

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису**

СВІРСЬКИЙ ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 339.137.2:658.511

**ДИСЕРТАЦІЯ
РОЗВИТОК УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ШЛЯХОМ
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

073 – «Менеджмент»

07 - «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ /Юрій СВІРСЬКИЙ/

Науковий керівник: Кузьмін Олег Євгенович, д.е.н., професор

Львів 2025

АНОТАЦІЯ

Свірський Ю.В. Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 - Менеджмент (07 - Управління та адміністрування). – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2025.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню існуючих і розробленню нових теоретичних і методико-прикладних положень щодо розв'язання проблем розвитку управління бізнес-процесами шляхом використання імітаційного моделювання, встановлення рівня їхнього дослідження вченими-економістами, виділення питань, які досі не знайшли достатнього висвітлення в економічній науці.

У першому розділі «Теорія і практика управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання» ідентифіковано ознаки розвитку управління бізнес-процесами, розкрито особливості застосування імітаційного моделювання як інструменту розвитку управління бізнес-процесами підприємства, виокремлено принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.

В сучасній науковій дискусії активно використовується термін «бізнес-процес». Цей термін інтерпретується через призму процесів і системних підходів, залежно від дослідницьких цілей. Проте, незважаючи на різні підходи, однією з визначальних його рис є впровадження в підприємстві конкретних бізнес-цілей. Отже, можна визначити бізнес-процес як систему взаємопов'язаних компонентів, що спільно виконують послідовні операції для досягнення бізнес-цілей. З точки зору інформаційно-аналітичних потреб суб'єктів управління, бізнес-процеси можна класифікувати за такими ознаками, як їх змістом, характером, рівнем інформатизації, інтелектуаломісткості і капіталомісткості. Також важливо використовувати

системний підхід, сучасні технології управління бізнес-процесами та постійно вдосконалювати їх, зосереджуючись на результаті.

Доведено, що імітаційне моделювання може служити ефективним інструментом аналізу та оптимізації бізнес-процесів. Це передбачає створення цифрових версій окремих блоків бізнес-процесів, що спеціально адаптовані для подальшого використання. Такий підхід дозволяє поєднати моделювання, автоматизацію, контроль і вимірювання, щоб оптимізувати потоки бізнес-завдань і досягти цілей організації в умовах змін у господарському середовищі.

Розвиток управління бізнес-процесами на базі імітаційного моделювання вимагає дотримання принципів системного підходу, аналізу, моделювання, оптимізації, гнучкості, залучення зацікавлених сторін, перманентного моніторингу, комунікації, навчання та розвитку. Ці принципи взаємодіють і сприяють створенню ефективних систем управління бізнес-процесами, що підтримують стійкий розвиток організації.

Другий розділ «Аналізування та оцінювання рівня розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання» присвячено аналізуванню імітаційних моделей, які застосовуються в управлінні бізнес-процесами, аналітичному опрацюванню емпіричних даних, які характеризують рівень розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання, аналізуванню і групуванню факторів, які впливають на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємства.

За результатами виконаних досліджень виявлено, що в управлінні бізнес-процесами наявний широкий перелік імітаційних моделей, які відрізняються різними характеристиками, методами і цілями використання. Вони активно використовуються в провідних компаніях для розв'язання значного спектру завдань, таких як оптимізація маршрутів, прогнозування попиту, аналіз ризиків тощо.

Виявлено, що всі аналізовані види імітаційних моделей мають свої плюси і мінуси. Вони можуть базуватися на різних джерелах даних, таких як реальні або симульовані дані чи їх комбінація. Важливо зауважити, що об'єктивність та достовірність інформації, отриманої з цих джерел, може коливатися залежно від якості та доступності даних.

Емпірично доведено, що імітаційне моделювання є потужним інструментом в сфері управління бізнес-процесами, який дозволяє підприємствам прогнозувати, оптимізувати та приймати стратегічні рішення. Вибір конкретної імітаційної моделі та джерела даних має бути обґрунтованим відповідно до конкретних потреб і цілей підприємства. Таким чином, стратегії вибору та впровадження імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами є важливими складовими для досягнення успіху в сучасному бізнес-середовищі.

