписання, планування і запуск у виробництво, виконання

операцій за замовленням, отримання на склад і відвантаження продукції [147].

Представимо життєвий цикл виконання замовлень у вигляді організаційно-функціональної схеми бізнес-процесів підприємства. Для цього складається список робіт, які щодня виконуються над кожним замовленням, що поступає на підприємство, а також перелік можливих часто виникаючих проблем і заходи щодо їх усунення.

На етапі надходження замовлення реалізуються процеси формування мети випуску продукції і визначення номенклатури продукції, що випускається (G). Для цього менеджер комерційного відділу на підставі даних, наданих клієнтом, виконує калькуляцію замовлення, консультуючись з плановим відділом щодо попередніх термінів виконання замовлення і з технологічним відділом щодо виробничих можливостей виконання даного виду робіт.

Після калькуляції здійснюється перехід до формування замовлення і комерційної пропозиції. Розрахунок вартості замовлення проводиться, виходячи з ціни на матеріали і папір в режимі реального часу на момент формування замовлення. Так само менеджер оформляє .xls документ, передає його і бланки замовлення в технологічний і плановий відділи, перевіряє наявність оригінал-макету на FTP-сервері і передачу оригінал-макету від Замовника в препресс-відділ.

На етапі перевірки замовлення і постановки його в план реалізуються процеси формування портфеля замовлень, формування кадрового складу та визначення необхідного обладнання. Розглянемо види бізнес-процесів, які виконуються на даному етапі. Після узгодження термінів та оформлення документації, проведених на попередньому етапі, замовлення надходить в технологічний відділ, де воно перевіряється на відповідність технологічним процесам виготовлення. Після перевірки замовлення вважається готовим для постановки в план і технолог розраховує витрати виробництва, включаючи трудовитрати, папір, фарбу, пробні матеріали, амортизацію друкарського

обладнання, а також витрати палітурного виробництва. На даному етапі відділ постачання, оформляючи замовлення на витратні матеріали, повинен повідомляти плановий відділ про дати поставки для подальшого коригування довгострокових виробничих планів.

Плановий відділ, отримавши від технолога перевірене замовлення, а від відділу постачання – дату поставки витратних матеріалів, розглядає можливість включення замовлення в план відповідно до обумовленої з замовником датою. Крім того, він визначає процес виконання замовлення, включаючи його у часовий графік, що вказує, який і де буде виконуватися кожен бізнес-процес по даному замовленню [149].

На етапі додрукарської підготовки і оформлення технологічної документації реалізуються завдання розробки технології виробництва замовлення і завдання визначення необхідного обладнання. Реалізація даних завдань здійснюється виконанням наступних видів бізнес-процесів. Надійшовши на додрукарське виробництво, замовлення проходить процес попередньої підготовки, що передбачає виявлення і усунення проблем з його вмістом. Фахівці з додрукарської підготовки несуть відповідальність за організацію робочих файлів, використовуваних поліграфічним виробництвом. Для попередньої підготовки файлів в більшості відділів додрукарської підготовки використовується спеціалізоване програмне забезпечення, таке як QuarkXPress або Adobe InDesign [151].

Технологічний відділ, отримавши файли, реалізує завдання визначення необхідного обладнання шляхом оформлення технологічної карти, яка відображає всі параметри видання.

На етапі виробництва реалізуються процеси організації виробництва випуску продукції, які описані моделлю в підрозділі 2.1.

Після початку друку і виробництва в цілому плановий відділ контролює час і послідовність виробництва тиражу, отримуючи інформацію з відділу виробництва.

Під час виробництва технолог перевіряє випадковим чином екземпляри віддрукованих листів, різання, фальцювання, добірку, друк форзаців, збір палітурок комплектування. Перед вставкою блоків в палітурні кришки майстер палітурного цеху зобов'язаний надати технологу макет (зразок), який технолог перевіряє і підписує («До вставки готовий»).

На заключному етапі відвантаження реалізується завдання відвантаження готової продукції. На даному етапі готова продукція відвантажуються на склад, де добігає кінця життєвий цикл замовлення. Після оформлення всіх належних документів і настання терміну відвантаження готової продукції замовнику життєвий цикл замовлення можна вважати успішно завершеним.

Виходячи з розглянутих вище бізнес-процесів і видів робіт, виконуваних на різних етапах життєвого циклу, і для отримання наочної і інтуїтивно зрозумілої організаційної роботи підприємства була розроблена організаційно-функціональна структура підприємства. Для кращого візуального розуміння процесів проходження замовлень ця структура умовно була поділена на 8 ділянок: «Замовник»; «Комерційний відділ»; «Технологічний відділ»; «Prepress відділ»; «Відділ постачання і логістики»; «Плановий відділ»; «Виробництво», «Склад». Функціональна структура поліграфічного підприємства представлена в усіченому вигляді на рис. Б.1.

На схемі відображені основні функції персоналу кожного з відділів, параметри, що впливають на процес, і продукт праці на кожному з цих етапів.

Для реалізації завдання формування заходів щодо поліпшення якості продукції, що випускається, необхідно здійснити виявлення «вузьких місць» в структурі життєвого циклу бізнес-процесів виконання замовлення. Для цього було проведено аналіз бізнес-процесів на кожному з етапів життєвого циклу випуску.

В ході такого аналізу було виявлено і сформовано наступний перелік

недоліків в організаційно-функціональній структурі роботи підприємства, які можуть привести до зриву виконання бізнес-процесів:

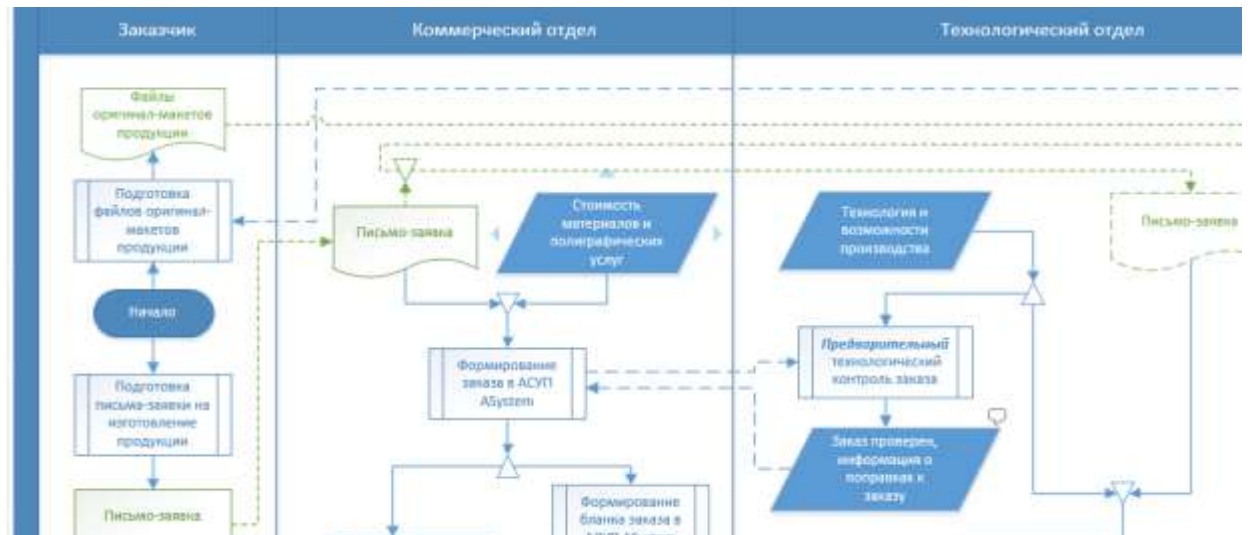


Рисунок Б.1 – Частина функціональної структури поліграфічного підприємства

– відсутність оперативного зв'язку менеджер-технолог-виробництво-плановий відділ (замовник змінив терміни виконання замовлення, збільшився або зменшився обсяг сторінок в книзі, змінилася кольоровість, папір не прийшов вчасно, поломка обладнання тощо), що призводить до виникнення проблем в плануванні та управлінні бізнес-процесами підприємства;

– несвоєчасне надання чи зміна файлів замовником;
– нечітке, некоректне і неякісне оформлення бланків замовлення менеджерами;

– конфлікти на рівні горизонтальних зв'язків між підрозділами підприємства при виконанні декількох замовлень, конкуруючих за загальні ресурси;

– відсутність матеріалів або файлів для запланованих замовлень.

Сформований список виявлених недоліків допомагає розробляти

рекомендації при побудові моделі «to be», а також варіантів керуючих впливів для ОПР при управлінні бізнес-процесами.

Таким чином, застосовуючи розроблений в підрозділі 2.3 комплекс категорно-функторних моделей наскрізних бізнес-процесів випуску продукції, було визначено логічний зв'язок між наскрізними бізнес-процесами, реалізованими відповідними структурними підрозділами підприємства, виявлено перелік можливих недоліків в організаційно-функціональній структурі підприємства, що є основою для розробки управляючих впливів щодо своєчасного виконання запланованих бізнес-процесів.

ДОДАТОК В

ЗАСТОСУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАМОВЛЕННЯ

У підрозділі 2.2 зазначалося, що основною проблемою управління бізнес-процесами є складність системного осмислення неправильності його протікання. Тому при розробці моделі поточного бізнес-процесу («as is») необхідно на формальному рівні у вигляді тексту, таблиць, графіків описати стан процесу у вигляді якісних або кількісних його параметрів, і якщо вони не відповідають встановленим, то необхідно перейти до поліпшеної моделі бізнес-процесу «to be». Формування прогнозованих показників бізнес-процесу і оцінка можливостей їх досягнення повинно здійснюватися на етапі діагностичного аналізу.

Для того, щоб перейти до отримання поліпшеної моделі, потрібно отримати відповіді на наступні питання: «Де вузькі місця і тупики?», «У чому причини виникнення тупиків?», «Які типові сценарії поведінки?», «Як влаштовано взаємодію учасників процесу?», «Як зміни на одному кроці вплинуть на процес в цілому?», «Як модифікувати процес, щоб підвищити продуктивність?».

Розробку поліпшеної моделі здійснимо, як зазначалося в підрозділі 3.2, з використанням технології Process Mining в три етапи її життєвого циклу. Однак необхідно враховувати особливість такої технології, оскільки вона дозволяє описувати реальні процеси без урахування суб'єктивних думок власників процесів [205,205].

Кожен процес Process Mining починається з даних, отриманих з журналу подій, які необхідно проаналізувати. Наприклад в інструментальному засобі Disco розроблений легкий імпорт даних, який

дозволяє автоматично виявити часові позначки, запам'ятати, які використовувалися параметри конфігурації, і завантажити набори даних з високою швидкістю.

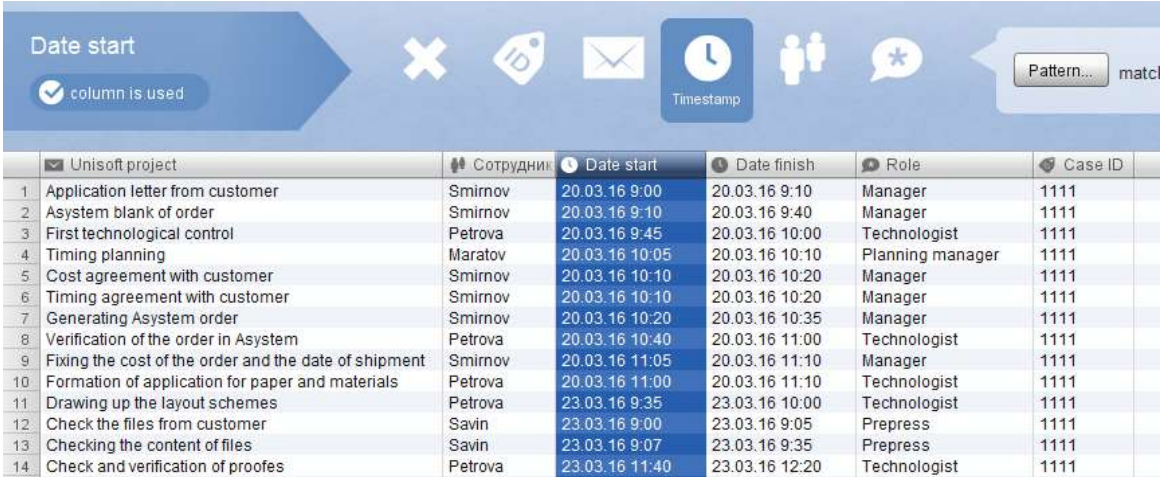
Джерелом інформації для технології Process Mining є протокол роботи ІС. Однак для аналізу даних може бути використаний не кожен протокол [208]. У протоколі використовується тільки інформація, достатня для застосування методів Process Mining, а саме:

- всі події, записані в протоколі, повинні бути ідентифіковані з екземплярами бізнес-процесів;
- всі події повинні бути впорядковані за часом їх виконання;
- різнотипні події повинні відрізнятися.

Для побудови моделі підприємства використовується лог даних в форматі .xls, що містить в собі інформацію по 70 діям, що виконуються співробітниками протягом життєвого циклу замовлення (ріс. В.1).

Атрибути для моделі налаштовувалися таким чином:

- Case ID – ідентифікатор – замовлення;
- Timestamp – часова мітка – початок дії;
- Timestamp – часова мітка – закінчення дії;
- Activity – дія – робота, яку виконує працівник;
- Resource – ресурс – співробітник, який виконує роботу;
- Other – роль – посада співробітника (відділ).



	Unisoft project	Сотрудник	Date start	Date finish	Role	Case ID
1	Application letter from customer	Smirnov	20.03.16 9:00	20.03.16 9:10	Manager	1111
2	Asystem blank of order	Smirnov	20.03.16 9:10	20.03.16 9:40	Manager	1111
3	First technological control	Petrova	20.03.16 9:45	20.03.16 10:00	Technologist	1111
4	Timing planning	Maratov	20.03.16 10:05	20.03.16 10:10	Planning manager	1111
5	Cost agreement with customer	Smirnov	20.03.16 10:10	20.03.16 10:20	Manager	1111
6	Timing agreement with customer	Smirnov	20.03.16 10:10	20.03.16 10:20	Manager	1111
7	Generating Asystem order	Smirnov	20.03.16 10:20	20.03.16 10:35	Manager	1111
8	Verification of the order in Asystem	Petrova	20.03.16 10:40	20.03.16 11:00	Technologist	1111
9	Fixing the cost of the order and the date of shipment	Smirnov	20.03.16 11:05	20.03.16 11:10	Manager	1111
10	Formation of application for paper and materials	Petrova	20.03.16 11:00	20.03.16 11:10	Technologist	1111
11	Drawing up the layout schemes	Petrova	23.03.16 9:35	23.03.16 10:00	Technologist	1111
12	Check the files from customer	Savin	23.03.16 9:00	23.03.16 9:05	Prepress	1111
13	Checking the content of files	Savin	23.03.16 9:07	23.03.16 9:35	Prepress	1111
14	Check and verification of proofes	Petrova	23.03.16 11:40	23.03.16 12:20	Technologist	1111

Рисунок В.1 – Налаштування атрибутів перед обробкою моделі

Основна функціональна можливість Process Mining – це автоматизоване виявлення моделей процесів за допомогою інтерпретації послідовності дій в імпортованому лозі подій [210].

Виходячи з можливостей розглянутого в підрозд. 3.2 методу синтезу Enterprise Dynamics та технології Process Mining і використовуючи журнал логів подій, за допомогою Disco була побудована модель бізнес-процесу («as is») (рис. В.2).

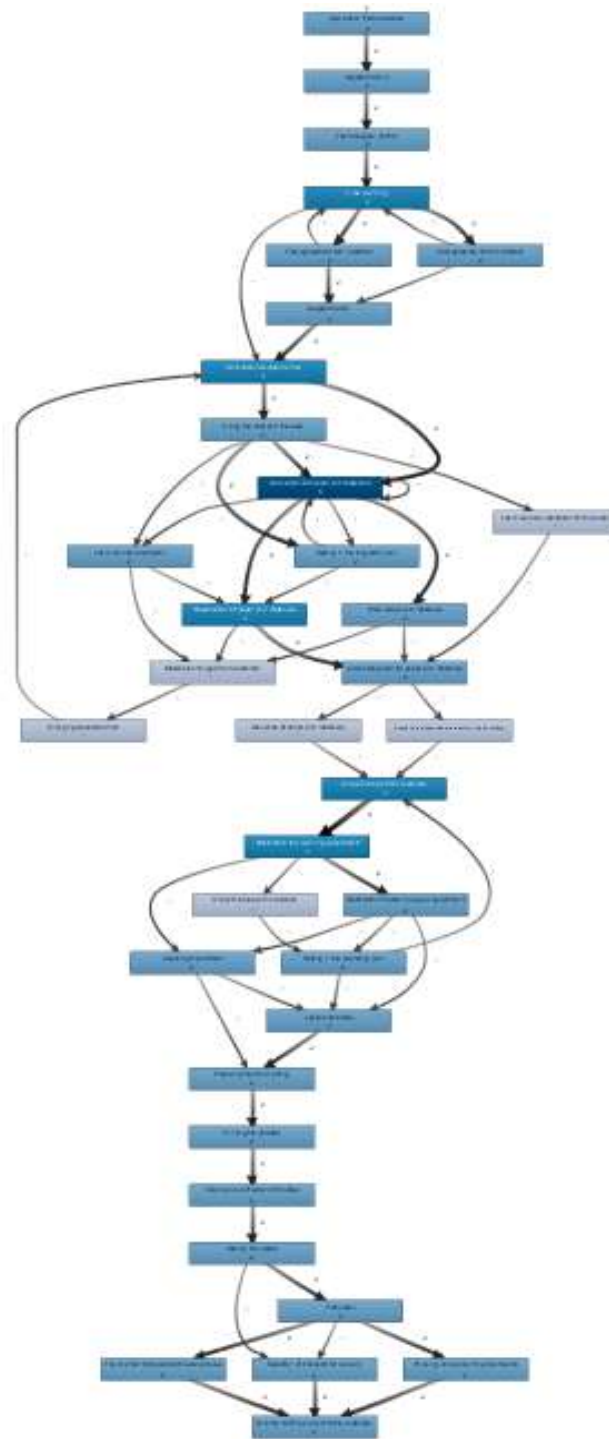


Рисунок В.2 – Відображення моделі бізнес-процесу («as is»)

Дана модель дозволяє об'єктивно розглянути перебіг бізнес процесів. Товщина шляхів і забарвлення дій дозволяє візуалізувати протікання основних шляхів бізнес-процесу.

В результаті аналізу побудованої моделі можна відзначити кілька «вузьких місць» і «тупиків», які уповільнюють перебіг бізнес-процесів.

Наприклад у відділі постачання менеджер не справляється зі своєю роботою через зростання навантаження на нього в зв'язку з частими змінами в замовленнях і неправильним оформленням замовлень в Аsystem (рис. В.3).

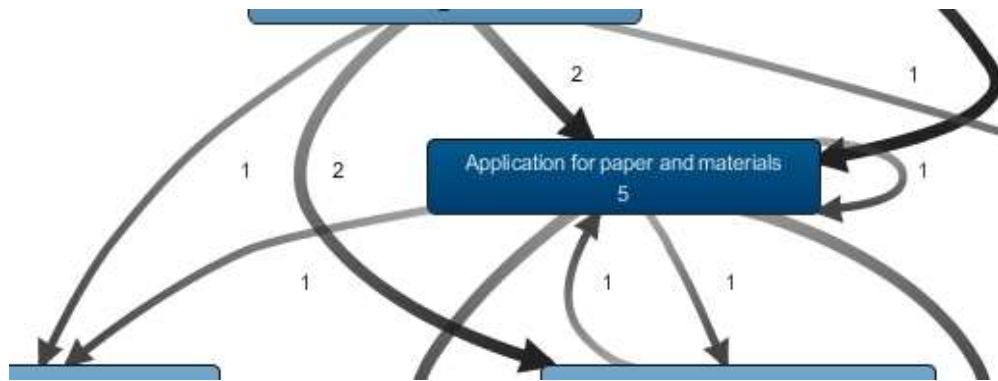


Рисунок В.3 – Бізнес-процеси обробки замовлення в відділі постачання

Плановий відділ виконує зайву роботу зі зміни оперативних планів на друк і палітурку, якщо файли не надані йому вчасно (рис.В.4).