Виявлено, що в управлінні бізнес-процесами спостерігаються імітаційні моделі, яким характерні варіації за їх змістом, методами та призначеннями. Основні гравці у даній галузі, які мають досвід використання імітаційного моделювання для управління бізнес-процесами, в основному віддають перевагу таким програмним продуктам, як Arena, AnyLogic, GPSS World, Process Charter 1.0.2, Powersim 2.01, iThink 3.0.61, Extend+BPR 3.1, Vensim та іншим подібним рішенням. Аналіз свідчить про те, що розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання активно прослідковується у кількох напрямках, включаючи сектори виробництва, телекомунікацій, фінансових послуг, логістики, торгівлі та енергетики.

Серед виробничих підприємств особливо активно імітаційне моделювання застосовується в компаніях, які спеціалізуються на розробці програмного забезпечення, приладобудуванні, виробництві побутової техніки, автомобільному транспорті, сільському господарстві та продуктах харчування. Дослідження вказують, що в сфері виробництва основними об'єктами імітаційних моделей є продуктивність, час виробництва, оптимальне використання ресурсів, якість продукції та оптимізація запасів.

У галузі фінансових послуг імітаційне моделювання має велике значення для банків, страхових компаній та інших фінансових посередників. Дослідження свідчать про те, що в цьому секторі основними об'єктами імітаційних моделей є обсяг прибутку, рентабельність, рівень ризику, стрес-тестування, кредитний ризик, грошові потоки, обсяг інвестицій, витрати та ефективність фінансових операцій. У галузі логістики і торгівлі імітаційне моделювання знаходить широке застосування в мережевій торгівлі, логістичних послугах, поштовому зв'язку та транспортних компаніях. Емпіричні дослідження підтверджують, що в даному секторі ключовими об'єктами імітаційних моделей є час доставки, обсяг витрат, пропускна здатність, надійність, інвентаризаційна інформативність, трафік та аспекти безпеки. У сфері енергетики імітаційне моделювання активно використовується операторами енергосистем. Емпіричні дані підтверджують, що в цьому секторі основними об'єктами для імітаційних моделей є попит на електроенергію, обсяг виробництва енергії, розподіл енергії, перерви в постачанні електроенергії та раціональне використання ресурсів. У галузі телекомунікацій імітаційне моделювання переважно використовується операторами мобільного зв'язку. Дослідження свідчать, що в даній галузі найважливішими об'єктами імітаційних моделей є потенціал трафіку, рівень підтримки потоків, пропускна здатність, відповідність технічних рішень потребам користувачів і стійкість до аварійних ситуацій, а також оптимізація використання ресурсів.

Загалом, на підставі проведених досліджень можна висунути припущення, що використання імітаційного моделювання для управління бізнес-процесами спрямоване на оптимізацію різних аспектів, таких як раціональне використання ресурсів, управління ризиками, ефективність витрат та інвестицій, продуктивність, безпека, задоволення потреб споживачів тощо. Важливо зауважити, що конкретні цілі створення імітаційних моделей та параметри їх оптимізації можуть варіюватися в залежності від пріоритетів підприємств та контексту, в якому вони функціонують. Отже, успішне

впровадження імітаційного моделювання вимагає врахування специфіки конкретних бізнес-процесів та впливу різних чинників.

У третьому розділі «Імітаційне моделювання як основа системного підходу до розвитку управління бізнес-процесами підприємства» розроблено системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами підприємства, удосконалено метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства, розвинуто положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.

Запропонований підхід передбачає створення динамічної цифрової моделі підприємства, яку можливо адаптувати до змін зовнішнього середовища та внутрішніх факторів впливу шляхом безперервної актуалізації даних і сценарного моделювання. Такий підхід дозволяє перейти від статичного до гнучкого управління, що особливо актуально в умовах високої динамічності ринку та нестабільного бізнес-середовища. На відміну від існуючих підходів, де методи імітаційного моделювання використовуються переважно в академічному чи експериментальному середовищі без прямої інтеграції в операційну діяльність підприємств, запропонована концепція інтегрує моделі в реальний управлінський цикл.

Виявлено, що розроблений системний підхід є основою для побудови оптимальної моделі управління бізнес-процесами з врахуванням факторів, які характерні для окремих видів діяльності підприємств. Запропонований підхід уможливорює забезпечення ефективності планування та прогнозування діяльності підприємства в динамічних умовах сучасного бізнес-середовища. Застосування розробленого системного підходу на основі використання еклектичної імітаційної моделі дозволяє проаналізувати вплив різноманітних факторів на результативність, ефективність та якість виробництва, а також визначити оптимальні стратегії для зменшення ризиків та підвищення результатів. Важливо зауважити, що конкретний підхід може відрізнятися відповідно до характеристик підприємства і його бізнес-процесів.

Дослідження підтверджують, що розроблений в роботі підхід може стати важливим інструментом для обґрунтованого прийняття рішень і підвищення ефективності управління на підприємстві. З огляду на індивідуальні особливості підприємства і його бізнес-процесів, застосування запропонованого підходу до розвитку управління бізнес-процесами на основі використання поєднання різних імітаційних моделей може мати суттєве значення для досягнення конкретних управлінських цілей.

Доведено, що використання методу морфологічно-сценарного аналізу для досліджених еклектичних імітаційних моделей сприяє структуризації та аналізу взаємозв'язків між різними компонентами управління бізнес-процесами підприємства, що ґрунтується на імітаційному моделюванні. Аналіз включає в себе такі аспекти, як попит на продукцію, продуктивність та показники, які використовуються для розподілу ресурсів та планування виробничого графіку. Ця методологія дозволяє розробити ефективні стратегії управління ресурсами та виробничим графіком для досягнення планованих результатів.

Проведені дослідження обґрунтовують можливість регулювання системи управління бізнес-процесами, побудованої на основі імітаційного моделювання, через впровадження п'яти механізмів, які взаємодіють, але спрямовані на різні аспекти регулювання. Ці аспекти включають в себе: сектор 1 - систему бізнес-процесів, сектор 2 - систему управління ними та сектор 3 - систему імітаційного моделювання. Важливо відзначити, що механізм коригування бізнес-процесів використовується для регулювання сектору 1, механізм перепланування та ресурсного забезпечення, механізм вдосконалення звітності та аналізу, а також механізм управління змінами в системі управління бізнес-процесами спрямовані на сектор 2, а механізм оптимізації імітаційних моделей орієнтований на сектор 3. Такий підхід до структуризації механізмів регулювання за секторами об'єкта регулювання має безліч переваг, включаючи: чіткість та спрямованість, підвищення ефективності управління, полегшення аналізу та моніторингу, визначення

відповідальності, гнучкість і адаптивність, зменшення ризику системних помилок. Таким чином, запропоноване структурування механізмів регулювання сприяє ефективному управлінню різними аспектами системи і покращує загальний контроль над нею.

Ключові слова: управління бізнес-процесами, моніторинг, розвиток, системний підхід, показники, ефективність, управлінські рішення, імітаційне моделювання.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації

1.1. Публікації у наукових фахових виданнях України

1. Свірський, Ю.В., 2023. Сутність і принципи управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права, 37, с.113-118.

2. Свірський, Ю.В., 2023. Аналізування імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами. Актуальні питання у сучасній науці, 12, с.151-164.

3. Русин-Гриник, Р.Р., Косарєв, М.Ю. та Свірський, Ю.В., 2023. Ознаки розвитку інформаційного забезпечення логістичних процесів у торгівлі. Економічні науки. Серія: Регіональна економіка, 20(79), с.200-208. (Index Copernicus). (Особистий внесок автора: визначено ознаки розвитку інформаційного забезпечення логістичних процесів, розвинуто систему факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання).

4. Свірський, Ю.В., 2024. Вектори застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами. Економіка та суспільство, [online] 61. Доступно:

<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3789/3710>.

1.2. Публікації у періодичних виданнях інших держав

1. Shunevych, B. and Svirskyi, Yu., 2024. Educational process organization in Ukraine under martial law. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 1166, pp.184-194. (Особистий внесок автора: удосконалено метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами; розвинуто положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання).

2. Кузьмін, О. та Свірський, Ю., 2024. Еклектичне імітаційне моделювання розвитку управління бізнес-процесами підприємства. *Věda a Perspektívy*, 11, pp.298-311. (Особистий внесок автора: розроблено системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами).

2. Опубліковані праці апробаційного характеру

1. Свірський, Ю.В. Імітаційне моделювання в управлінні бізнес-процесами. II Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Стратегічні орієнтири сталого розвитку в Україні та світі», м. Чернігів, 21 квітня 2023 року. С. 356-358.

2. Свірський, Ю.В. Управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Економіка та менеджмент сучасних організацій: проблеми теорії та практики», м. Кривий Ріг, квітень 2023 року. С.123-125.