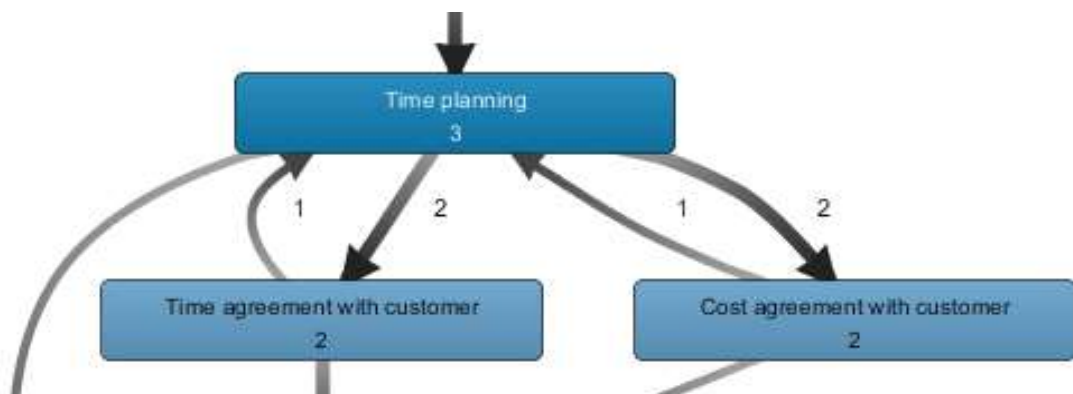


Рисунок В.4 - Бізнес-процеси обробки замовлення в плановому відділі

На рисунку В.5 є петля, що виникла у зв'язку з тим, що препрес-відділу довелося перевіряти файли, які прийшли від Замовника не вчасно. Як наслідок це уповільнює і роботу планового і технологічного відділів. У

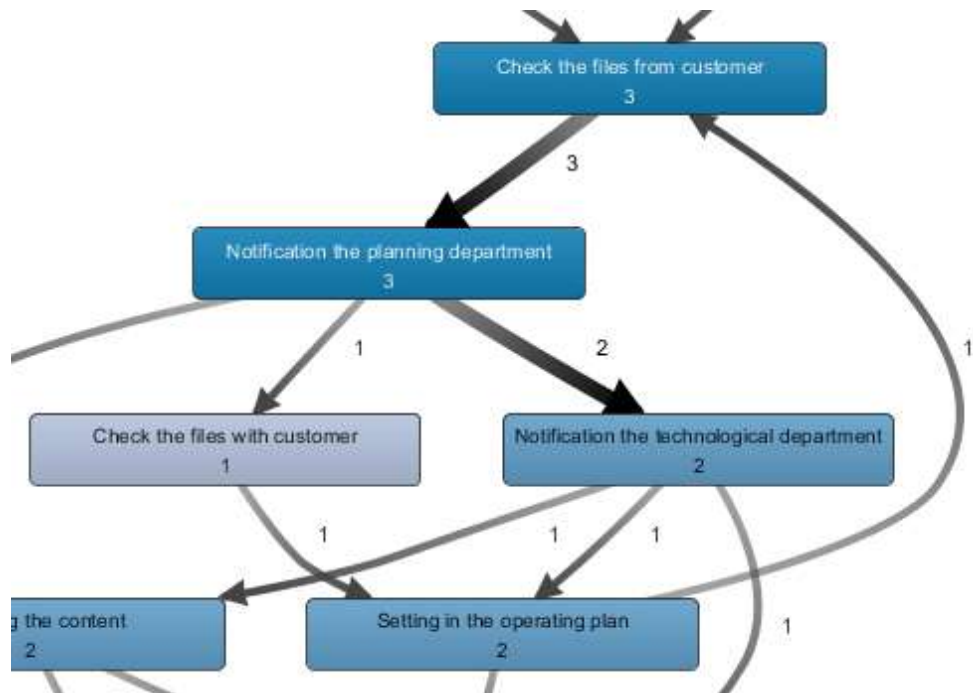


Рисунок В.5 – Петлі бізнес-процесів в життєвому циклі замовлення

моделі відслідковані і повторювані ситуації, коли через помилку менеджера, який оформляє замовлення, технологу доводиться виконувати роботу двічі, а плановому відділу в зв'язку з цим доводиться додатково вносити корективи в довгострокові і оперативні плани. Дуже важливо, щоб під час обговорення нюансів з замовником приділялося більше уваги більш детальному і точному оформленню замовлення. Наприклад, щоб на етапі отримання матеріалів від постачальника не з'ясувалося, що потрібен папір іншого формату, оскільки один співробітник з ланцюжка Замовник-менеджер помилився в розрахунках.

В результаті аналізу розробленої моделі були виявлені проблеми, які необхідно усунути. Для цього серед співробітників підприємства проводиться анкетування з метою з'ясування, які недоліки в роботі вони можуть відзначити, наскільки критично вони впливають на їх роботу і які методи з їх усунення вони можуть запропонувати. Як незалежна експертна думка були розглянуті рекомендації зовнішнього аудиту підприємства експертом в поліграфічній галузі, який був притягнутий до цієї роботи з усунення виявлених проблем.

В ході анкетування і аналізу даних, отриманих з використанням моделі процесів «as is», яка описує ситуації на підприємстві, були виявлені недоліки в структурі роботи підприємства. На підставі переліку таких недоліків був сформований наступний перелік заходів:

- поліпшити взаємодію ділянки «менеджер-Замовник»;
- запустити алгоритм бронювання сировини;
- планувати короткострокові плани тільки на ті роботи, на які є в повному обсязі файли і матеріали;
- поліпшити внутрішні комунікації на підприємстві;
- розмежувати зони впливу і області контролю за виробничим процесом;
- прийняти на роботу менеджера-логіста, який виконує збір інформації про замовлення у комерційного відділу, роботу з транспортними компаніями, комунікацію з постачанням, складом і плановим відділами;
- погоджувати терміни і пріоритети з видачі замовлень всередині комерційного відділу;
- своєчасно віддавати плани в цеху.

На підставі інструкцій експерта був описаний процес обробки замовлення і розроблений список рекомендацій щодо усунення недоліків, а саме:

- визначити чітке розмежування обов'язків;
- встановити чіткі інформаційні зв'язки між підрозділами, усунути зайві контакти між підрозділами всередині виробничого відділу;
- встановити чіткий порядок отримання файлів;
- акумулювати інформацію про всі замовлення і терміни видачі, формувати мінімальний план для планового відділу представником комерційного відділу;
- візуалізувати плани, щоб ця інформація була доступна менеджерам;
- проводити зворотне планування.

Відповідно до описаних в підрозділі 3.3 етапів створення вдосконаленої моделі («to be»), при багаторазовому моделюванні протікання бізнес-процесів була проаналізована поточна модель «as is». Прийнявши до уваги перелічені вище рекомендації і провівши реорганізацію підприємства шляхом відсікання петель, дублювання, виявлення «вузьких місць» і причин їх виникнення, було отримано новий лог подій, на підставі якого була отримана модель «to be» (рис. В.6).

В результаті цих дій у відділ постачання додався новий співробітник – менеджер-логіст, який займається підготовкою документації, оформленням заявок на матеріали, замовленням транспорту для готових тиражів і є проміжною ланкою між комерційним і плановим відділом.

Як видно з рисунку Б.7, «вузькі місця» і «тупики» у відділі постачання, які уповільнювали процес, були ліквідовані. У менеджерів з'явилося більше часу для обробки замовлення та спілкування з замовником, тому кількість помилок в заявках зменшилася.

Плановий відділ ставить замовлення в оперативний план без простоїв і циклів (рис. В.8). Петля, яка виникла у зв'язку з тим, що препрес-відділу довелося перевіряти файли, які прийшли від Замовника невчасно, більше не виникає, тому що менеджер виконав перевірку файлів заздалегідь, що дало можливість замовнику передати файли вчасно.

Загальний час роботи над замовленням зменшився в середньому на годину за рахунок відсутності повторень (рис. В.9). Таке зменшення часу обґрунтовано тим, що співробітники, які раніше витрачали час на перероблення роботи, тепер витрачають його на досконаліше виконання своїх обов'язків, що зменшує кількість помилок, оптимізує процес роботи і, як наслідок, зменшує кількість браку на виході.

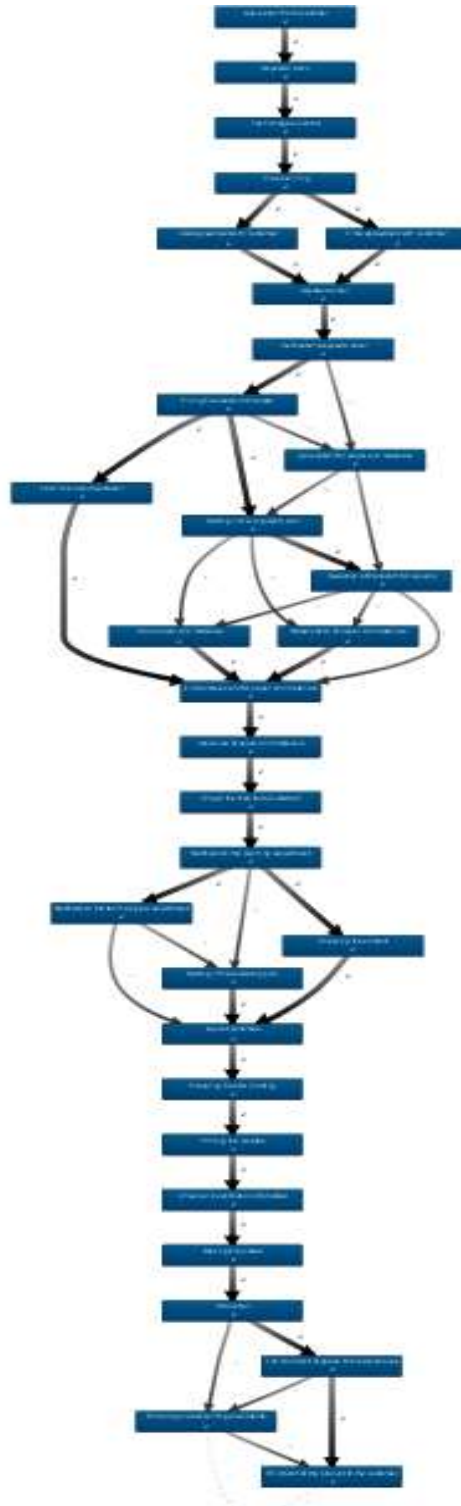


Рисунок В.6 – Модель бізнес-процесів «to be»

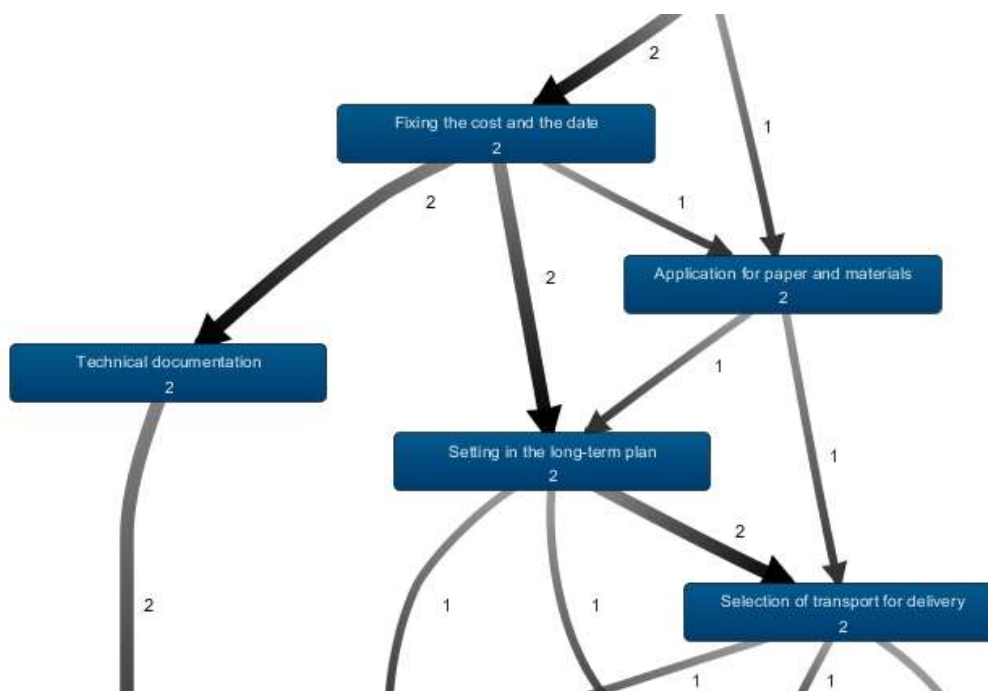


Рисунок В.7 – Бізнес-процеси обробки заказу у відділі постачання

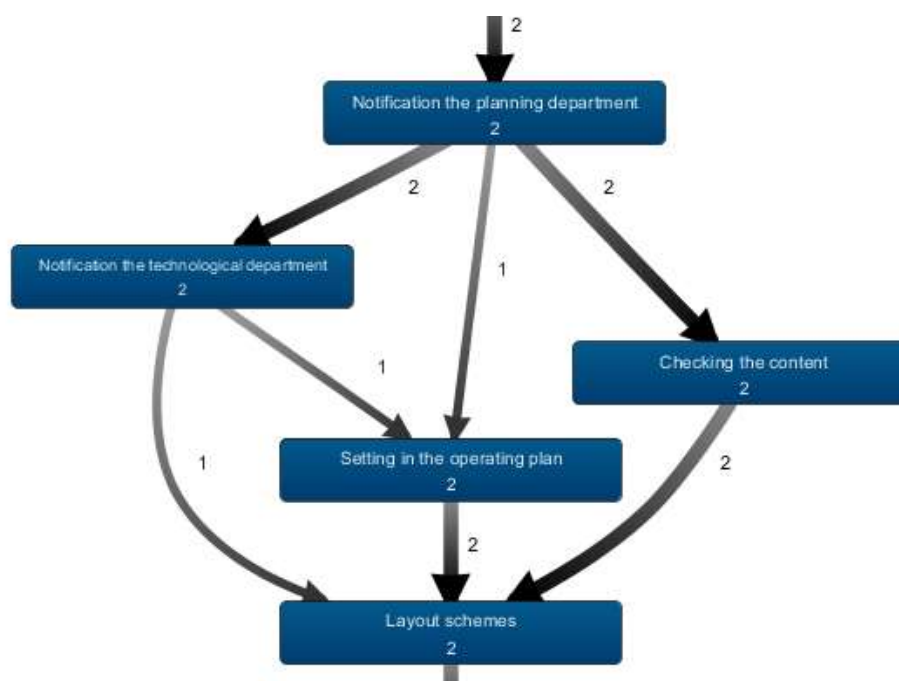


Рисунок В.8 – Бізнес-процеси обробки замовлення в плановому відділі

Cases (2)		Variants (2)			
Case ID	▲ Events	Variant	Started	Finished	Duration
111	39	1	20.03.2016 09:00:00	26.03.2016 13:30:00	6 days, 4 hours
333	35	2	21.03.2016 10:00:00	26.03.2016 13:40:00	5 days, 3 hours

a)

Case ID	Events	Variant	Started	Finished	Duration
111	31	1	20.03.2016 09:...	26.03.2016 13:...	6 days, 4 hours
333	31	2	21.03.2016 10:...	26.03.2016 12:...	5 days, 2 hours

б)

Рисунок В.9 – Статистика по моделям: а) as-is, б) «to-be»

На рисунку В.10 показана статистика щодо кількості дій, які виконуються кожним із співробітників над замовленням.

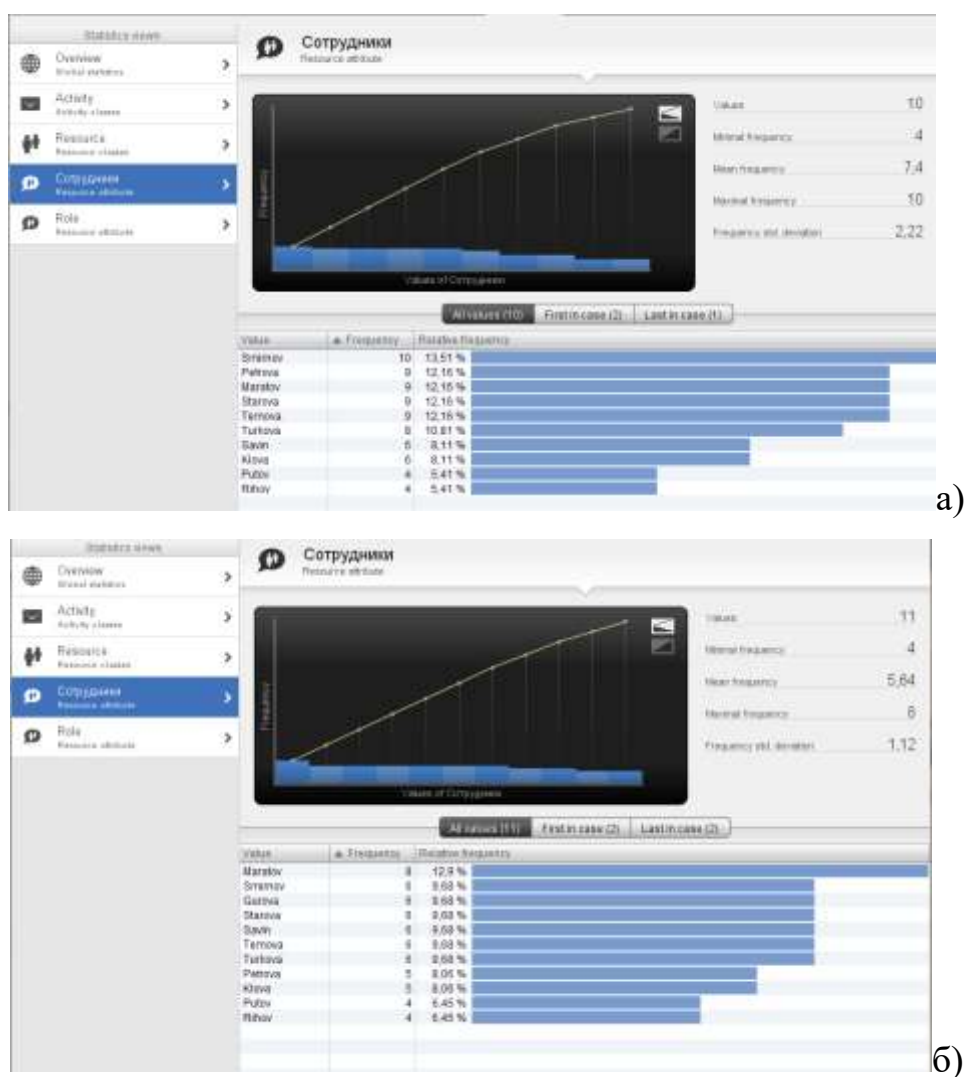


Рисунок В.10 – Статистика щодо дій співробітників: а) «as is», б) «to be»

У моделі «as is» менеджер в середньому виконував 20 дій, а в моделі «to be» ця кількість знизилася до 12. Менеджер з постачання виконувала 18 дій, а зараз ця кількість знизилася до 10.

Таким чином, з використанням розробленого в підрозділі 3.2 методу синтезу Enterprise Dynamics і технології Process Mining, при багаторазовому моделюванні протікання бізнес-процесів для реалізації за отриманими метриками відхилень режимів їх реалізації, відсікання петель, дублювання, виявлення «вузьких місць» і причин їх виникнення, була створена вдосконалена модель («to be»). Шляхом використання перелічених вище рекомендацій співробітників і експерта та проведення реорганізації підприємства були вирішені завдання з ліквідації «вузьких місць» за рахунок зміни процесів або перерозподілу ресурсів до тих пір, поки всі виникаючі вузькі місця не були ліквідовані і реалізація бізнес-процесів не була покращена.

При використанні методу синтезу Enterprise Dynamics і технології Process Mining розглядається інструментальний засіб Enterprise Dynamics, який дозволяє моделювати бізнес-процеси при реалізації кожного етапу інтелектуального аналізу процесів. Застосування інструментального засоба Enterprise Dynamics на етапах Process Mining дозволяє моделювати бізнес-процеси при реалізації кожного етапу інтелектуального аналізу до їх реального виконання на виробництві, що дає можливість проводити аналіз параметрів поточних процесів, оцінити і внести відповідні зміни в модель бізнес-процесу.

ДОДАТОК Д

Реалізація процесу взаємозв'язку средств імітаційного модулювання з базами даних

У підрозділі 3.1 зазначалося, що інформація яка зберігається, повинна бути поміщена і витягнута з бази даних для аналізу та управління бізнес-процесами. Процес видобутку даних спрямований на виявлення, моніторинг, контроль та управління бізнес-процесами з використанням методів аналізу даних. Таким чином, даний процес міститься між інтелектуальним аналізом даних і моделюванням процесу. Кінцевою метою процесу видобутку даних є виявлення корисних знань, даних з метою розуміння і поліпшення бізнес-процесів з використанням відповідних інструментальних засобів.

Як зазначалося раніше, актуальні дані про бізнес-процеси повинні фіксуватися в базах даних ІС у вигляді протоколів її роботи. Ці дані визначаються повнотою опису подій і вимогами, повинні бути повною мірою ідентифіковані з конкретним процесом, впорядковані за часом і відрізнятися за певними ознаками. Для управління наскрізними бізнес-процесами необхідно розробити формат лога подій, за яким можна було б формувати відповідні бази даних.

Дані з журналу подій є вхідними даними на всіх стадіях Process Mining в процесі поліпшення моделі бізнес-процесу. Цей процес здійснюється за циклом до досягнення найкращого результату.

Для внесення, зберігання та вилучення необхідних даних з бази даних у вигляді лога подій при моделюванні бізнес-процесів пропонується формалізувати взаємозв'язок між Enterprise Dynamics (ED) і програмами зберігання даних MS Access або MS Excel. Як приклад розглядається зв'язок з MS Excel. Встановлений зв'язок являє собою посилання DDE link (DDE = Dynamic Data Exchange). Обидві програми, між якими необхідний обмін,

повинні бути відкриті. Крім того, зв'язок може встановлюватися тільки з одним файлом Excel одночасно, не дозволяючи при цьому вибирати окремі вхідні і вихідні дані. Файл, з яким відбувається такий зв'язок, повинен знаходитися в одному каталозі з моделлю Enterprise Dynamics, а при переміщенні або видаленні файлу зв'язок буде втрачено.