3. Свірський, Ю.В. Характеристика імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами // Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності: матеріали I Міжнародної наукової конференції (м. Одеса, 22 грудня 2023 р.) / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп, 2023. С. 104-106.

4. Свірський, Ю.В. Принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання // *Modern trends are the driving force of scientific progress: Collection of abstracts of XIX International scientific and*

practical conference (Lisbon, Portugal, April 17-19, 2024). International Scientific Unity, 2024. P.144-147. URL: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/04/Modern_trends_are_the_driving_force_of_scientific_progress_April_17_19_2024_Lisbon_Portugal.pdf.

5. Свірський Ю.В. Еклектична імітаційна модель рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства // Слобожанські наукові читання: соціально-економічні та гуманітарно-правові виміри: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції, 24-25 жовтня 2024 р., Харків. - 2024.

ANNOTATION

Svirskyi Yu.V. Development of Business Process Management through Simulation Modeling. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Management (Specialty 073 "Management and Administration"). – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2025.

The dissertation is dedicated to improving existing and developing new theoretical and applied positions related to solving problems in the development of business process management (BPM) through the using of simulation modeling, establishing the level of their research by economists, and highlighting questions that have not yet received sufficient coverage in economic science.

In the first chapter, "Theory and Practice of Business Process Management through Simulation Modeling," the characteristics of the development of business process management are identified, the peculiarities of using simulation modeling as a tool for developing enterprise business process management are revealed, and the principles of business process management development based on simulation modeling are outlined.

In the contemporary scientific discussion, the term "business process" is actively used. This term is interpreted through the prism of processes and systemic approaches, depending on research goals. However, regardless of various approaches, one of its defining features is the implementation of specific business goals within the enterprise. Therefore, a business process can be defined as a system of interconnected components that jointly perform sequential operations to achieve business objectives. From the perspective of information and analytical needs of management entities, business processes can be classified based on characteristics such as content, nature, level of informatization, intellectual intensity, and capital intensity. It is also crucial to employ a systemic approach, modern business process management technologies, and continuously improve them, focusing on the outcome.

It is proven that simulation modeling can serve as an effective tool for analyzing and optimizing business processes. This involves creating digital versions of individual blocks of business processes that are specifically adapted for further use. Such an approach allows to combine modeling, automation, control, and measurement to optimize the flow of business tasks and achieve organizational goals for changing conditions in economic environment.

The development of business process management based on simulation modeling requires adherence to principles of a systemic approach, analysis, modeling, optimization, flexibility, involving stakeholders, permanent monitoring, communication, learning, and development. These principles interact and contribute to the creation of effective business process management systems that support the sustainable development of the organization.

The second chapter, "Analysis and Evaluation of the Development Level of Business Process Management based on Simulation Modeling," is dedicated to the analysis of simulation models applied in business process management, analytical processing of empirical data characterizing the level of development of business process management based on simulation modeling, and the analysis and grouping of factors influencing the effectiveness of simulation modeling in enterprise business process management.

Based on the results of the conducted research, it has been identified that there is a wide range of simulation models in business process management, characterized by various features, methods, and objectives of usage. They are actively utilized by leading companies to address a significant spectrum of tasks, such as route optimization, demand forecasting, risk analysis, and more.

It has been observed that all analyzed types of simulation models have their pros and cons. They can be based on various data sources, such as real or simulated data or their combination. It is important to note that the objectivity and reliability of information obtained from these sources may vary depending on the quality and availability of data.

Empirically, it has been proven that simulation modeling is a powerful tool in the field of business process management, allowing enterprises to forecast, optimize, and make strategic decisions. The choice of a specific simulation model and data source should be justified according to the specific needs and objectives of the enterprise. Thus, the strategies for selecting and implementing simulation models in business process management are essential components for achieving success in the modern business environment.

It has been identified that in business process management, there are simulation models characterized by variations in their content, methods, and purposes. Major players in this field with experience in using simulation modeling for business process management mainly prefer software products such as Arena, AnyLogic, GPSS World, Process Charter 1.0.2, Powersim 2.01, iThink 3.0.61, Extend+BPR 3.1, Vensim, and similar solutions. The analysis indicates that the development of business process management based on simulation modeling is actively observed in several sectors, including manufacturing, telecommunications, financial services, logistics, trade, and energy.

Among manufacturing companies, simulation modeling is particularly actively applied in companies specializing in software development, instrumentation, production of consumer electronics, automotive transportation, agriculture, and food products. There is indicated in the research that in the manufacturing sector, the main objects of simulation models include productivity, production time, optimal resource utilization, product quality, and inventory optimization.