Для коректної роботи посилання DDE необхідно провести налаштування Enterprise Dynamics і Microsoft Excel. Після проведення всіх налаштувань одного разу зафіксована посилання повинне працювати без будь-яких проблем в подальшому.

При цьому необхідно визначити, яка мова встановлена у версії Excel. Кожна використана мова позначає рядки і стовпці по-різному, але установки букв програми повинні бути відомі ED (наприклад, англійською С – стовець і R – рядок, німецькою це – K і R, відповідно, тощо). Для цього в програмі Enterprise Dynamics необхідно зайти в меню File → Preference (Файл → Установки) і встановити значення C і R у відповідних полях Colum Reference і Row Reference (рис. Д.1).



Рисунок Д.1 – Вікно Preference

Далі необхідно провести налаштування Excel, для чого спочатку створюється новий файл Excel в тому ж каталозі, що і моделі.

Команди, які будуть використовуватися для зчитування і запису, використовують в своєму синтаксисі два числа для визначення стовпця і рядка (1,1). В MS Excel, за замовчуванням, комірка описується буквою і цифрою (A, 1). Для того, щоб взаємозв'язок ED і MS Excel здійснювався правильно, необхідно зайти в меню Office → параметри Excel (рис. Д.2).

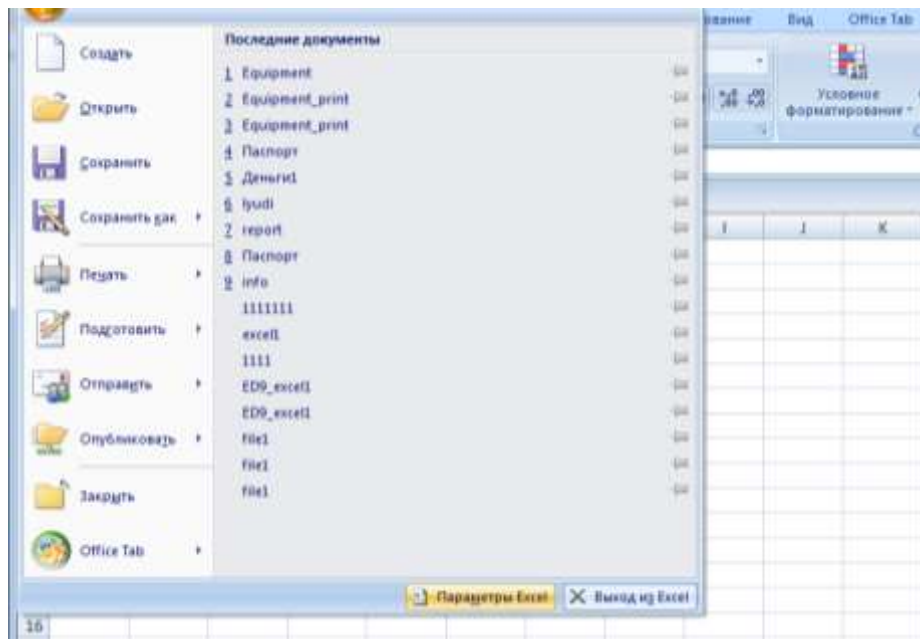


Рисунок Д.2 – Налаштування Excel

Далі у вкладці «Формули» в розділі «Робота з формулами» необхідно поставити прапорець в рядку «Стиль посилань R1C1» (рис. Д.3) і натиснути кнопку ОК.

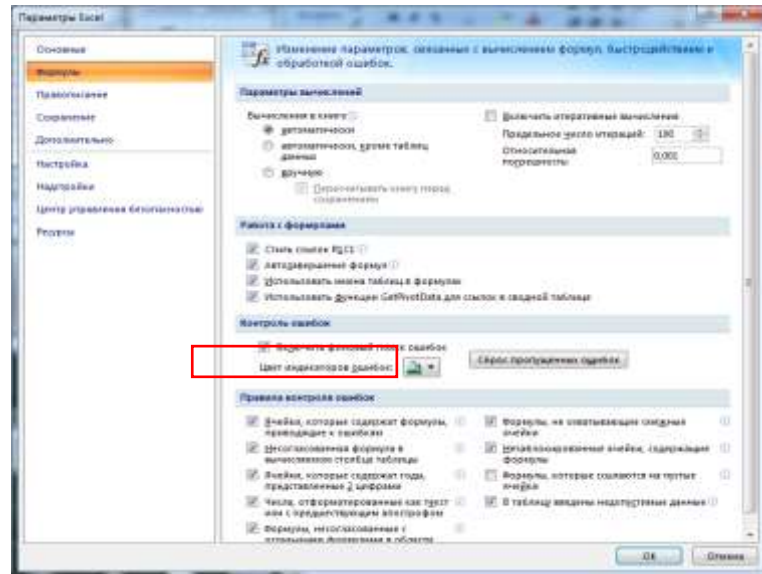


Рисунок Д.3 – «Робота с формулами»

Після збереження установок рядки і стовпці будуть підписані цифрами, і тепер посилання на комірки таблиці Excel будуть працювати коректно (рис. Д.4). Після закінчення налаштування необхідно дати назву листам книги (наприклад Sheet1), назвати і зберегти файл Excel (в прикладі Equipment_print). При цьому обов'язково потрібно закрити файл.



Рисунок Д.4 – Вкладка «Формули»

Потім необхідно помістити атом Excel в модель з бібліотеки об'єктів категорії «Data» (рис. Д.5). Цей елемент забезпечує зв'язок між ED і Excel. Кожна модель може містити тільки один атом Excel.



Рисунок Д.5 – Атом Excel

У діалоговому вікні Excel DDE Communication.меню атома Excel необхідно вказати файл, з яким буде відбуватися обмін даними, робочий лист книги і встановити прапорець «Excel visible at startup» (рис. Д.6).

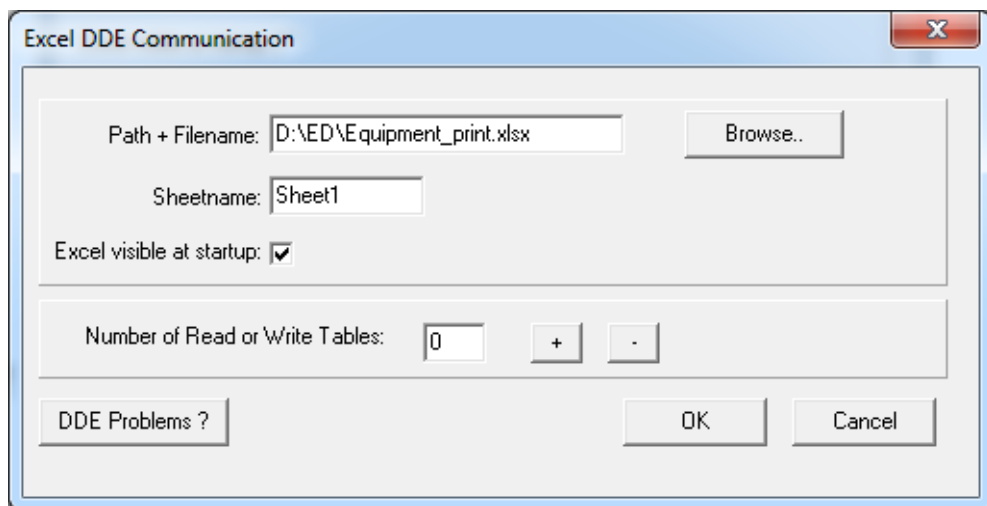


Рисунок Д.6 – Діалогове вікно Excel DDE Communication

Після цього зв'язок між ED і Excel автоматично встановиться (рис. Д.7).

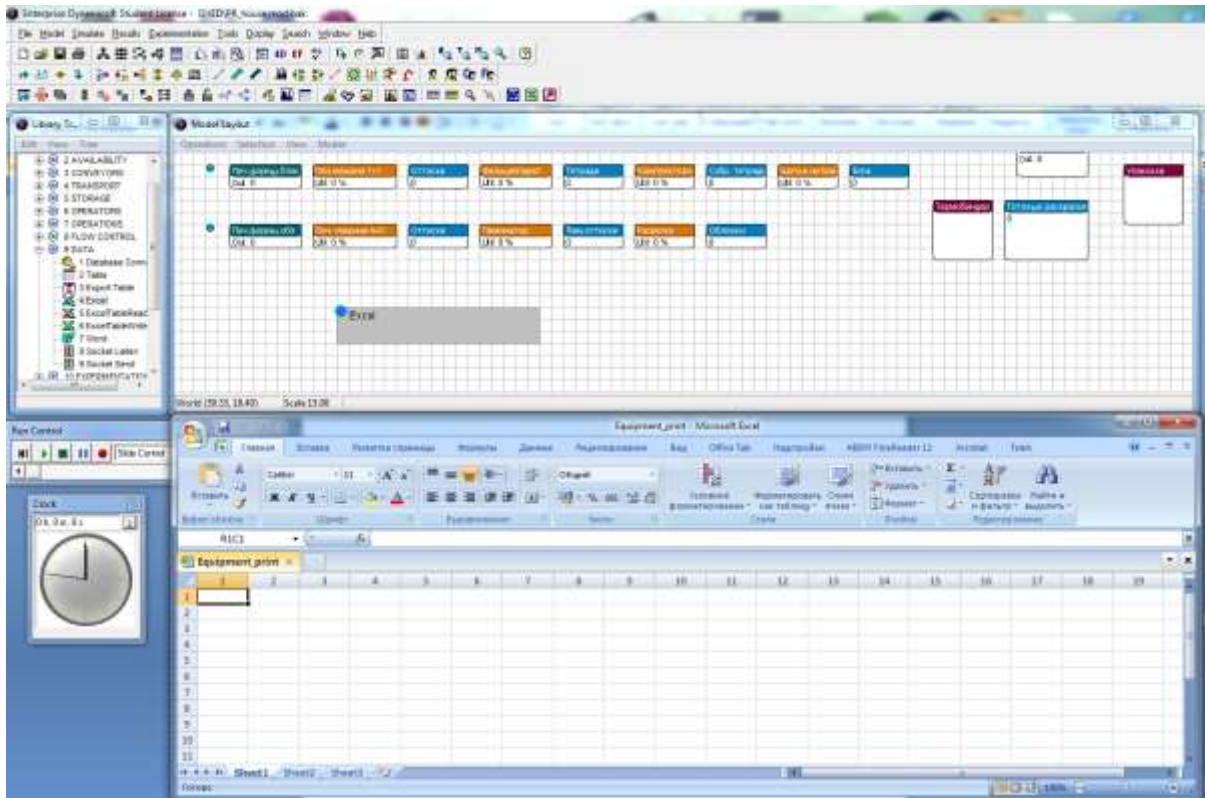


Рисунок Д.7 – Модель з посиланням Excel

Пропонована формалізація процесу взаємозв'язку Excel в Enterprise Dynamics відкриває багато можливостей в моделюванні бізнес-процесів. Наприклад, в рамках завдання планування і відстеження процесу виконання замовлення з'являється можливість зчитування інформації про параметри обладнання виробництва. Всі дані про обладнання можна об'єднати в одну таблицю і посилатися на потрібні комірки в процесі моделювання.

Для прикладу був створений файл Excel «Equipment_print» з інформацією про друкарське та післядрукарське обладнання (рис. Д.8). Для кожної операції проведено підбір трьох видів обладнання з різними параметрами, який становить весь перелік можливих використовуваних варіантів.

У першому стовпці вказано назву обладнання; у другому - швидкість виконання операції; в третьому - одиниці виміру; в четвертому - кількість продукції, яке потрібно обробити; в п'ятому - розраховане час циклу для

одиниці продукції, виражене в секундах.

В об'єкті Server в рядку Cycletime створено посилання на комірки п'ятого стовпчика, що означає час, необхідний на виконання операції, в секундах.

Для встановлення посилання на комірку Excel використовується команда ExcelRead (a, b), яка зчитує значення в комірці рядка a й стовпчика b Excel-файлу.

При цьому доцільно додати в модель всі можливі види обладнання і встановити посилання на їх параметри в таблиці Excel (рис. Д.9). Далі внесення або вилучення того чи іншого виду обладнання регулюється за допомогою рядків Send to, Queue discipline, Input strategy шляхом завдання каналу і стратегії переходу. Використання базового обладнання, забезпечується стратегією переходу «allways chanell 2».

Реалізація експорту даних з Enterprise Dynamics також відкриває великі можливості для аналізу і обробки даних, отриманих під час моделювання бізнес-процесів.

	1	2	3	4	5
1		Скорость	ед.	Количество	cycletime
2	Печатное оборудование для печати блока				
3	Shinohara 104IIP	12000	отт/ч	10000	3000,0
4	Aurelia 700-2P	13000	отт/ч	10000	2769,2
5	Speedmaster SM 102-2P	15000	отт/ч	10000	2400,0
6	печатного оборудования для печати обложек				
7	Yiying - PZ 41020	12000	отт/ч	2500	750,0
8	Speedmaster SM 102-4P	13000	отт/ч	2500	692,3
9	Aurelia 700-4P	13000	отт/ч	2500	692,3
10	фальцевальных машин				
11	Polygraph Grafische Gerate GmbH - 2671 FSA	15000	л/ч	60000	0,2
12	Bonelli Industrie S.r.l. - 5071	20000	л/ч	60000	0,2
13	GUK Falzmaschinen - FA 72/4-4-2 K	24000	л/ч	60000	0,2
14	подборки и комплектовки блоков				
15	Setmaster A4	55	ц/мин	10000	1,1
16	C.P. Bourg, Inc. - AE 10	80	ц/мин	10000	0,8
17	Harris Graphics - 250	90	ц/мин	10000	0,7
18	шитья книжно-журнальной продукции нитками				
19	SXZ-370	120	ц/мин	10000	0,5
20	Grafotek - Krick	130	ц/мин	10000	0,5
21	Martini GmbH - 3212	160	ц/мин	10000	0,4
22	ламинатор				
23	AGFA-Gevaert AG - APL 700	0,5	м/мин	2500	36,0
24	Attalus - Attalam 630 D	0,9	м/мин	2500	28,0
25	FKS - 800ELX	2	м/мин	2500	14,0
26	одноножевой резальной машины				
27	PC-64IISC	2	р/мин	10 (2500)	0,8
28	QZX 670	1	р/мин	10 (2500)	0,7
29	POLAR 66	1	р/мин	10 (2500)	0,5
30	оборудования для клеевого скрепления				
31	SIGLOCH SB-300	100	ц/мин	10000	0,6
32	Heidelberg Universal Binders 130	200	ц/мин	10000	0,6
33	Kolbus SYST-BIND KM49	215	ц/мин	10000	0,6

Рисунок Д.8 – Файл Excel «Equipment_print»

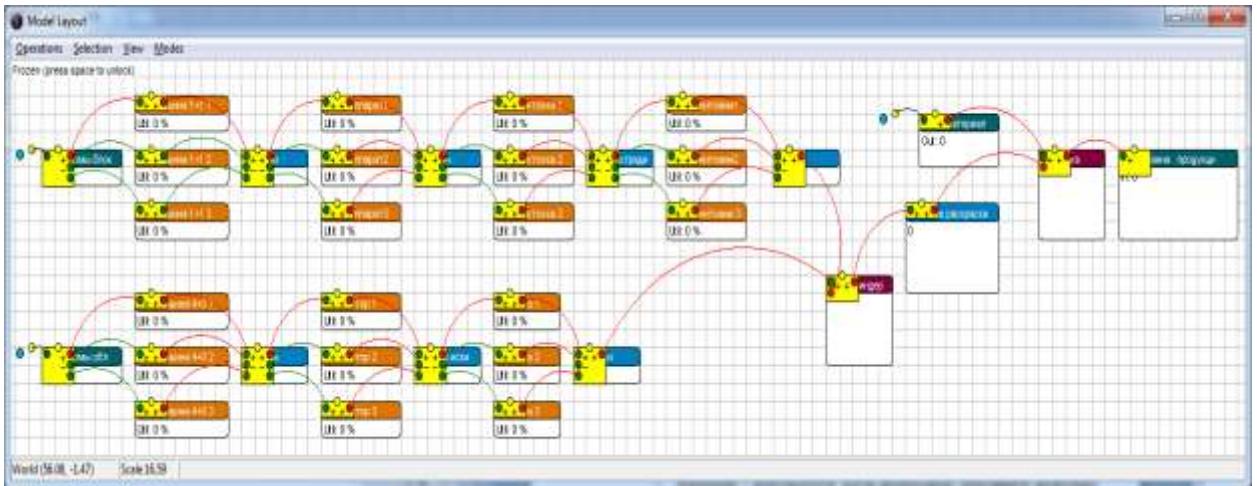


Рисунок Д.9 – Файл Excel «Equipment_print»

Команда ExcelWrite (a, b, c) дозволяє записувати результат виразу в комірку (a, b) файлу Excel. Як конкретний параметр можна використовувати константу, змінну або результат команди. Наприклад, команда «age» відстежує час продукту з моменту його появи в моделі.

Запишемо команду ExcelWrite (output (c), 1, age (i)) в компонент Queue в «Trigger on Exit». Час очікування і записується в рядок c, стовпець 1 файлу Excel (рис. Д.10).

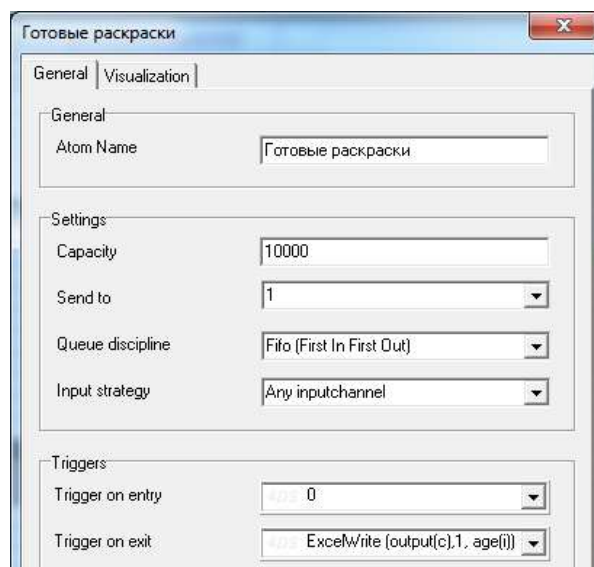


Рисунок Д.10 – Команда ExcelWrite

Команда виведення зафіксує час перебування продукту в даному

компоненті моделі. Значення очікування в черзі першого продукту покаже приблизний час виконання даного етапу технологічного процесу, оскільки продукти праці не переходять на виконання наступного етапу до закінчення попереднього.

На основі отриманих даних можна відстежити час і швидкість виконання кожного етапу бізнес-процесу, а також проаналізувати ефективність використання різних видів поліпшень моделі.

ДОДАТОК Е

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ВИБОРУ АНАЛОГА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ПРИКЛАДІ ПОЛІГРАФІЧЕСКОГО ПІДПРИЄМСТВА

У підрозділі 5.3 розглядався метод по вибіру і придбанню ІС, яка максимально повинна відповідати вимогам кінцевих користувачів підприємства. При цьому ефективність реалізації такого методу залежить від багатьох чинників і насамперед від її функціональності, вартості та тривалості впровадження.

Опишемо реалізацію данного методу на прикладі поліграфічного підприємства з використанням принципу побудови ієрархічної схеми параметрів її корисності. За своїм призначенням ієрархічний принцип суттєво спрощує оцінювання складних об'єктів, до яких відносяться інформаційні системи управління поліграфічним підприємством (ІСУПП).

Процедуру визначення корисності ІСУПП представимо у вигляді наступних етапів:

Етап 1. Побудова ієрархічної схеми показників корисності ІСУПП.

Етап 2. Визначення вагомості цих показників

Етап 3. Визначення значень одиничних показників для кожної ІСУПП.

Етап 4. Розрахунок групових показників і їх вагових коефіцієнтів для кожної ІСУПП.

Етап 5. Розрахунок комплексних показників корисності для кожної ІСУПП.

Етап 6. Розрахунок інтегрального показника корисності кожної ІСУПП.

Етап 7. Вибір ІСУПП за показниками, які максимально задовольняють вимогам кінцевих користувачів.

Розглянемо реалізацію такої процедури в рамках зазначених етапів.

Етап 1. Побудова ієрархічної схеми показників корисності ІСУПП.

Застосування інтегрального методу оцінки корисності системи з використанням узагальненого показника передбачає його представлення у вигляді функції від одиничних або групових показників. Тому при розробці такої схеми необхідно керуватися тим, що корисність в цілому як комплексний показник розглядається на верхньому рівні, а його складові (менш узагальнені властивості) – на наступних рівнях [10].

Властивостями першого рівня, що характеризують корисність ІСУПП, є вартість і функціональність як найважливі показники, що визначають її корисність.

У свою чергу функціональність такої системи декомпозується на наступні властивості другого рівня:

- наявність функцій оформлення замовлення;
- наявність функцій бухгалтерського обліку;
- наявність функцій управління виробництвом;
- наявність функцій управління складом;
- централізоване зберігання даних;
- наскрізна автоматизація роботи всіх служб друкарні;
- координація взаємодії співробітників;
- технічне обслуговування;
- адміністрування баз даних;
- аналіз діяльності підприємства (формування звітів).

Потім властивості другого рівня декомпозуються на ряд простих властивостей третього рівня.

Ієрархічна схема корисності ІСУПП представлена на рисунку Е.1.

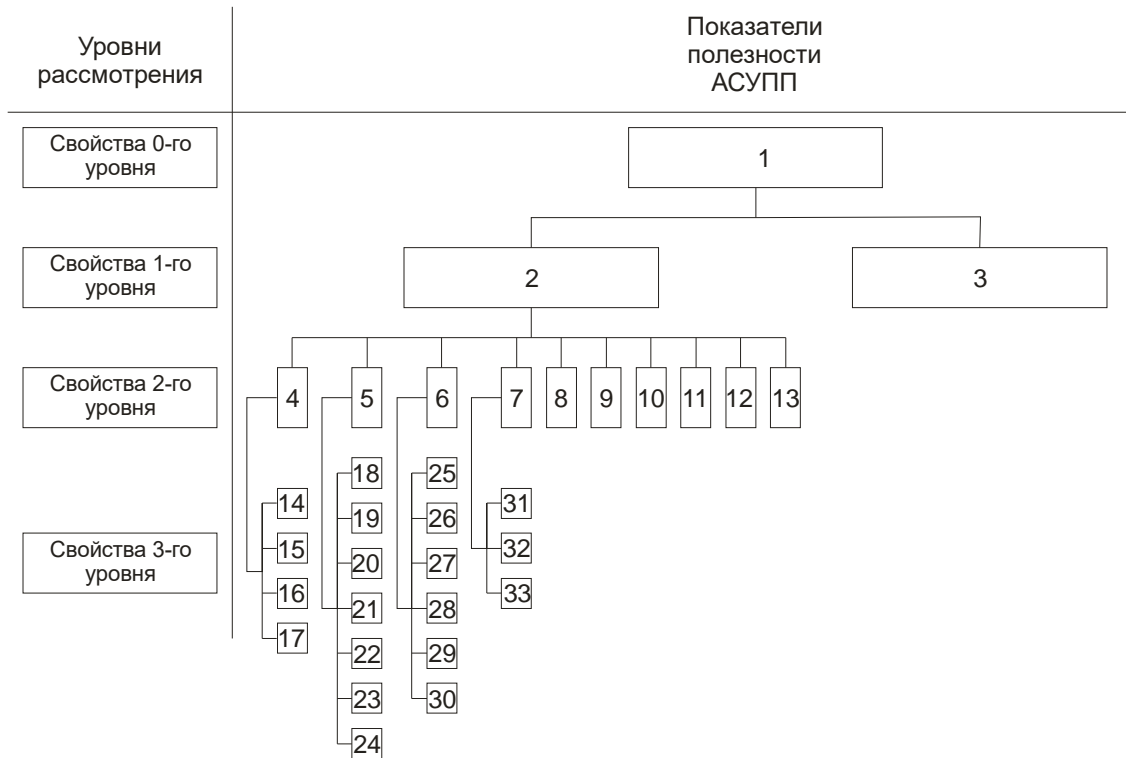


Рисунок Е.1 – Ієрархічн схема корисності ІСУПП

На цьому рисунку прийняті такі позначення: 1 – комплексний показник корисності; 2 – функціональність ІСУПП; 3 – вартісної показник; 4 – функції оформлення замовлення; 5 – функції бухгалтерського обліку; 6 – функції управління виробництвом; 7 – функції управління складом; 8 – централізоване зберігання даних; 9 – наскрізна автоматизація роботи всіх служб друкарні; 10 – координація взаємодії співробітників; 11 – технічне обслуговування; 12 – адміністрування баз даних; 13 – аналіз діяльності підприємства; 14 – оформлення та калькуляція замовлення; 15 – автоматизація документообігу; 16 – облік і ведення бази даних замовників і постачальників; 17 – облік проходження замовлення по стадіях; 18 – контроль оплати замовлення; 19 – розрахунок заробітної плати; 20 – фінансова статистика; 21 – ведення бухгалтерської документації; 22 – взаєморозрахунки з постачальниками і покупцями; 23 – облік банківських і касових операцій; 24 – облік робочого часу робітників; 25 – диспетчеризація;

26 – вибір технологічного процесу (ланцюжка); 27 – планування виробництва; 28 – управління завантаженням обладнання; 29 – облік матеріалів у виробництві; 30 – контроль виробничих процесів в реальному режимі часу; 31 – облік готової продукції; 32 – доставка готової продукції; 33 – управління складом матеріалів та готової продукції [13].

Етап 2. Визначення вагомості одиничних показників корисності

Визначення вагових коефіцієнтів одиничних показників здійснюється в межах групи, в яку вони входять. Для парного їх порівняння складемо відповідні таблиці, в яких рядок і стовпець будуть містити однаковий список порівнюваних параметрів. Для кожної порівнюєш пари визначимо найбільш важливий параметр і дамо йому числове значення, яке показує наскільки важливість одного параметра перевищує інший (1 – даний параметр не важливий, 2 – параметри однакові за важливістю, 3 – даний параметр значно важливіше іншого).

Етап 3. Визначення значень одиничних показників для кожної ІСУПП.

У таблиці Е.1 представлений приклад аналізу одиничних показників групи «Функції оформлення і калькуляції замовлення» (А) з урахуванням автоматизації документообігу (В), облік і ведення бази даних замовників і постачальників (С), облік проходження замовлення по стадіях (Д).

По кожному рядку матриці визначимо суму U_i привласнених коефіцієнтів переваги і обчислимо абсолютні пріоритети функцій U_i' , для чого кожен рядок в матриці множиться на вектор-стовпець U_i .

Наприклад, для співвідношень, представлених в табл. Е.1, U_i обчислюється таким чином:

$$U_A' = 2 \cdot 8 + 1 \cdot 9 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 10 = 60;$$

Отримана сума абсолютних пріоритетів всіх параметрів дорівнює:

$$\sum_i^4 U_i = 242; \quad (E.1)$$

Таблиця Е.1 – Таблиця для аналізу одиничних показників групи «Функції оформлення замовлення»

	A	B	C	D	Сума значень по рядку U_i	Абсолютний пріоритет U_i'
A	2	1	3	2	8	60
B	3	2	3	1	9	67
C	1	1	2	1	5	37
D	2	3	3	2	10	78

Вагові коефіцієнти введених параметрів розраховуються виходячи з отриманих значень їх абсолютних пріоритетів за формулою:

$$a_{ijk} = \frac{U_i'}{\sum_i^4 U_i'}; \quad (E.2)$$

Результат обчислення вагових коефіцієнтів одиничних показників групи «функції оформлення замовлення» представлено в таблиці Е.2.

Таблиця Е.2 – Вагові коефіцієнти одиничних показників групи «функції оформлення замовлення»

Одиничні показники групи «Функції оформлення замовлення»	Ваговий коефіцієнт a_{ijk}
A – оформлення та калькуляція замовлення	0,247
B – автоматизація документообігу	0,277
C – облік і ведення бази даних замовників і постачальників	0,15

D – облік проходження замовлення за стадіями	0,322
--	-------

У таблиці Е.3 представлений аналіз одиничних показників групи «Функції бухгалтерського обліку».

Таблиця Е.3 – Таблиця для аналізу одиничних показників групи «Функції бухгалтерського обліку»

	A	B	C	D	E	F	G	Сума значень по рядку U_i	Абсолютний пріоритет U_i'
A	2	3	3	1	3	3	2	17	226
B	1	2	2	1	1	1	2	10	132
C	1	2	2	1	1	2	2	11	144
D	3	3	3	2	3	2	3	19	263
E	1	3	3	1	2	3	3	16	206
F	1	3	2	2	1	2	1	12	160
G	2	2	2	1	1	3	2	13	173

У даній таблиці введені такі позначення:

- А – контроль оплати замовлення;
- В – розрахунок заробітної плати;
- С – фінансова статистика;
- D – ведення бухгалтерської документації;
- Е – взаєморозрахунки з постачальниками і покупцями;
- F – облік банківських і касових операцій;
- G – облік робочого часу робітників.

Сума абсолютних пріоритетів усіх параметрів дорівнює:

$$\sum_i^7 U_i = 1304;$$

Результат обчислення вагових коефіцієнтів одиничних показників групи «Функції бухгалтерського обліку» представлено в таблиці Е.4.

Таблиця Е.4 – Вагові коефіцієнти одиничних показників групи «Функції бухгалтерського обліку»

Одиничні показники групи «Функції бухгалтерського обліку»	Ваговий коефіцієнт a_{ijk}
А – контроль оплати замовлення	0,17
В – розрахунок заробітної плати	0,1
С – фінансова статистика	0,11
Д – ведення бухгалтерської документації	0,21
Е – взаєморозрахунки з постачальниками і покупцями	0,16
Ф – облік банківських і касових операцій	0,12
Г – облік робочого часу робітників	0,13

У таблиці Е.5 представлений аналіз одиничних показників групи «функції управління виробництвом».

Таблиця Е.5 – Таблиця для аналізу одиничних показників групи «Функції управління виробництвом».

	А	В	С	Д	Е	Ф	Сума значень по рядку $U_{i\text{яд}}$	Абсолютний пріоритет U_i'
А	2	1	2	3	1	3	12	137
В	3	2	1	3	3	3	15	165
С	2	3	2	1	2	3	13	157
Д	1	1	3	2	2	2	11	130

Е	3	1	2	2	2	2	12	141
F	1	1	1	2	2	2	9	104

У даній таблиці введені такі позначення:

- А – диспетчеризація;
- В – вибір технологічного процесу (ланцюжка);
- С – планування виробництва;
- D – управління завантаженням обладнання;
- Е – облік матеріалів у виробництві;
- F – контроль виробничих процесів в реальному режимі часу.

Сума абсолютних пріоритетів всіх параметрів дорівнює:

$$\sum_i^6 U_i = 834;$$

Результат обчислення вагових коефіцієнтів одиничних показників групи «функції управління виробництвом» представлено в таблиці Е.6.

Таблиця Е.6 – Вагові коефіцієнти одиничних показників групи «Функції управління виробництвом»

Одиничні показники групи «Функції бухгалтерського обліку»	Ваговий коефіцієнт a_{ijk}
А – диспетчеризація	0,17
В – вибір технологічного процесу (ланцюжка)	0,2
С – планування виробництва	0,18
D – управління завантаженням обладнання	0,16
Е – облік матеріалів у виробництві	0,17
F – контроль виробничих процесів в реальному режимі часу	0,12

У таблиці Е.7 представлений аналіз одиничних показників групи «Функції управління складом».

Таблиця Е.7 – Таблиця для аналізу одиничних показників групи «Функції управління складом»

	А	В	С	Сума значень по рядку U_i	Абсолютний пріоритет U_i'
А	2	3	1	6	35
В	1	2	1	5	24
С	3	3	2	8	49

У даній таблиці введені такі позначення:

- А – облік готової продукції;
 - В – доставка готової продукції;
 - С – управління складом матеріалів і готової продукції.
- Сума абсолютних пріоритетів всіх параметрів дорівнює:

$$\sum_i^3 U_i = 108;$$

Результат обчислення вагових коефіцієнтів одиничних показників групи «функції управління складом» представлено в таблиці Е.8.

Таблиця Е.8 – Вагові коефіцієнти одиничних показників групи «функції управління складом»

Одиничні показники групи «Функції управління складом»	Ваговий коефіцієнт a_{ijk}
А – облік готової продукції	0,32
В – доставка готової продукції	0,22
С – управління складом матеріалів і готової продукції	0,46

Отримані вагові коефіцієнти одиничних показників будуть використовуватися при обчислення групових показників корисності.

Етап 4. Розрахунок групових показників і їх вагових коефіцієнтів

Вагові коефіцієнти групових показників якості визначаються в межах комплексного показника, наприклад функціональності. Для парного порівняння групових показників корисності складемо таблиці, як і при розрахунку вагових коефіцієнтів одиничних показників.

У таблиці Е.9 представлений аналіз групових показників функціональності.

Таблиця Е.9 – Таблиця для аналізу групових показників функціональності

											Сума значень по рядку U_i	Абсолютний пріоритет U_i'
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ж		
А	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	25	494
В	1	2	1	1	3	3	3	2	3	2	21	373
С	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	29	532
Д	2	3	1	2	2	2	3	3	3	3	24	464
Е	2	1	1	2	2	2	3	2	2	1	18	346

F	1	1	1	2	2	2	2	3	2	1	17	320
G	1	1	1	1	1	2	2	3	2	1	15	277
H	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	13	264
I	2	1	1	1	2	2	2	3	2	1	17	320
J	2	2	1	1	3	3	3	3	3	2	23	431

У даній таблиці введені такі позначення:

- А – функції оформлення замовлення;
- В – функції бухгалтерського обліку;
- С – функції управління виробництвом;
- D – функції управління складом;
- Е – централізоване зберігання даних;
- F – наскрізна автоматизація роботи всіх служб друкарні;
- G – координація взаємодії співробітників;
- H – технічне обслуговування;
- I – адміністрування баз даних;
- J – аналіз діяльності підприємства (формування звітів).

Сума абсолютних пріоритетів всіх параметрів дорівнює:

$$\sum_i^{13} U_i = 3821.$$

Результати обчислення вагових коефіцієнтів групових показників функціональності, подання платниками податку представлені в таблиці Е.10.

Обчислені групові вагові коефіцієнти будемо використовувати при обчислення комплексного показника функціональності.

Етап 5. Визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників

Для визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників використовуємо експертний метод оцінки - метод рангів. Експертну групу представлятимуть провідні фахівці та директор підприємства: 1 – генеральний директор, 2 – головний бухгалтер, 3 – головний технолог, 4 – завідувач складом і 5 – завідувач виробництвом.

Для визначення коефіцієнтів вагомості показників за оцінками експертів сформуємо відповідну таблицю (табл.Е.11).

Таблиця Е.10 - Вагові коефіцієнти групових показників функціональності.

Параметри вибору	Ваговий коефіцієнт H_i
А – функції оформлення замовлення	0,129
В – функції бухгалтерського обліку	0,098
С – функції управління виробництвом	0,139
Д – функції управління складом	0,122
Е – централізоване зберігання даних	0,09
Ф наскрізна автоматизація роботи всіх служб друкарні	0,084
Г – координація взаємодії співробітників	0,073
Н – технічне обслуговування	0,069
І – адміністрування баз даних	0,084
Ж – аналіз діяльності підприємства	0,112

(формування звітів)	
---------------------	--

Таблиця Е.11 – Визначення вагомості комплексних показників корисності

Комплексний показник	Оцінка експертів					Сума рангів	Відхилення суми рангів від \bar{X}_p	Квадрат відхилення суми от середнього	Коеф. вагомості показника a_i	Коеф. варіації показника K_a
	1	2	3	4	5					
Функціональність	2	2	2	2	2	10	2,5	6,25	0,67	
Вартість	1	1	1	1	1	5	2,5	6,25	0,33	

Коефіцієнт вагомості визначається за формулою:

$$a_i = \frac{\sum_{l=1}^r P_{il}}{\sum_{l=1}^r \sum_{i=1}^n P_{il}}; \quad (E.3)$$

де r – кількість експертів;

n – кількість показників;

P_{il} – оцінка i -ого показника l -м експертом.

Узгодженість за окремими показниками визначається за допомогою коефіцієнта варіації, який розраховується за формулою:

$$K_a = \sigma_i / \bar{a}_i, \quad (E.4)$$

де $\sigma_i = \sqrt{\frac{S}{n}}$ — середньоквадратичне відхилення коефіцієнта вагомості i -го показника;

\bar{a}_i — середнє значення коефіцієнта вагомості i -го показника.

При цьому коли:

$K_\sigma < 0,1$ — узгодженість висока;

$K_\sigma = 0,11 \dots 0,15$ — узгодженість вище середньої;

$K_\sigma = 0,16 \dots 0,25$ — середня узгодженість;

$K_\sigma = 0,26 \dots 0,35$ — узгодженість нижче середньої;

$K_\sigma > 0,35$ — узгодженість низька.

Міру узгодженості рішення групи експертів визначає коефіцієнт конкордації (узгодженості), який визначається за формулою:

$$K_w = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}, \quad (E.5)$$

де S — сума квадратів відхилення суми рангів об'єкта експертизи від середнього арифметичного рангів;

r — кількість експертів;

n — кількість об'єктів експертизи.

Коефіцієнт конкордації може мати значення від нуля до одиниці. При $= 1$ - повна узгодженість; при $= 0$ - узгодженість відсутня; при $> 0,70$ - узгодженість хороша.

Отримані вагові коефіцієнти будемо використовувати при розрахунку інтегрального показника корисності.

Етап 6. Визначення певного інтегрального показника корисності ІСУПП.

Для визначення інтегрального показника корисності використовуємо отримані поодинокі показники для кожної з розглянутих систем.

Одиничними показниками корисності ІСУПП є функції, які можуть бути реалізовані системою (значення одиничного показника = 1), або вони в ній відсутні (значення одиничного показника = 0). На підставі проведеного аналізу була складена таблиця, яка містить перелік одиничних показників (функцій) і їх значення для кожної аналізованої системи, яка може бути застосована для підтримки діяльності поліграфічного підприємства (табл. Е.12).

Таблиця Е.12 - Значення одиничних показників для кожної ІСУПП.

Одиначний показник корисності (функція)	Значення одиничних показників ІС					
	Аплер	Адьютант	Армекс	ЛИМ-Корпорация	Prinect	PrintEffect
Оформлення і калькуляція замовлення	1	1	1	1	1	1
Автоматизація документообігу	1	1	1	1	1	1
Облік та ведення бази даних замовників и постачальників	1	1	1	1	1	1
Облік проходження замовлення по стадіях	0	1	1	1	1	1
Контроль оплати замовлення	1	1	1	1	1	1
Разрахунок заробітної плати	1	0	1	1	1	1
Фінансова статистика	1	1	0	1	1	1
Ведення бухгалтерської документації	1	1	0	1	1	1
Взаєморозрахунки з постачальниками і покупцями	0	1	0	1	1	1
Облік банківських и касових операцій	0	1	1	1	1	1
Облік робочого часу рабiтників	1	0	1	1	1	1
Диспетчеризація	1	1	1	1	1	1
Вибір технологічного процесу (ланцюжка)	1	1	0	1	1	1
Планування виробництва	0	1	1	1	1	1
Управління завантаженням обладнання	1	1	1	1	1	1
Облік матеріалів у виробництве	1	1	1	1	1	1
Контроль виробничих процесів в реальному режимі часу	0	1	0	1	1	0
Облік готової продукції	1	1	1	1	1	1
Доставка готової продукції	1	0	1	1	1	1
Управління складом матеріалів і готової продукції	1	1	1	1	1	1

На підставі значень одиничних показників і ранне розрахованих вагових коефіцієнтів розрахуємо значення групових показників за формулою:

$$Q_i^{gp} = \sum_{i=1}^n a_{ijk} q_i . \quad (E.6)$$

де Q_i^{gp} – груповий показник корисності;

a_{ijk} – коефіцієнт, який визначає вагомність відповідного показника q_i ;

n – кількість одиничних показників.

Результати обчислення для всіх систем представлені в таблиці Е.13.

Таблиця Е.13 - Групові показники корисності для даних ІСУПП.

Груповий показник корисності	Значення групових показників					
	Аплер	Адьютант	Армекс	ЛИМ-Корпорація	Prinect	PrintEffect
Функції оформлення замовлення	0,68	1	1	1	1	1
Функції бухгалтерського обліку	0,72	0,77	0,52	1	1	1
Функції управління виробництвом	0,7	1	0,68	1	1	0,88
Функції управління складом	1	0,78	1	1	1	1
Централізованно зберігання даних	1	1	1	1	1	1
Сквозна автоматизація роботи всіх служб	1	0	1	1	1	1
Координація взаємодії співробітників іпографії	1	0	1	1	1	1
Технічне обслуговування	0	1	0	1	1	0

Адміністрування баз даних	0	1	1	1	1	1
Анализ діяльності підприємства	1	0	0	1	1	1

На підставі отриманих результатів і коефіцієнтів вагомості розрахованих раніше, обчислимо комплексні показники для кожної системи за формулою:

$$Q_i^{комп} = \sum_{j=1}^{m_i} a_{ij} Q_{ij}^{gp}; \quad (E.7)$$

де $Q_i^{комп}$ – комплексний показник корисності;

a_{ij} – коефіцієнт, який визначає вагомість відповідного групового показника Q_{ij} ;

m – кількість групових показників.

Результати розрахунку комплексного показника «функціональність» для кожної системи представлені в таблиці Е.14.

Таблиця Е.14 - Комплексний показник «функціональність»

Найменування ІСУПП Комплексний показник функціональності

Найменування ІСУПП	Комплексний показник функціональності
Аплер	0,73658
Адьютант	0,68162
Армекс	0,72748
ЛІМ-Корпорація	1
Prinect	1
PrintEffect	0,91432

Комплексний показник «вартість» представимо в таблиці Е.15 на

підставі ринкових даних.

Таблиця Е.15 - Вартість ІСУПП.

Найменування ІСУПП	Вартість, грн.
Аплер	22000
Адьютант	27120
Армекс	17000
ЛИМ-Корпорация	327600
Prinect	546000
PrintEffect	18500

Показник вартості є відносним показником, який визначимо формулою:

$$Q_i = \frac{P_i^{баз}}{P_i} \quad (E.8)$$

де Q_i – відносний показник (комплексний показник вартості);

P_i – значення вартості i -ої системи;

$P_i^{баз}$ – базове значення вартості.

За базове значення вартості візьмемо вартість найдешевшої з розглянутих систем - 17000 грн.

У таблиці Е.16 представлені комплексні показники вартості всіх систем.

Таблиця Е.16 - Комплексний показник вартості ІСУПП.

Найменування ІСУПП	Комплексний показник вартості
--------------------	-------------------------------

Аплер	0,77
Адьютант	0,63
Армекс	1
ЛІМ-Корпорація	0,05
Prinect	0,03
PrintEffect	0,92

Інтегральний показник корисності розрахуємо за формулою:

$$Q_{\text{инт}} = \sum_{i=1}^l a_i Q_i^{\text{комп}}; \quad (\text{E.9})$$

где $Q_{\text{инт}}$ – інтегральний показник корисності системи;

a_i – коефіцієнт, определяющий вагомость відповідного комплексного показника $Q_{\text{комп}}$;

l - кількість комплексних показників.

У таблиці E.17 представлені інтегральні показники корисності аналізованих систем.

Таблиця E.17 - Інтегральний показник корисності ІСУПП.

Найменування ІСУПП	Інтегральний показник корисності
Аплер	0,7476
Адьютант	0,6646
Армекс	0,8174
ЛІМ-Корпорація	0,6865

Prinect	0,6799
PrintEffect	0,9162

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що для розглянутого поліграфічного підприємства відповідно до розрахованими показниками найбільш придатною є система PrintEffect, тому що у неї найбільший інтегральний показник корисності.

Таким чином показано, що розроблений метод вибору є результативним і може використовуватися для вибору різних інформаційних систем підприємств.

ДОДАТОК Ж

Таблиці з варіантами рішення за часом, що залишився, виконання замовлень після третього прогону при фікстації конкурентних точок (кн1_2 кн2_1, кн2_2, кн3_1 кн3_2)

Таблица Ж.1 – Кн1_1

Кон т.1.1							номер зак.	общее вр	Кон т.1.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-99	123	132	231	213	312	321	1	-99		
-10	-10	14	14	42	42	2	21	-10	-10	14	14	42	42	2	21		
2	30	38	-14	-19	5	3	204	2	30	38	-14	-19	5	3	204		
26	-7	-23	26	-7	-23	Мин	-99	26	-7	-23	26	-7	-23	Мин	-99		
18	13	29	26	16	24	29		18	13	29	26	16	24	29			
-10	-17	-23	-14	-26	-23			-10	-17	-23	-14	-26	-23				
Кон т.2							3		Кон т.2.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-69	123	132	231	213	312	321	1	-51		
-5	-5	19	19	24	24	2	51	-2	-2	4	4	42	42	2	-39		
7	12	20	-9	-14	10	3	96	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204		
8	-2	-18	8	-2	-18	Мин	-69	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51		
10	5	21	18	8	16	21		16	11	27	24	14	22	27			
-5	-7	-18	-9	-16	-18			-10	-19	-15	-6	-28	-20				
Кон т.3.1							номер зак.	общее вр	Кон т.3.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-63	123	132	231	213	312	321	1	-51		
-4	-4	20	20	24	24	2	57	-2	-2	4	4	42	42	2	-39		
8	12	20	-8	-13	11	3	96	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204		
8	-1	-17	8	-1	-17	Мин	-63	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51		
12	7	23	20	10	18	23		16	11	27	24	14	22	27			
-4	-5	-17	-8	-14	-17			-10	-19	-15	-6	-28	-20				
Кон т.4.1							номер зак.	общее вр	Кон т.4.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-57	123	132	231	213	312	321	1	-39		
-3	-3	21	21	18	18	2	63	0	0	0	0	42	42	2	-63		
9	6	14	-7	-12	12	3	60	-12	30	38	-4	-9	-9	3	204		
2	0	-16	2	0	-16	Мин	-57	26	-21	-13	26	-21	-13	Мин	-63		
8	3	19	16	6	14	19		14	9	25	22	12	20	25			
-3	-3	-16	-7	-12	-16			-12	-21	-13	-4	-30	-22				
Кон т.5.1							номер зак.	общее вр	Кон т.5.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-75	123	132	231	213	312	321	1	-63		
-6	-6	18	18	24	24	2	45	-4	-4	2	2	42	42	2	-51		
6	12	20	-10	-15	9	3	96	-10	30	38	-8	-13	-7	3	204		
8	-3	-19	8	-3	-19	Мин	-75	26	-19	-17	26	-19	-17	Мин	-63		
8	3	19	16	6	14	19		12	7	23	20	10	18	23			
-6	-9	-19	-10	-18	-19			-14	-23	-17	-8	-32	-24				
Кон т.6.1							номер зак.	общее вр	общее Кон т.6.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-69	123	132	231	213	312	321	1	-69		
-5	-5	19	19	21	21	2	51	-5	-5	14	14	33	33	2	21		
7	9	17	-9	-14	10	3	78	2	21	29	-9	-14	5	3	150		
5	-2	-18	5	-2	-18	Мин	-69	17	-7	-18	17	-7	-18	Мин	-69		
7	2	18	15	5	13	18		14	9	25	22	12	20	25			
-5	-7	-18	-9	-16	-18			-5	-12	-18	-9	-21	-18				

Таблица Ж.2 – Кн1_2

Кон т.1.1						номер зак.	общее вр	Кон т.1.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-99	123	132	231	213	312	321	1	-99
-10	-10	14	14	42	42	2	21	-10	-10	14	14	42	42	2	21
2	30	38	-14	-19	5	3	204	2	30	38	-14	-19	5	3	204
26	-7	-23	26	-7	-23	Мин	-99	26	-7	-23	26	-7	-23	Мин	-99
18	13	29	26	16	24	29		18	13	29	26	16	24	29	
-10	-17	-23	-14	-26	-23			-10	-17	-23	-14	-26	-23		
Кон т.2						3		Кон т.2.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-69	123	132	231	213	312	321	1	-51
-5	-5	19	19	24	24	2	51	-2	-2	4	4	42	42	2	-39
7	12	20	-9	-14	10	3	96	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204
8	-2	-18	8	-2	-18	Мин	-69	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51
10	5	21	18	8	16	21		16	11	27	24	14	22	27	
-5	-7	-18	-9	-16	-18			-10	-19	-15	-6	-28	-20		
Кон т.3.1						номер зак.	общее вр	Кон т.3.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-63	123	132	231	213	312	321	1	-51
-4	-4	20	20	24	24	2	57	-2	-2	4	4	42	42	2	-39
8	12	20	-8	-13	11	3	96	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204
8	-1	-17	8	-1	-17	Мин	-63	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51
12	7	23	20	10	18	23		16	11	27	24	14	22	27	
-4	-5	-17	-8	-14	-17			-10	-19	-15	-6	-28	-20		
Кон т.4.1						номер зак.	общее вр	Кон т.4.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-57	123	132	231	213	312	321	1	-39
-3	-3	21	21	18	18	2	63	0	0	0	0	42	42	2	-63
9	6	14	-7	-12	12	3	60	-12	30	38	-4	-9	-9	3	204
2	0	-16	2	0	-16	Мин	-57	26	-21	-13	26	-21	-13	Мин	-63
8	3	19	16	6	14	19		14	9	25	22	12	20	25	
-3	-3	-16	-7	-12	-16			-12	-21	-13	-4	-30	-22		
Кон т.5.1						номер зак.	общее вр	Кон т.5.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-75	123	132	231	213	312	321	1	-63
-6	-6	18	18	24	24	2	45	-4	-4	2	2	42	42	2	-51
6	12	20	-10	-15	9	3	96	-10	30	38	-8	-13	-7	3	204
8	-3	-19	8	-3	-19	Мин	-75	26	-19	-17	26	-19	-17	Мин	-63
8	3	19	16	6	14	19		12	7	23	20	10	18	23	
-6	-9	-19	-10	-18	-19			-14	-23	-17	-8	-32	-24		
Кон т.6.1						номер зак.	общее вр	общее Кон т.6.2						номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-69	123	132	231	213	312	321	1	-69
-5	-5	19	19	21	21	2	51	-5	-5	14	14	33	33	2	21
7	9	17	-9	-14	10	3	78	2	21	29	-9	-14	5	3	150
5	-2	-18	5	-2	-18	Мин	-69	17	-7	-18	17	-7	-18	Мин	-69
7	2	18	15	5	13	18		14	9	25	22	12	20	25	
-5	-7	-18	-9	-16	-18			-5	-12	-18	-9	-21	-18		

Таблица Ж.4 – Кн2_2

Кон т.1							0								номер зак.	общее вр	Кон т.1.							0	-								номер	общее вр
123	132	231	213	312	321			1	-51	123	132	231	213	312	321			1	-51	123	132	231	213	312	321			1	-51					
-2	-2	4	4	42	42			2	-39	-2	-2	4	4	42	42			2	-39	-2	-2	4	4	42	42			2	-39					
-8	30	38	-6	-11	-5			3	204	-8	30	38	-6	-11	-5			3	204	-8	30	38	-6	-11	-5			3	204					
26	-17	-15	26	-17	-15	Мин			-51	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин			-51	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин			-51					
16	11	27	24	14	22			27		16	11	27	24	14	22			27		16	11	27	24	14	22			27						
Кон т.2							3								номер зак.	общее вр	Кон т.2.2																номер	общее вр
123	132	231	213	312	321			1	-21	123	132	231	213	312	321			1	-21	123	132	231	213	312	321			1	-21					
3	3	9	9	24	24			2	-9	3	3	4	4	32	32			2	-39	3	3	4	4	32	32			2	-39					
-3	12	20	-1	-6	0			3	96	-8	20	28	-1	-6	-5			3	144	-8	20	28	-1	-6	-5			3	144					
8	-12	-10	8	-12	-10	Мин			-21	16	-17	-10	16	-17	-10	Мин			-39	16	-17	-10	16	-17	-10	Мин			-39					
8	3	19	16	6	14			19		11	6	22	19	9	17	22			22	11	6	22	19	9	17	22			22					
-3	-12	-10	-1	-18	-10					-8	-17	-10	-1	-23	-15					-8	-17	-10	-1	-23	-15									
Кон т.3.1								номер зак.	общее вр	Кон т.3.2																номер	общее вр							
123	132	231	213	312	321			1	-15	123	132	231	213	312	321			1	-3	123	132	231	213	312	321			1	-3					
4	4	10	10	24	24			2	-3	6	6	-6	-6	42	42			2	-99	6	6	-6	-6	42	42			2	-99					
-2	12	20	0	-5	1			3	96	-18	30	38	2	-3	-15			3	204	-18	30	38	2	-3	-15			3	204					
8	-11	-9	8	-11	-9	Мин			-15	26	-27	-7	26	-27	-7	Мин			-99	26	-27	-7	26	-27	-7	Мин			-99					
10	5	21	18	8	16			21		14	9	25	22	12	20	25			25	14	9	25	22	12	20	25			25					
-2	-11	-9	0	-16	-9					-18	-27	-13	-6	-30	-22					-18	-27	-13	-6	-30	-22									
Кон т.4.1								номер зак.	общее вр	Кон т.4.2																номер	общее вр							
123	132	231	213	312	321			1	-9	123	132	231	213	312	321			1	-39	123	132	231	213	312	321			1	-39					
5	5	11	11	18	18			2	3	0	0	0	0	42	42			2	-63	0	0	0	0	42	42			2	-63					
-1	6	14	1	-4	2			3	60	-12	30	38	-4	-9	-9			3	204	-12	30	38	-4	-9	-9			3	204					
2	-10	-8	2	-10	-8	Мин			-9	26	-21	-13	26	-21	-13	Мин			-63	26	-21	-13	26	-21	-13	Мин			-63					
6	1	17	14	4	12			17		14	9	25	22	12	20	25			25	14	9	25	22	12	20	25			25					
-1	-10	-8	0	-14	-8					-12	-21	-13	-4	-30	-22					-12	-21	-13	-4	-30	-22									
Кон т.5.1								номер зак.	общее вр	Кон т.5.2																номер	общее вр							
123	132	231	213	312	321			1	-27	123	132	231	213	312	321			1	-15	123	132	231	213	312	321			1	-15					
2	2	8	8	24	24			2	-15	4	4	-8	-8	42	42			2	-111	4	4	-8	-8	42	42			2	-111					
-4	12	20	-2	-7	-1			3	96	-20	30	38	0	-5	-17			3	204	-20	30	38	0	-5	-17			3	204					
8	-13	-11	8	-13	-11	Мин			-27	26	-29	-9	26	-29	-9	Мин			-111	26	-29	-9	26	-29	-9	Мин			-111					
6	1	17	14	4	12			17		10	5	21	18	8	16	21			21	10	5	21	18	8	16	21			21					
-4	-13	-11	-2	-20	-12					-20	-29	-17	-8	-34	-26					-20	-29	-17	-8	-34	-26									
Кон т.6.1								номер зак.	общее вр	общее Кон т.6.2																номер	общее вр							
123	132	231	213	312	321			1	-21	123	132	231	213	312	321			1	-21	123	132	231	213	312	321			1	-21					
3	3	9	9	21	21			2	-9	3	3	4	4	33	33			2	-39	3	3	4	4	33	33			2	-39					
-3	9	17	-1	-6	0			3	78	-8	21	29	-1	-6	-5			3	150	-8	21	29	-1	-6	-5			3	150					
5	-12	-10	5	-12	-10	Мин			-21	17	-17	-10	17	-17	-10	Мин			-39	17	-17	-10	17	-17	-10	Мин			-39					
5	0	16	13	3	11			16		12	7	23	20	10	18	23			23	12	7	23	20	10	18	23			23					
-3	-12	-10	-1	-18	-10					-8	-17	-10	-1	-23	-15					-8	-17	-10	-1	-23	-15									

Таблица Ж.5 – КнЗ_1

Кон т.1.1							номер зак.	общее вр	Кон т.1.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-63	123	132	231	213	312	321	1	-63		
-4	-4	20	20	24	24	2	57	-4	-4	20	20	24	24	2	57		
8	12	20	-8	-13	11	3	96	8	12	20	-8	-13	11	3	96		
8	-1	-17	8	-1	-17	Мин	-63	8	-1	-17	8	-1	-17	Мин	-63		
12	7	23	20	10	18	23		12	7	23	20	10	18	23			
-4	-5	-17	-8	-14	-17			-4	-5	-17	-8	-14	-17				
Кон т.2							3		Кон т.2.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-33	123	132	231	213	312	321	1	-15		
1	1	25	25	6	6	2	87	4	4	10	10	24	24	2	-3		
13	-6	2	-3	-8	16	3	-12	-2	12	20	0	-5	1	3	96		
-10	4	-12	-10	4	-12	Мин	-33	8	-11	-9	8	-11	-9	Мин	-15		
4	-1	15	12	2	10	15		10	5	21	18	8	16	21			
-10	-6	-12	-13	-8	-12			-2	-11	-9	0	-16	-9				
									18								
Кон т.3.1							номер зак.	общее вр	Кон т.3.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-15	123	132	231	213	312	321	1	-15		
4	4	10	10	24	24	2	-3	4	4	4	4	32	32	2	-39		
-2	12	20	0	-5	1	3	96	-8	20	28	0	-5	-5	3	144		
8	-11	-9	8	-11	-9	Мин	-15	16	-17	-9	16	-17	-9	Мин	-39		
10	5	21	18	8	16	21		12	7	23	20	10	18	23			
-2	-11	-9	0	-16	-9			-8	-17	-9	0	-22	-14				
									20								
Кон т.4.1							номер зак.	общее вр	Кон т.4.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-21	123	132	231	213	312	321	1	-3		
3	3	27	27	0	0	2	99	6	6	6	6	24	24	2	-27		
15	-12	-4	-1	-6	18	3	-48	-6	12	20	2	-3	-3	3	96		
-16	6	-10	-16	6	-10	Мин	-48	8	-15	-7	8	-15	-7	Мин	-27		
2	-3	13	10	0	8	13		8	3	19	16	6	14	19			
-16	-12	-14	-17	-6	-10			-6	-15	-7	0	-18	-10				
									16								
Кон т.5.1							номер зак.	общее вр	Кон т.5.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-39	123	132	231	213	312	321	1	-27		
0	0	24	24	6	6	2	81	2	2	8	8	24	24	2	-15		
12	-6	2	-4	-9	15	3	-12	-4	12	20	-2	-7	-1	3	96		
-10	3	-13	-10	3	-13	Мин	-39	8	-13	-11	8	-13	-11	Мин	-27		
2	-3	13	10	0	8	13		6	1	17	14	4	12	17			
-10	-6	-13	-14	-9	-13			-4	-13	-11	-2	-20	-12				
Кон т.6.1							номер зак.	общее вр	общее Кон т.6.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-33	123	132	231	213	312	321	1	-33		
1	1	25	25	3	3	2	87	1	1	20	20	15	15	2	57		
13	-9	-1	-3	-8	16	3	-30	8	3	11	-3	-8	11	3	42		
-13	4	-12	-13	4	-12	Мин	-33	-1	-1	-12	-1	-1	-12	Мин	-33		
1	-4	12	9	-1	7	12		8	3	19	16	6	14	19			
-13	-9	-13	-16	-8	-12			-1	-1	-12	-4	-9	-12				

Таблица Ж.6 – КнЗ_2

Кон т.1.1							номер зак.	общее вр	Кон т.1.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-51	123	132	231	213	312	321	1	-51		
-2	-2	4	4	42	42	2	-39	-2	-2	4	4	42	42	2	-39		
-8	30	38	-6	-11	-5	3	204	-8	30	38	-6	-11	-5	3	204		
26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51	26	-17	-15	26	-17	-15	Мин	-51		
16	11	27	24	14	22	27		16	11	27	24	14	22	27			
-10	-19	-15	-6	-28	-20			-10	-19	-15	-6	-28	-20				
Кон т.2							3		Кон т.2.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-21	123	132	231	213	312	321	1	-3		
3	3	9	9	24	24	2	-9	6	6	-6	-6	42	42	2	-99		
-3	12	20	-1	-6	0	3	96	-18	30	38	2	-3	-15	3	204		
8	-12	-10	8	-12	-10	Мин	-21	26	-27	-7	26	-27	-7	Мин	-99		
8	3	19	16	6	14	19		14	9	25	22	12	20	25			
-3	-12	-10	-1	-18	-10			-18	-27	-13	-6	-30	-22				
Кон т.3.1							номер зак.	общее вр	Кон т.3.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-15	123	132	231	213	312	321	1	-15		
4	4	10	10	24	24	2	-3	4	4	4	4	32	32	2	-39		
-2	12	20	0	-5	1	3	96	-8	20	28	0	-5	-5	3	144		
8	-11	-9	8	-11	-9	Мин	-15	16	-17	-9	16	-17	-9	Мин	-39		
10	5	21	18	8	16	21		12	7	23	20	10	18	23			
-2	-11	-9	0	-16	-9			-8	-17	-9	0	-22	-14				
			18								20						
Кон т.4.1							номер зак.	общее вр	Кон т.4.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-9	123	132	231	213	312	321	1	9		
5	5	11	11	18	18	2	3	8	8	-10	-10	42	42	2	-123		
-1	6	14	1	-4	2	3	60	-22	30	38	4	-1	-19	3	204		
2	-10	-8	2	-10	-8	Мин	-9	26	-31	-5	26	-31	-5	Мин	-123		
6	1	17	14	4	12	17		12	7	23	20	10	18	23			
-1	-10	-8	0	-14	-8			-22	-31	-15	-10	-32	-24				
			14														
Кон т.5.1							номер зак.	общее вр	Кон т.5.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-27	123	132	231	213	312	321	1	-15		
2	2	8	8	24	24	2	-15	4	4	-8	-8	42	42	2	-111		
-4	12	20	-2	-7	-1	3	96	-20	30	38	0	-5	-17	3	204		
8	-13	-11	8	-13	-11	Мин	-27	26	-29	-9	26	-29	-9	Мин	-111		
6	1	17	14	4	12	17		10	5	21	18	8	16	21			
-4	-13	-11	-2	-20	-12			-20	-29	-17	-8	-34	-26				
Кон т.6.1							номер зак.	общее вр	общее Кон т.6.2							номер	общее вр
123	132	231	213	312	321	1	-21	123	132	231	213	312	321	1	-21		
3	3	9	9	21	21	2	-9	3	3	4	4	33	33	2	-39		
-3	9	17	-1	-6	0	3	78	-8	21	29	-1	-6	-5	3	150		
5	-12	-10	5	-12	-10	Мин	-21	17	-17	-10	17	-17	-10	Мин	-39		
5	0	16	13	3	11	16		12	7	23	20	10	18	23			
-3	-12	-10	-1	-18	-10			-8	-17	-10	-1	-23	-15				

ДОДАТОК К

Вид представлення результатів Рішення першого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблица К.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени									
4	1							1	120								120
8	2							2	110								110
10	3							3	100								100
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
10	10	первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90		
4	8	второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92		
8	4	третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98		
46	50	всего	38	40	48	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280		
									d1	0	2	10	4	8	12		
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время					123							
						Упоря.	Послед										123
10	1				116	116	первый	116									116
6	2				96	98	второй	98									98
8	3				81	78	третий	78									78
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
8	8		10	10	6	6	8	8	первый	106	106	90	90	73	73		
10	6		16	18	14	16	18	14	второй	80	63	67	100	98	82		
6	10		24	24	24	24	24	24	третий	57	72	92	57	72	92		
50	46		50	52	44	46	50	46	всего	243	241	249	247	243	247		
									d2	6	8	0	2	6	2		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
						Упоря.	Послед										231
10	1				92	92	первый	90									90
7	2				88	90	второй	67									67
8	3				75	67	третий	92									92
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
8	8		10	10	7	7	8	8	первый	82	82	81	81	67	67		
10	7		17	18	15	17	18	15	второй	71	57	60	75	74	73		
7	10		25	25	25	25	25	25	третий	50	63	67	50	63	67		
51	48		52	53	47	49	51	48	всего	203	202	208	206	204	207		
									d3	5	6	0	2	4	1		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
						Упоря.	Послед										231
14	1				67	67	первый	81									81
12	2				73	81	второй	60									60
7	3				69	60	третий	67									67
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62		
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54		
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34		
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150		
									d3	14	9	5	12	2	0		

ДОДАТОК Л

Вид представлення результатів Рішення другого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблица Л.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени									
4	1							1	120								120
8	2							2	110								110
10	3	1 конкур точка						3	100								100
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
10	10	первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90		
4	8	второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92		
8	4	третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98		
46	50	всего	38	40	48	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280		
									d1	0	2	10	4	8	12		
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время					123							
10	1				116	Упоря	Послед										123
6	2				96	116	первый			116							116
8	3	2 конкур точка					96	98	второй		98						98
8	3				81	78	третий			78							78
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
8	8		10	10	6	6	8	8	первый	106	106	90	90	73	73		
10	6		16	18	14	16	18	14	второй	80	63	67	100	98	82		
6	10		24	24	24	24	24	24	третий	57	72	92	57	72	92		
50	46		50	52	44	46	50	46	всего	243	241	249	247	243	247		
									d2	6	8	0	2	6	2		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
10	1					Упоря	Послед										231
7	2					92	92	первый		90							90
8	3	3 конкур точка					88	90	второй		67						67
8	3				75	67	третий			92							92
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
8	8		10	10	7	7	8	8	первый	82	82	81	81	67	67		
10	7		17	18	15	17	18	15	второй	71	57	60	75	74	73		
7	10		25	25	25	25	25	25	третий	50	63	67	50	63	67		
51	48		52	53	47	49	51	48	всего	203	202	208	206	204	207		
									d3	5	6	0	2	4	1		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
14	1					Упоря	Послед										231
12	2					67	67	первый		81							81
7	3	4 конкур точка					73	81	второй		60						60
7	3				69	60	третий			67							67
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62		
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54		
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34		
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150		
									d4	14	9	5	12	2	0		

ДОДАТОК М

Вид представлення результатів Рішення третього варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблица М.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
4	1							1	120							120
8	2							2	110							110
10	3							3	100							100
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
10	10	первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90	
4	8	второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92	
8	4	третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98	
46	50	всего	38	40	48	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280	
									d1	0	2	10	4	8	12	
нор вр выпол	№ позиц зак.								123							
					Оставш. Время											123
10	1				116	Упоря.	116	Послед	116							116
6	2				96		98	первый	98							98
8	3				81		78	второй	78							78
								третий								
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	6	6	8	8	первый	106	106	90	90	73	73	
10	6		16	18	14	16	18	14	второй	80	63	67	100	98	82	
6	10		24	24	24	24	24	24	третий	57	72	92	57	72	92	
50	46		50	52	44	46	50	46	всего	243	241	249	247	243	247	
									d2	6	8	0	2	6	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
																231
10	1				92	Упоря.	92	Послед	90							90
7	2				88		90	первый	67							67
8	3				75		67	второй	92							92
								третий								
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	7	7	8	8	первый	82	82	81	81	67	67	
10	7		17	18	15	17	18	15	второй	71	57	60	75	74	73	
7	10		25	25	25	25	25	25	третий	50	63	67	50	63	67	
51	48		52	53	47	49	51	48	всего	203	202	208	206	204	207	
									d3	5	6	0	2	4	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
																231
14	1				67	Упоря.	67	Послед	81							81
12	2				73		81	первый	60							60
7	3				69		60	второй	67							67
								третий								
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150	
									d4	14	9	5	12	2	0	

ДОДАТОК Н

Вид представлення результатів Рішення четвертого варіанту за новим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблица Н.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
4	1							1	120							120
8	2							2	110							110
10	3							3	100							100
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
10	10	первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90	
4	8	второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92	
8	4	третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98	
46	50	всего	38	40	48	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280	
									d1	0	2	10	4	8	12	
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время				123							123
10	1				116	116	первый	116								116
6	2				96	98	второй	98								98
8	3				81	78	третий	78								78
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	6	6	8	8	первый	106	106	90	90	73	73	
10	6		16	18	14	16	18	14	второй	80	63	67	100	98	82	
6	10		24	24	24	24	24	24	третий	57	72	92	57	72	92	
50	46		50	52	44	46	50	46	всего	243	241	249	247	243	247	
									d2	6	8	0	2	6	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							213
10	1				100	100	первый	90	90							90
7	2				88	90	второй	67	100							100
8	3				75	57	третий	92	57							57
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	7	7	8	8	первый	90	90	81	81	67	67	
10	7		17	18	15	17	18	15	второй	71	57	60	83	82	73	
7	10		25	25	25	25	25	25	третий	50	63	75	50	63	75	
51	48		52	53	47	49	51	48	всего	211	210	216	214	212	215	
									d3	5	6	0	2	4	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							231
14	1				75	75	первый	81								81
12	2				73	81	второй	60								60
7	3				69	60	третий	75								75
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	61	61	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	49	54	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	42	36	40	42	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	144	149	153	146	156	158	
									d4	14	9	5	12	2	0	

Кінець таблиці Н.1

7	3			4 конкур точка	69	60	третий	75								75
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			14	14	12	12	7	7	первый	61	61	61	61	62	62
14	12			26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	49	54	54
12	14			33	33	33	33	33	33	третий	36	40	42	36	40	42
61	59			73	68	64	71	61	59	всего	144	149	153	146	156	158
										d4	14	9	5	12	2	0
нор вр выпол	№ позиц зак.								321							
							Упоря	Послед								312
12	1					54	54	первый	62	62						62
10	2					54	40	второй	54	54						54
16	3			5 конкур точка	63	62	третий	42	40							40
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
16	16			12	12	10	10	16	16	первый	42	42	44	44	47	47
12	10			22	28	26	22	28	26	второй	32	35	37	32	26	28
10	12			38	38	38	38	38	38	третий	25	16	16	25	16	16
82	80			72	78	74	70	82	80	всего	99	93	97	101	89	91
										d5	2	8	4	0	12	10
нор вр выпол	№ позиц зак.								213							
							Упоря	Послед								213
9	1					32	32	первый	44							44
12	2					44	44	второй	32							32
15	3			6 конкур точка	66	25	третий	25								25
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
15	15			9	9	12	12	15	15	первый	23	23	32	32	51	51
9	12			21	24	27	21	24	27	второй	23	42	39	11	8	17
12	9			36	36	36	36	36	36	третий	30	8	-4	30	8	-4
75	78			66	69	75	69	75	78	всего	76	73	67	73	67	64
										d6	0	3	9	3	9	12
нор вр выпол	№ позиц зак.								123							
							Упоря	Послед								123
12	1					23	23	первый	23							23
5	2					18	23	второй	23							23
9	3			7 конкур точка	31	30	третий	30								30
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
9	9			12	12	5	5	9	9	первый	11	11	13	13	22	22
12	5			17	21	14	17	21	14	второй	1	10	17	6	2	4
5	12			26	26	26	26	26	26	третий	5	-8	-3	5	-8	-3
56	49			55	59	45	48	56	49	всего	17	13	27	24	16	23
										d7	0	-8	-3	0	-8	-3
									213							
											17			24		

ДОДАТОК О

Вид представлення результатів Рішення п'ятого варіанту за новим замовленням,
отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного
управління»

Таблица О.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
4	1							1	120							120
8	2							2	110							110
10	3							3	100							100
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
10	10	первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90	
4	8	второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92	
8	4	третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98	
46	50	всего	38	40	48	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280	
									d1	0	2	10	4	8	12	
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время	Упоряд.	Послед	123								123
10	1				116	116	первый	116								116
6	2				96	98	второй	98								98
8	3				81	78	третий	78								78
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	6	6	8	8	первый	106	106	90	90	73	73	
10	6		16	18	14	16	18	14	второй	80	63	67	100	98	82	
6	10		24	24	24	24	24	24	третий	57	72	92	57	72	92	
50	46		50	52	44	46	50	46	всего	243	241	249	247	243	247	
									d2	6	8	0	2	6	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.					Упоряд.	Послед	231								231
10	1				92	92	первый	90								90
7	2				88	90	второй	67								67
8	3				75	67	третий	92								92
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
8	8		10	10	7	7	8	8	первый	82	82	81	81	67	67	
10	7		17	18	15	17	18	15	второй	71	57	60	75	74	73	
7	10		25	25	25	25	25	25	третий	50	63	67	50	63	67	
51	48		52	53	47	49	51	48	всего	203	202	208	206	204	207	
									d3	5	6	0	2	4	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.					Упоряд.	Послед	231								231
14	1				67	67	первый	81								81
12	2				73	81	второй	60								60
7	3				69	60	третий	67								67
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150	

Кінець таблиці О.1

7	3			4 конкур точка	69	60	третий	67								67
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62
14	12			26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54
12	14			33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34
61	59			73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150
										d4	14	9	5	12	2	0
нор вр выпол	№ позиц зак.								321							
							Упоряд	Послед								312
12	1				46	46	первый	62	62							62
10	2				54	40	второй	54	46							46
16	3			5 конкур точка	63	62	третий	34	40							40
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
16	16			12	12	10	10	16	16	первый	34	34	44	44	47	47
12	10			22	28	26	22	28	26	второй	32	35	37	24	18	28
10	12			38	38	38	38	38	38	третий	25	16	8	25	16	8
82	80			72	78	74	70	82	80	всего	91	85	89	93	81	83
										d5	2	8	4	0	12	10
нор вр выпол	№ позиц зак.								213							
							Упоряд	Послед								123
9	1				34	34	первый	44	34							34
12	2				44	32	второй	24	32							32
15	3			6 конкур точка	66	25	третий	25	25							25
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
15	15			9	9	12	12	15	15	первый	25	25	32	32	51	51
9	12			21	24	27	21	24	27	второй	23	42	39	13	10	17
12	9			36	36	36	36	36	36	третий	30	8	-2	30	8	-2
75	78			66	69	75	69	75	78	всего	78	75	69	75	69	66
										d6	0	3	9	3	9	12
нор вр выпол	№ позиц зак.								123							
							Упоряд	Послед								123
12	1				25	25	первый	25								25
5	2				18	23	второй	23								23
9	3			7 конкур точка	31	30	третий	30								30
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
9	9			12	12	5	5	9	9	первый	13	13	13	13	22	22
12	5			17	21	14	17	21	14	второй	1	10	17	8	4	4
5	12			26	26	26	26	26	26	третий	5	-8	-1	5	-8	-1
56	49			55	59	45	48	56	49	всего	19	15	29	26	18	25
										d7	0	-8	-1	0	-8	-1
									213							
											19				26	

ДОДАТОК П

Вид представлення результатів Рішення п'ятого варіанту за новим замовленням,
отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного
управління»

Таблица П.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
7	1							1	123							123
8	2							2	113							113
11	3							3	109							109
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
11	11	первый	7	7	8	8	11	11	первый	116	116	105	105	98	98	
7	8	второй	15	18	19	15	18	19	второй	98	91	90	108	105	94	
8	7	третий	26	26	26	26	26	26	третий	83	87	97	83	87	97	
55	56	всего	48	51	53	49	55	56	всего	297	294	292	296	290	289	
									d1	0	3	5	1	7	8	
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время				123							
12	1				114	Упоря	116	Послед								123
10	2				98	Упоря	98	второй								116
11	3				85	Упоря	83	третий								98
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	83
11	11		12	12	10	10	11	11	первый	102	102	88	88	74	74	
12	10		22	23	21	22	23	21	второй	76	62	64	92	91	77	
10	12		33	33	33	33	33	33	третий	52	65	81	52	65	81	
67	65		67	68	64	65	67	65	всего	230	229	233	232	230	232	
									d2	3	4	0	1	3	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
18	1	92			96	Упоря	81	первый								231
15	2	88			88	Упоря	88	второй								88
17	3	75			76	Упоря	64	третий								64
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	81
17	17		18	18	15	15	17	17	первый	78	78	73	73	59	59	
18	15		33	35	32	33	35	32	второй	55	41	44	63	61	56	
15	18		50	50	50	50	50	50	третий	26	38	46	26	38	46	
102	99		101	103	97	98	102	99	всего	159	157	163	162	158	161	
									d3	4	6	0	1	5	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
14	1	67			67	Упоря	46	первый								231
12	2	73			73	Упоря	73	второй								73
7	3	69			69	Упоря	44	третий								44
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	46
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150	
									d4	14	9	5	12	2	0	

Кінець таблиці П.1

7	3	69	4 конкур точка	69	44	третий	46								46	
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62
14	12			26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54
12	14			33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34
61	59			73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150
										d4	14	9	5	12	2	0
нор вр выпол	№ позиц зак.								321							
						Упоряд	Послед									312
10	1	46				48	46	первый	62	62						62
14	2	54				40	40	второй	54	46						46
4	3	63	5 конкур точка	61	62	третий	34	40								40
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
4	4			10	10	14	14	4	4	первый	38	38	26	26	57	57
10	14			24	14	18	24	14	18	второй	16	47	43	24	34	22
14	10			28	28	28	28	28	28	третий	33	12	20	33	12	20
46	50			62	52	60	66	46	50	всего	87	97	89	83	103	99
										d5	16	6	14	20	0	4
нор вр выпол	№ позиц зак.								312							
						Упоряд	Послед									312
10	1					26	34	первый	57							57
14	2					12	12	второй	34							34
11	3		6 конкур точка	60	57	третий	12									12
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
11	11			10	10	14	14	11	11	первый	16	16	-2	-2	49	49
10	14			24	21	25	24	21	25	второй	-12	39	35	2	5	-13
14	10			35	35	35	35	35	35	третий	25	-23	-9	25	-23	-9
67	71			69	66	74	73	67	71	всего	29	32	24	25	31	27
										d6	3	0	8	7	1	5
нор вр выпол	№ позиц зак.								132							
						Упоряд	Послед									132
11	1					17	16	первый	16							16
4	2					-23	-23	второй	39							39
7	3		7 конкур точка	28	39	третий	-23									-23
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			11	11	4	4	7	7	первый	6	6	-27	-27	21	21
11	4			15	18	11	15	18	11	второй	-38	10	17	2	-1	-34
4	11			22	22	22	22	22	22	третий	6	-45	-5	6	-45	-5
47	40			48	51	37	41	47	40	всего	-26	-29	-15	-19	-25	-18
										d7	-38	-45	-32	-27	-46	-39

ДОДАТОК Р

Вид представлення результатів Рішення другого варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблица Р.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
7	1							1	123							123
8	2							2	113							113
11	3							3	109							109
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
11	11	первый	7	7	8	8	11	11	первый	116	116	105	105	98	98	
7	8	второй	15	18	19	15	18	19	второй	98	91	90	108	105	94	
8	7	третий	26	26	26	26	26	26	третий	83	87	97	83	87	97	
55	56	всего	48	51	53	49	55	56	всего	297	294	292	296	290	289	
									d1	0	3	5	1	7	8	
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время				123							
12	1				114	Упоряд.	Послед		116							123
10	2				98	первый			98							116
11	3				85	второй			83							98
						третий			83							83
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
11	11		12	12	10	10	11	11	первый	102	102	88	88	74	74	
12	10		22	23	21	22	23	21	второй	76	62	64	92	91	77	
10	12		33	33	33	33	33	33	третий	52	65	81	52	65	81	
67	65		67	68	64	65	67	65	всего	230	229	233	232	230	232	
									d2	3	4	0	1	3	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
18	1	92			96	Упоряд.	Послед		81							231
15	2	88			88	первый			88							88
17	3	75			76	второй			64							64
						третий			81							81
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
17	17		18	18	15	15	17	17	первый	78	78	73	73	59	59	
18	15		33	35	32	33	35	32	второй	55	41	44	63	61	56	
15	18		50	50	50	50	50	50	третий	26	38	46	26	38	46	
102	99		101	103	97	98	102	99	всего	159	157	163	162	158	161	
									d3	4	6	0	1	5	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.								231							
14	1	67			67	Упоряд.	Послед		46							231
12	2	73			73	первый			73							73
7	3	69			69	второй			44							44
						третий			46							46
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150	
									d4	14	9	5	12	2	0	

Кінець таблиці Р.1

7	3	69	4 конкур точка	69	44	третий	46								46	
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62
14	12			26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54
12	14			33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34
61	59			73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150
										d4	14	9	5	12	2	0
нор вр выпол	№ позиц зак.								321							
										Упоряд						
										Послед						312
10	1	46				48	46	первый	62	62						62
14	2	54				40	40	второй	54	46						46
4	3	63	5 конкур точка	61	62	третий	34	40								40
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
4	4			10	10	14	14	4	4	первый	38	38	26	26	57	57
10	14			24	14	18	24	14	18	второй	16	47	43	24	34	22
14	10			28	28	28	28	28	28	третий	33	12	20	33	12	20
46	50			62	52	60	66	46	50	всего	87	97	89	83	103	99
										d5	16	6	14	20	0	4
нор вр выпол	№ позиц зак.								312							
										Упоряд						
										Послед						312
10	1					26	34	первый	57							57
14	2					12	12	второй	34							34
11	3		6 конкур точка	60	57	третий	12									12
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
11	11			10	10	14	14	11	11	первый	16	16	-2	-2	49	49
10	14			24	21	25	24	21	25	второй	-12	39	35	2	5	-13
14	10			35	35	35	35	35	35	третий	25	-23	-9	25	-23	-9
67	71			69	66	74	73	67	71	всего	29	32	24	25	31	27
										d6	3	0	8	7	1	5
нор вр выпол	№ позиц зак.								132							
										Упоряд						
										Послед						213
11	1					17	2	первый	16	-2						-2
4	2					-2	-2	второй	39	2						2
7	3		7 конкур точка	28	25	третий	-23	25								25
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			11	11	4	4	7	7	первый	6	6	-6	-6	21	21
11	4			15	18	11	15	18	11	второй	-17	10	17	2	-1	-13
4	11			22	22	22	22	22	22	третий	6	-24	-5	6	-24	-5
47	40			48	51	37	41	47	40	всего	-5	-8	6	2	-4	3
										d7	-17	-24	-11	-6	-25	-18

ДОДАТОК С

Вид представлення результатів Рішення третього варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління

Таблица С.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.							Огран времени								
7	1							1	123							123
8	2							2	113							113
11	3							3	109							109
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
11	11	первый	7	7	8	8	11	11	первый	116	116	105	105	98	98	
7	8	второй	15	18	19	15	18	19	второй	98	91	90	108	105	94	
8	7	третий	26	26	26	26	26	26	третий	83	87	97	83	87	97	
55	56	всего	48	51	53	49	55	56	всего	297	294	292	296	290	289	
									d1	0	3	5	1	7	8	
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время	Упоря.	Послед		123							123
12	1				114	116	первый	116								116
10	2				98	98	второй	98								98
11	3				85	83	третий	83								83
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
11	11		12	12	10	10	11	11	первый	102	102	88	88	74	74	
12	10		22	23	21	22	23	21	второй	76	62	64	92	91	77	
10	12		33	33	33	33	33	33	третий	52	65	81	52	65	81	
67	65		67	68	64	65	67	65	всего	230	229	233	232	230	232	
									d2	3	4	0	1	3	1	
нор вр выпол	№ позиц зак.					Упоря.	Послед		231							231
18	1	92			96	81	первый	88								88
15	2	88			88	88	второй	64								64
17	3	75			76	64	третий	81								81
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
17	17		18	18	15	15	17	17	первый	78	78	73	73	59	59	
18	15		33	35	32	33	35	32	второй	55	41	44	63	61	56	
15	18		50	50	50	50	50	50	третий	26	38	46	26	38	46	
102	99		101	103	97	98	102	99	всего	159	157	163	162	158	161	
									d3	4	6	0	1	5	2	
нор вр выпол	№ позиц зак.					Упоря.	Послед		231							231
14	1	67			67	46	первый	73								73
12	2	73			73	73	второй	44								44
7	3	69			69	44	третий	46								46
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62	
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54	
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34	
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150	

ДОДАТОК Т

Вид представлення результатів Рішення четвертого варіанту за другим замовленням, отриманого з використанням програмного засобу «Модуль прецедентного управління»

Таблиця Т.1

нормат вр выпол	№ позиц зак.								Огран времени								
7	1								1	123							123
8	2								2	113							113
11	3								3	109							109
312	321	Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
11	11	первый	7	7	8	8	11	11	первый	116	116	105	105	98	98		98
7	8	второй	15	18	19	15	18	19	второй	98	91	90	108	105	94		94
8	7	третий	26	26	26	26	26	26	третий	83	87	97	83	87	97		97
55	56	всего	48	51	53	49	55	56	всего	297	294	292	296	290	289		289
									d1	0	3	5	1	7	8		
нор вр выпол	№ позиц зак.				Оставш. Время					123							
12	1				114	116	первый	116									123
10	2				98	98	второй	98									116
11	3				85	83	третий	83									98
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		83
11	11		12	12	10	10	11	11	первый	102	102	88	88	74	74		
12	10		22	23	21	22	23	21	второй	76	62	64	92	91	77		
10	12		33	33	33	33	33	33	третий	52	65	81	52	65	81		
67	65		67	68	64	65	67	65	всего	230	229	233	232	230	232		
									d2	3	4	0	1	3	1		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
18	1	92			96	81	первый	88									231
15	2	88			88	88	второй	64									231
17	3	75			76	64	третий	81									231
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
17	17		18	18	15	15	17	17	первый	78	78	73	73	59	59		
18	15		33	35	32	33	35	32	второй	55	41	44	63	61	56		
15	18		50	50	50	50	50	50	третий	26	38	46	26	38	46		
102	99		101	103	97	98	102	99	всего	159	157	163	162	158	161		
									d3	4	6	0	1	5	2		
нор вр выпол	№ позиц зак.									231							
14	1	67			67	46	первый	73									231
12	2	73			73	73	второй	44									231
7	3	69			69	44	третий	46									231
312	321		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
7	7		14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62		
14	12		26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54		
12	14		33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34		
61	59		73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150		

Кінець таблиці Т.1

7	3	69	4 конкур точка	69	44	третий	46								46	
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			14	14	12	12	7	7	первый	53	53	61	61	62	62
14	12			26	21	19	26	21	19	второй	47	48	50	41	46	54
12	14			33	33	33	33	33	33	третий	36	40	34	36	40	34
61	59			73	68	64	71	61	59	всего	136	141	145	138	148	150
										d4	14	9	5	12	2	0
нор вр выпол	№ позиц зак.								321							
								Упоря	Послед							312
10	1	46				48	46	первый	62	62						62
14	2	54				40	40	второй	54	46						46
4	3	63	5 конкур точка	61	62	третий	62	третий	34	40						40
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
4	4			10	10	14	14	4	4	первый	38	38	26	26	57	57
10	14			24	14	18	24	14	18	второй	16	47	43	24	34	22
14	10			28	28	28	28	28	28	третий	33	12	20	33	12	20
46	50			62	52	60	66	46	50	всего	87	97	89	83	103	99
										d5	16	6	14	20	0	4
нор вр выпол	№ позиц зак.								312							
								Упоря	Послед							231
10	1					26	20	первый	57	26						26
14	2					26	26	второй	34	43						43
11	3		6 конкур точка	60	43	третий	43	третий	12	20						20
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
11	11			10	10	14	14	11	11	первый	16	16	12	12	49	49
10	14			24	21	25	24	21	25	второй	2	39	35	2	5	1
14	10			35	35	35	35	35	35	третий	25	-9	-9	25	-9	-9
67	71			69	66	74	73	67	71	всего	43	46	38	39	45	41
										d6	3	0	8	7	1	5
нор вр выпол	№ позиц зак.								132							
								Упоря	Послед							213
11	1					17	2	первый	16	12						12
4	2					12	12	второй	39	2						2
7	3		7 конкур точка	28	25	третий	25	третий	-9	25						Результирующая таблица
312	321			123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321
7	7			11	11	4	4	7	7	первый	6	6	8	8	21	21
11	4			15	18	11	15	18	11	второй	-3	10	17	2	-1	1
4	11			22	22	22	22	22	22	третий	6	-10	-5	6	-10	-5
47	40			48	51	37	41	47	40	всего	9	6	20	16	10	17
										d7	-3	-10	-5	0	-11	-5
									213							16

ДОДАТОК У

Реалізація першої технології побудова прецеденту аналога

Таблиця У.1

Variant	Kod BP	Kod processes	Name BP	Name processes	Res equipment	Res labor	date	printing	format	Calculation time pr	limitation time
1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	05.09.21	10000	297x210	4	120
1	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	05.09.21	10000	297x210	10	120
1	1	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	05.09.21	10000	297x210	10	120
1	1	5	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	05.09.21	10000	297x210	14	120
1	1	6	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	05.09.21	10000	297x210	12	120
1	1	7	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	05.09.21	10000	297x210	9	120
1	1	8	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	05.09.21	10000	297x210	12	120
2	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	25.09.21	10000	297x210	4	115
2	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	25.09.21	10000	297x210	10	115
2	1	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	25.09.21	10000	297x210	10	115
2	1	5	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	25.09.21	10000	297x210	14	115
2	1	6	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	25.09.21	10000	297x210	12	115
2	1	7	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	25.09.21	10000	297x210	9	115
2	1	8	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	25.09.21	10000	297x210	12	115
3	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	20.08.21	10000	297x210	4	103
3	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	20.08.21	10000	297x210	10	103

3	1	3	книга 1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	20.08.21	10000	297x210	10	103
3	1	5	книга 1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	20.08.21	10000	297x210	14	103
3	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	20.08.21	10000	297x210	12	103
3	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	20.08.21	10000	297x210	9	103
3	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	20.08.21	10000	297x210	12	103
4	1	1	книга 1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantara 44 E,	Тимошенко	15.09.21	10000	297x210	4	119
4	1	2	книга 1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	15.09.21	10000	297x210	10	119
4	1	3	книга 1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	15.09.21	10000	297x210	10	119
4	1	5	книга 1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	15.09.21	10000	297x210	14	119
4	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	15.09.21	10000	297x210	12	119
4	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	15.09.21	10000	297x210	9	119
4	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	15.09.21	10000	297x210	12	119
5	1	1	книга 1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantara 44 E,	Тимошенко	12.06.21	10000	297x210	4	110
5	1	2	книга 1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	12.06.21	10000	297x210	10	110
5	1	3	книга 1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	12.06.21	10000	297x210	10	110
5	1	5	книга 1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	12.06.21	10000	297x210	14	110
5	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	12.06.21	10000	297x210	12	110
5	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	12.06.21	10000	297x210	9	110
5	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	12.06.21	10000	297x210	12	110

Таблица У.2

Variant	Kod BP	Kod processes	Name BP	Name processes	Res equipment	Res labor	date	printing	format	Calculation time pr	limitation time
6	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	09.05.21	10000	297x210	4	113
6	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	09.05.21	10000	297x210	10	113
6	1	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	09.05.21	10000	297x210	10	113
6	1	5	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	09.05.21	10000	297x210	14	113
6	1	6	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	09.05.21	10000	297x210	12	113
6	1	7	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	09.05.21	10000	297x210	9	113
6	1	8	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	09.05.21	10000	297x210	12	113
7	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	14.05.21	10000	297x210	4	100
7	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	14.05.21	10000	297x210	10	100
7	1	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	14.05.21	10000	297x210	10	100
7	1	5	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	14.05.21	10000	297x210	14	100
7	1	6	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	14.05.21	10000	297x210	12	100
7	1	7	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	14.05.21	10000	297x210	9	100
7	1	8	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	14.05.21	10000	297x210	12	100
8	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	26.05.21	10000	297x210	4	108
8	1	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	26.05.21	10000	297x210	10	108
8	1	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	26.05.21	10000	297x210	10	108
8	1	5	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	26.05.21	10000	297x210	14	108

8	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	26.05.21	10000	297x210	12	108
8	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	26.05.21	10000	297x210	9	108
8	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	26.05.21	10000	297x210	12	108
9	1	1	книга 1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	29.04.21	10000	297x210	4	102
9	1	2	книга 1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	29.04.21	10000	297x210	10	102
9	1	3	книга 1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	29.04.21	10000	297x210	10	102
9	1	5	книга 1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	29.04.21	10000	297x210	14	102
9	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	29.04.21	10000	297x210	12	102
9	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	29.04.21	10000	297x210	9	102
9	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	29.04.21	10000	297x210	12	102
10	1	1	книга 1 мягкая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	08.04.21	10000	297x210	4	105
10	1	2	книга 1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	08.04.21	10000	297x210	10	105
10	1	3	книга 1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	08.04.21	10000	297x210	10	105
10	1	5	книга 1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	08.04.21	10000	297x210	14	105
10	1	6	книга 1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	08.04.21	10000	297x210	12	105
10	1	7	книга 1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	08.04.21	10000	297x210	9	105
10	1	8	книга 1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	08.04.21	10000	297x210	12	105

Приклад моделі поточного прецеденту з 10 варіантами рішення

Таблиця У.3

Kod group point	kod BP	kod processes	priority	Name BP	Name processes	Res equipment	Res labor	printing	format	Calculation time pr	limitation time	time wait	run time	left time	sum fact	sum left
1	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
1	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
1	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	51	69		
1	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	31	82	38		
1	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	104	16		
1	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	118	2		
1	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	12	130	-10	130	-10
1	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
1	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
1	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	39	71		
1	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	17	56	54		
1	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	66	44		
1	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	92	18		
1	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	16	108	2	108	2
1	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
1	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
1	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
1	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	40	60		
1	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	44	56		
1	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	49	51		
1	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	74	26	74	26
2	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
2	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
2	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	51	69		
2	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	31	82	38		
2	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	104	16		
2	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	118	2		

2	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	134	-14	134	-14
2	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
2	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
2	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	39	71		
2	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	17	56	54		
2	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	66	44		
2	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	92	18		
2	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	96	14	96	14
2	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
2	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
2	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
2	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	40	60		
2	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	44	56		
2	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	49	51		
2	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	74	26	74	26
3	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
3	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
3	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	51	69		
3	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	24	75	45		
3	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	97	23		
3	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	111	9		
3	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	12	123	-3	123	-3
3	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
3	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
3	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	39	71		
3	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	10	49	61		
3	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	59	51		
3	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	85	25		
3	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	16	101	9	101	9
3	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
3	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
3	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
3	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	31	64	36		
3	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	68	32		
3	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	73	27		
3	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	98	2	98	2
4	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		

4	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	18	22	98		
4	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	46	74		
4	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	21	67	53		
4	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	89	31		
4	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	103	17		
4	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	119	1	119	1
4	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
4	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	8	20	90		
4	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	34	76		
4	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	31	65	45		
4	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	75	35		
4	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	101	9		
4	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	105	5	105	5
4	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
4	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	23	45	55		
4	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	51	49		
4	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	58	42		
4	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	62	38		
4	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	67	33		
4	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	92	8	92	8
5	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
5	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	15	19	101		
5	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	18	37	83		
5	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	31	68	52		
5	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	90	30		
5	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	104	16		
5	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	120	0	120	0
5	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
5	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	23	35	75		
5	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	8	43	67		
5	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	17	60	50		
5	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	70	40		
5	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	96	14		
5	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	100	10	100	10
5	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
5	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
5	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	24	51	49		

5	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	58	42		
5	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	62	38		
5	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	67	33		
5	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	92	8	92	8
6	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
6	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
6	1	3	1	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	10	37	83		
6	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	31	68	52		
6	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	90	30		
6	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	104	16		
6	1	8	2	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	120	0	120	0
6	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
6	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
6	2	3	3	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	24	49	61		
6	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	17	66	44		
6	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	76	34		
6	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	102	8		
6	2	8	1	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	106	4	106	4
6	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
6	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
6	5	3	2	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	16	43	57		
6	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	50	50		
6	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	54	46		
6	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	59	41		
6	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	84	16	84	16
7	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
7	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
7	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	51	69		
7	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	21	72	48		
7	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	18	90	30		
7	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	104	16		
7	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	120	0	120	0
7	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
7	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
7	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	39	71		
7	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	31	70	40		
7	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	6	76	34		

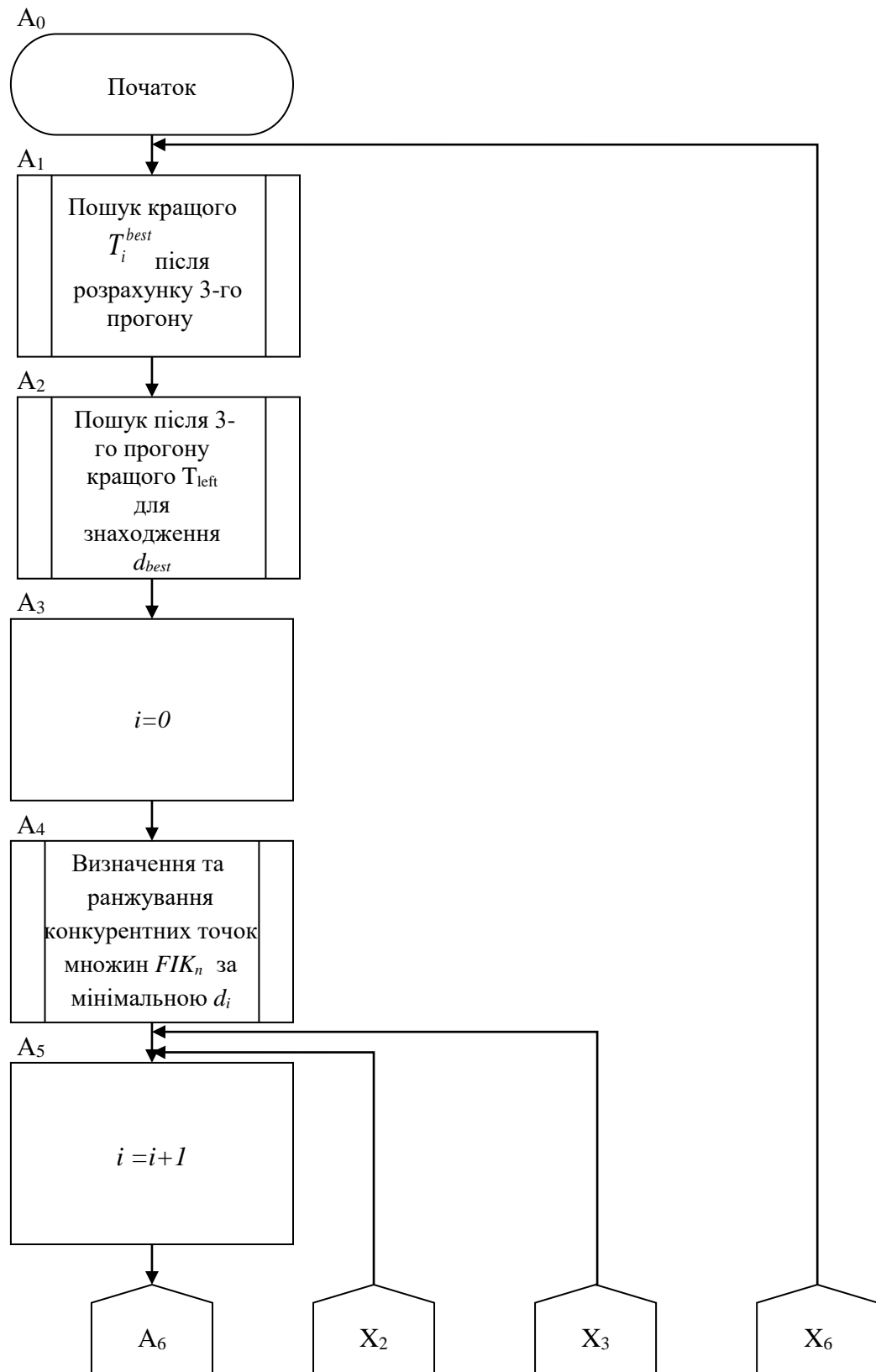
7	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	102	8		
7	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	106	4	106	4
7	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
7	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
7	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
7	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	40	60		
7	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	22	62	38		
7	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	67	33		
7	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	92	8	92	8
8	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
8	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
8	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	24	51	69		
8	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	21	72	48		
8	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	94	26		
8	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	9	103	17		
8	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	119	1	119	1
8	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
8	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
8	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	14	39	71		
8	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	31	70	40		
8	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	80	30		
8	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	21	101	9		
8	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	105	5	105	5
8	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
8	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
8	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
8	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	40	60		
8	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	44	56		
8	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	26	70	30		
8	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	95	5	95	5
9	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	AGFA Avantra 44 E,	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
9	1	2	3	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	23	27	93		
9	1	3	3	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	18	45	75		
9	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	21	66	54		
9	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	88	32		
9	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	102	18		
9	1	8	1	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	118	2	118	2

9	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
9	2	2	2	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	13	25	85		
9	2	3	2	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	8	33	77		
9	2	5	2	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	31	64	46		
9	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	74	36		
9	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	100	10		
9	2	8	2	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	104	6	104	6
9	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
9	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
9	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	24	51	49		
9	5	5	1	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	7	58	42		
9	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	62	38		
9	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	67	33		
9	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	92	8	92	8
10	1	1	1	книга1 мягкая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	10000	297x210	4	120	4	4	116		
10	1	2	2	книга1 мягкая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	10000	297x210	10	120	15	19	101		
10	1	3	2	книга1 мягкая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	10000	297x210	10	120	16	35	85		
10	1	5	3	книга1 мягкая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	10000	297x210	14	120	31	66	54		
10	1	6	3	книга1 мягкая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	10000	297x210	12	120	22	88	32		
10	1	7	2	книга1 мягкая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	10000	297x210	9	120	14	102	18		
10	1	8	2	книга1 мягкая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	10000	297x210	12	120	16	118	2	118	2
10	2	1	2	книга2 жёсткая	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	9500	297x210	8	110	12	12	98		
10	2	2	3	книга2 жёсткая	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	9500	297x210	8	110	23	35	75		
10	2	3	3	книга2 жёсткая	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	9500	297x210	8	110	24	59	51		
10	2	5	1	книга2 жёсткая	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	9500	297x210	10	110	10	69	41		
10	2	6	2	книга2 жёсткая	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	9500	297x210	6	110	10	79	31		
10	2	7	3	книга2 жёсткая	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	9500	297x210	12	110	26	105	5		
10	2	8	1	книга2 жёсткая	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	9500	297x210	4	110	4	109	1	109	1
10	5	1	3	книга3	Запись фотоформы	Оборуд 1	Тимошенко	8700	297x210	10	100	22	22	78		
10	5	2	1	книга3	Проявка фотоформы	Оборуд 2	Колесник	8700	297x210	5	100	5	27	73		
10	5	3	1	книга3	Копирование с фотоформы	Оборуд 3	Плотиченко	8700	297x210	6	100	6	33	67		
10	5	5	2	книга3	Проявка печатной формы	Оборуд 5	Ставицкий	8700	297x210	7	100	17	50	50		
10	5	6	1	книга3	Печать блока + фальцовка	Оборуд 6	Галицкий	8700	297x210	4	100	4	54	46		
10	5	7	1	книга3	Сушка тетрадей	Оборуд 7	Стахов	8700	297x210	5	100	5	59	41		
10	5	8	3	книга3	Разрезка форзацев	Оборуд 8	Бобенко	8700	297x210	9	100	25	84	16	84	16

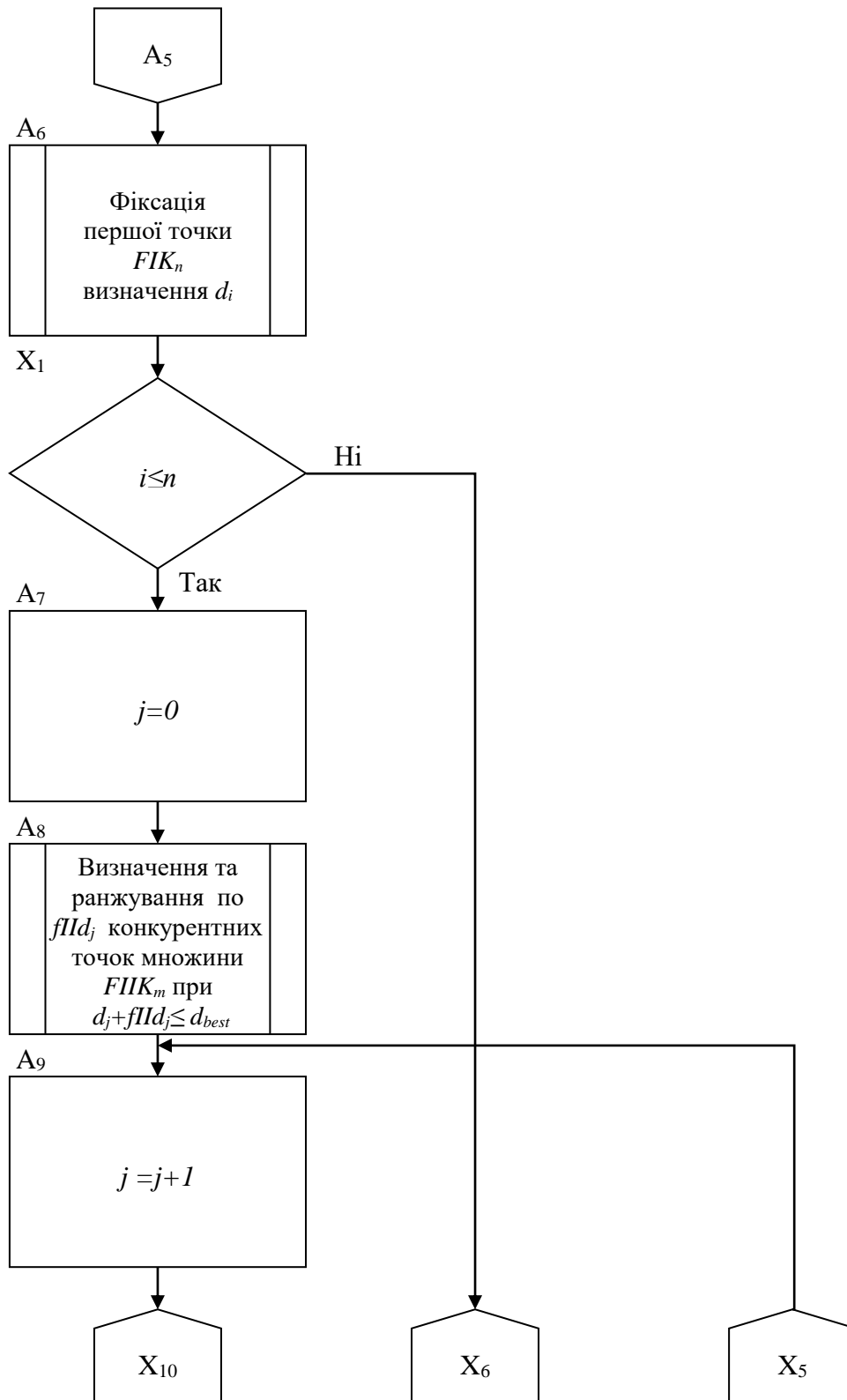
ДОДАТОК Ф

Схема алгоритму коригування варіанту Рішення ОПР на четвертому прогоні і його реалізації при фіксації трьох і більше конкурентних точок

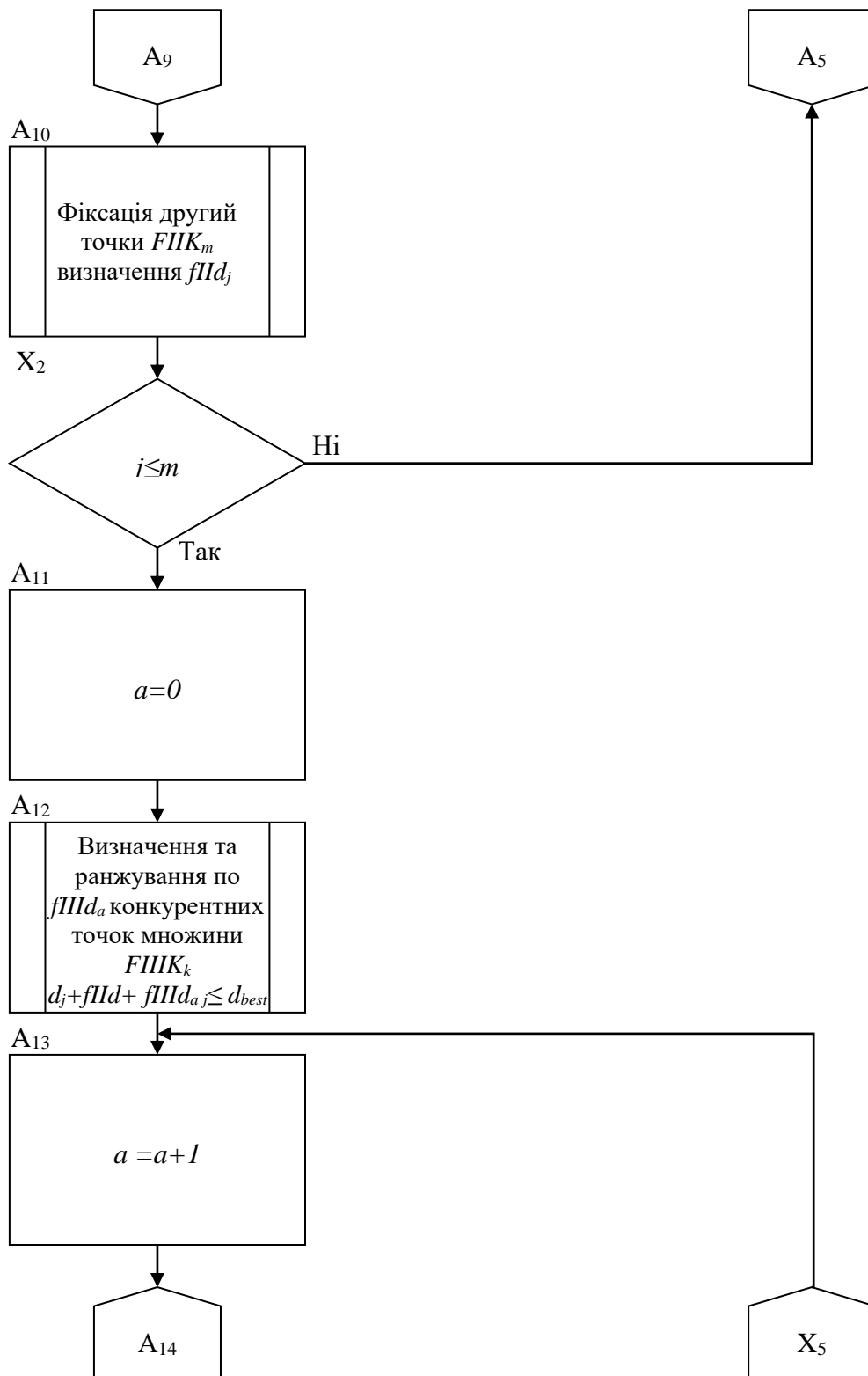
Таблиця Ф.1



Таблиця Ф.2



Таблиця Ф.3



Таблиця Ф.4

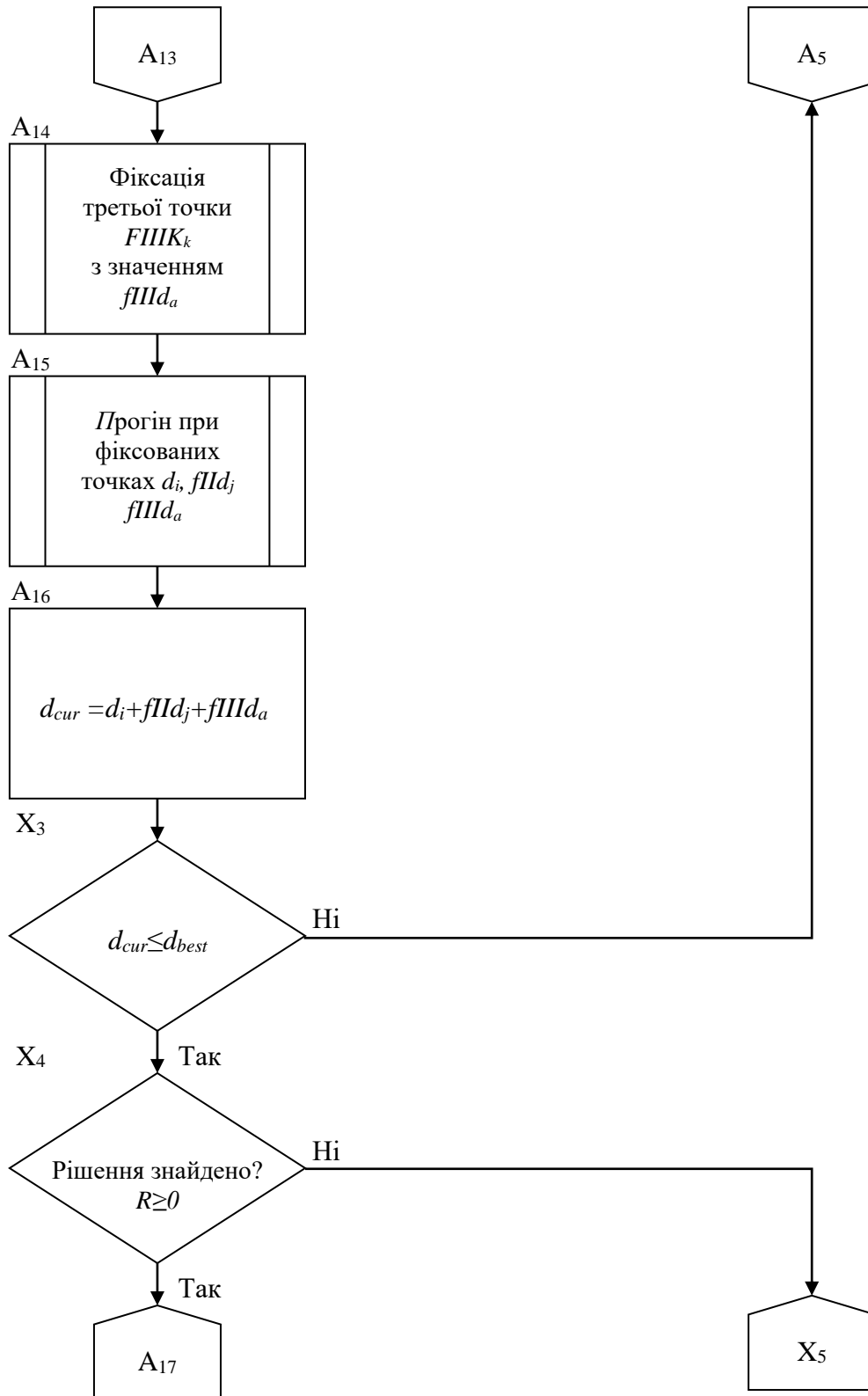
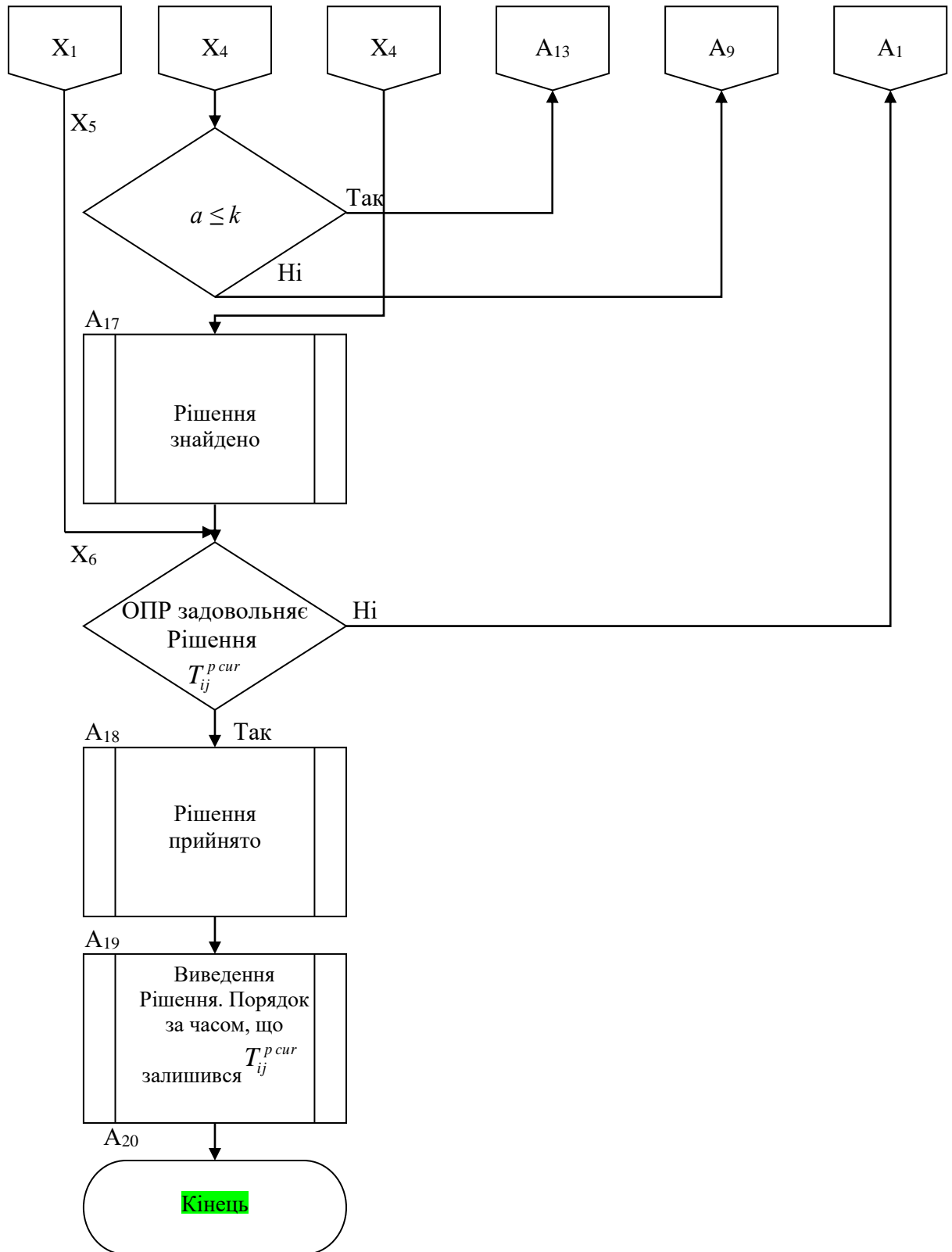


Рисунок 6.5, аркуш 4

Таблиця Ф.5



ДОДАТОК Х

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Методы, модели и информационные технологии процессного управления полиграфическим производством: монография. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.

2. Chalyi S., Levykin I., Biziuk A., Vovk A., Bogatov Ie. Development of the technology for changing the sequence of access to shared resources of business processes for process management support. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 2/3 (104). P. 22-29. (Scopus).

3. Petrichenko A., Levykin I., Iuriev I. Improvement of the method of selecting it-services for the operated information. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. № 2/2 (110). P. 32-43. (Scopus).

4. Chalyi S., Levykin I. Guryev I. Model and technology for prioritizing the implementation end-to-end business processes components of the green economy. Acta Innovations. ISSN 2300-5599. Poland, 2020. no. 35. P. 65-80.

5. Левыкин И.В. Алгоритм выбора и корректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес- процессами. Вісник НТУ «ХП». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Х.: НТУ «ХП», 2016. № 42 (948). С. 17-22.

6. Левыкин И.В. Математическая модель жизненного цикла выпуска полиграфической продукции. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2013. № 1 (49). С. 103-110.

- 7 Левыкин И.В. Модель жизненного цикла фаз управления бизнес-процессов. Проблемы информационных технологий. 2016. № 1 (013). С. 150-158.
8. Левыкин И.В. Метод синтеза технологии process mining и средств имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства КПІ. Киев, 2016. № 2 (52). С. 73-80.
9. Левыкин И.В. Метод выбора аналога информационной системы управления полиграфическим предприятием. Вісник академії митної служби України, серія «Технічні науки». Дніпропетровськ, 2016. № 1. С. 56-64.
10. Левыкин И.В. Разработка обобщенной модели процесса решения задачи с интервальным представлением времени. Бионика интеллекта. 2016. № 2 (87). С. 64-69.
11. Левыкин И.В. Обобщённый алгоритм и программная платформа получения решения по приоритетам запуска бизнес-процессов. Бионика интеллекта. 2019. 2 (93). С. 47-52.
12. Левыкин И.В., Логвиненко А.В. Критерии оценки выбора автоматизированной системы управления полиграфическим предприятием. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2009. № 2/2 (38). С. 44-47.
13. Левыкин И.В., Куц И.А. Реализация задачи загрузки оборудования методом теории расписания в MES-системах. Вост.-Европ. журн. передовых технологий. 2011. № 1/10. С. 26-28.
- 14 Chalyi S., Levykin I. Identification of the standby intervals in the business processes based on analysis of the sequence of events. Technology audit and production reserves. 2016. Vol. 5. № 2 (31). P. 71-76.
- 15 Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Моделирование процесса выбора СУС для разработки удалённой информационной аналитической издательской системы. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 11. С. 65-80. .

16. Левыкин И.В., Мазур И.В. Разработка имитационной модели технологического производства с использованием средства Arena. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. 2014. № 7. С. 63-67. .

17. Левыкин В.М., Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Логическая модель бизнес-процессов в АИС. Нові технології. Науковий вісник інституту економіки та нових технології. Кременчук, 2003. Вып. 2. С. 58-61.

18. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка динамической модели технологического процесса с использованием Enterprise Dynamics. Новые технологии: Научный вестник КУЭИТУ. 2008. №3 (21). С. 67-71.

19. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Инструментальное средство Enterprise Dynamics реализации функциональных задач управления полиграфического производства. АСУ и приборы автоматики. 2008. № 144. С. 131-135.

20. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Критерии оптимизации полиграфических процессов средствами имитационного моделирования. Технологія і техніка друкарства. 2010. Вип. 4. С. 68-74.

21. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка метода определения функциональности информационной удалённой издательской системы. Проблеми інформаційних технологій. 2013. № 2. С. 50-54

22. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Прикладная информационная технология подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами. АСУ и приборы автоматики. 2013. Вып. 165. С 59-64.

23. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Разработка модели формирования динамического пакета заказов в информационной удалённой издательской системе. Комп'ютерні технології друкарства. Львів : Українська академія друкарства, 2014. № 30. С.33-41. .

24. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка обобщенной процессной модели прецедента, метода его формирования и использования.

Управляющие системы и машины. УСиМ, Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев, 2016. №3. С. 23-28.

25. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Разработка подхода к формированию процессной модели решения задачи в составе прецедента с интервальным представлением времени. Вісник ХНТУ. 2016. № 4 (59). С. 212-217.

26. Чалий С.Ф., Левикін І.В. Метод адаптивного процесного управління на основі прецедентного підходу. Наукоємні технології. 2016. № 4. С. 410-414.

27. Чалий С.Ф., Левикін І.В. Метод побудови інтервальної моделі процесу вирішення задачі в складі прецеденту на основі аналізу журналу подій. Наукові праці ВНТУ. 2016. №4. С. 1-8.

Наукові праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації;

28. Chalyi S., Levykin I., Petrychenko A., Bogatov I. Causality-based model checking in business process management tasks. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT. 2018. P. 453-458. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409176. (Scopus).

29. Chalyi S., Levykin I., Information technology for the implementation of case-law management of end-to-end business processes / Computer and information systems and technologies: Fourth International Scientific and Technical Conference. Kharkiv: NURE. 2020. P. 54-55.

30. Левыкин И.В. Моделирование фаз управления бизнес-процессами. Международна научна конференция Украина – България – Европейски Съюз: Съвременно състояние и перспективи: сборник с доклади от международна научна конференция. Том 1. Вар 37. На: Издателство «Науки и икономика», 2016. С. 98-103.

31. Левыкин И.В. Особенности процедуры выбора информационной системы полиграфического производства. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2016): Матеріали Міжнародної науково-

практичної конференції (20-22 вересня 2016 р., Одеса). 2016. С. 238-240.

32. Левыкин И.В. Исследование технологий, средств моделирования и реинжиниринга бизнес-процессов. Полиграфические, мультимедийные и web-технологии: Тез. докл. 1-й Межд. народ. науч.-техн. конф. (16-20 мая 2016 г., Харьков). 2016. Т. 1. С. 43-44.

33. Левыкин И.В. Исследование функционального и процессного подходов управления полиграфическим предприятием. Информационные системы и технологии: материалы 5-й Международ. науч.-техн. конф. (12-17 сентября 2016 г., Харьков): тезисы докладов. Х.: НТМТ, 2016. С. 269-270.

34. Левыкин И.В. Метод формирования, выбора, корректировки и сохранения прецедентов. Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці, 2016. С. 157-159.

35. Левыкин И.В. Инструментальное средство установления приоритетов выполнения процессов «Советчик ОПР». Інформаційні системи та технології в медицині (ІСМ-2019): зб. наук. пр. II Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. С. 192-194.

36. Левыкин И.В. Информационная технология реализации процессного управления БП на базе прецедентов. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Харків, 2020. Т. 1. С. 92-93.

37. Левикін І.В. Технологія визначення пріоритетів виконання наскрізних бізнес-процесів в поліграфії. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2020. С. 100-102.

38. Чалый С.Ф., Левикін І.В. Концепція двоконтурного управління множини наскрізних бізнес-процесів на основі прецедентного підходу. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. Львів. 2018. С. 288-290.

39. Ткаченко В.Ф., Попов А.В., Ефанов А.В., Левыкин И.В.,

Логвиненко Е.В. Математическая модель задачи определения номенклатуры продукции полиграфического предприятия с учетом производственных и рыночных факторов. Наука и образование: Сб. трудов по материалам II Международного научно-методического семинара. Дубай, 2011. С. 331.

40. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Оптимизация производства при помощи имитационного моделирования технологических процессов. Автоматика – 2010: Сб. тезисов по материалам 17 Международной конференции по автоматическому управлению. Харьков, 2010. С. 52-53.

41. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Метод формирования процессной модели решения задачи с интервальным представлением времени. Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-ОДЕСА-2017): Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 вересня 2017 р., Одеса). 2017. С. 238-240.

42. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Исследование способов выбора удалённой информационной аналитической издательской системы для полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Материалы международной научно-технической конференции (22-29 сентября 2012 г., Харьков). Х: ХНУРЭ, 2012. С. 121.

43. Левыкин И.В., Логвиненко Е.В. Разработка информационной технологии оперативного управления заказами полиграфического предприятия. Информационные системы и технологии: Сб. материалов Международной конференции. Морское-Харьков, 2012. С. 128.

44. Левыкин И.В., Андропова Е.С. Использование систем виртуализации и доставки приложений на удаленные клиенты в издательских системах. Информационные системы и технологии ИСТ-2013: Материалы 2-й международной научно-технической конференции (16-22 сентября 2013 г., Харьков). Х.: ХНУРЭ, 2013. С. 148-149.

45. Левыкин И.В., Хорошевский А.И. Информационные технологии для реализации подсистемы удалённого взаимодействия с клиентами.

Информационные системы и технологии ИСТ-2014: Материалы 3-й международной научно-технической конференции (15-21 сентября 2014 г., Харьков). 2014. С. 186-187.

46. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Синтез Process mining и Enterprise Dynamics при моделировании процессов. XIV конференция по физике высоких энергий ядерной физике и ускорителям ННЦ ХФТИ: Материалы конференции. 2016. С. 81.

47. Чалый С.Ф., Левыкин И.В. Концепция процессного управления на основе прецедентного подхода. Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф. (11-16 сентября 2017 г., Харьков). Х.: НТМТ, 2017. С. 247-248.