In the financial services sector, simulation modeling is of great importance for banks, insurance companies, and other financial intermediaries. There is shown in studies that in this sector, the main objects of simulation models are income volume, profitability, risk level, stress testing, credit risk, cash flows, investment volume, expenses, and the efficiency of financial operations. In the logistics and trade sector, simulation modeling finds wide application in network retail, logistics services,

postal communication, and transportation companies. Empirical research confirm that in this sector, the key objects of simulation models include delivery time, cost volume, capacity, reliability, inventory information, traffic, and safety aspects. In the energy sector, simulation modeling is actively used by energy system operators. Empirical data confirm that in this sector, the main objects for simulation models are electricity demand, energy production volume, energy distribution, power outages, and efficient resource utilization. In the telecommunications sector, simulation modeling is predominantly used by mobile network operators. Research indicates that in this sector, the most critical objects for simulation models include traffic potential, flow support level, capacity, alignment of technical solutions with user needs and resilience to emergency situations, as well as resource optimization.

Overall, based on the conducted research, it can be assumed that the use of simulation modeling for business process management aims at optimizing various aspects such as efficient resource utilization, risk management, cost and investment efficiency, productivity, safety, consumer satisfaction. It is important to note that the specific objectives of creating simulation models and the parameters of their optimization may vary depending on the priorities of enterprises and the context in which they operate. Therefore, successful implementation of simulation modeling requires taking into account the specificity of specific business processes and the influence of various factors.

In the third chapter “Simulation modeling as the basis of a systematic approach to the development of enterprise business process management,” a systematic approach to the use of an eclectic simulation model for the purpose of developing enterprise BPM has been developed, a method for monitoring the level of development of enterprise business process management has been improved, and provisions have been developed for regulating the BPM system based on simulation modeling.

This approach is based on the allocation and systematic repetition of the developed specific stages of enterprise business process management. The proposed approach involves the formation of a basic business process model, determining a

list of possible factors of influence on the activities of the enterprise, taking into account the experience of other business entities. The ultimate goal of this approach is to simulate the implementation of business processes using IT systems and software. Multiple iterations of input data using the proposed eclectic simulation model make it possible to minimize the gap between the real and predicted values of the business model used, which is important for making rational management decisions.

It was found that the developed systemic approach is the basis for building an optimal model of business process management taking into account factors that are characteristic of individual types of enterprise activities. The proposed approach makes it possible to ensure the effectiveness of planning and forecasting the enterprise's activities in the dynamic conditions of the modern business environment. The application of the developed systemic approach based on the use of an eclectic simulation model allows analyzing the impact of various factors on the effectiveness, efficiency and quality of production, as well as determining optimal strategies for reducing risks and increasing results. It is important to note that the specific approach may differ according to the characteristics of the enterprise and its business processes. Studies confirm that the approach developed in the work can become an important tool for informed decision-making and increasing the efficiency of management at the enterprise. Given the individual characteristics of the enterprise and its business processes, the application of the proposed approach to the development of business process management based on the use of a combination of various simulation models can have significant application for achieving specific management goals.

It is proven that the use of the morphological-scenario analysis method for the studied eclectic simulation models contributes to the structuring and analysis of the relationships between various components of the enterprise's business process management, which is based on simulation modeling. The analysis includes such aspects as demand for products, productivity and indicators used for resource allocation and production schedule planning. This methodology allows developing

effective resource and production schedule management strategies to achieve the planned results.

The conducted research substantiates the possibility of regulating the business process management system, built on the basis of simulation modeling, through the implementation of five mechanisms that interact, but are aimed at different aspects of regulation. These aspects include: sector 1 - the business process system, sector 2 - the system for managing them and sector 3 - the simulation modeling system. It is important to note that the business process adjustment mechanism is used to regulate sector 1, the replanning and resource provision mechanism, the reporting and analysis improvement mechanism, as well as the change management mechanism in the business process management system are aimed at sector 2, and the simulation model optimization mechanism is aimed at sector 3. This approach to structuring regulatory mechanisms by sectors of the regulated object has many advantages, including: clarity and focus, increased management efficiency, facilitation of analysis and monitoring, determination of responsibility, flexibility and adaptability, and reduction of the risk of systemic errors. Thus, proposed structuring regulatory mechanisms contributes to effective management of various aspects of the system and improves overall control over it.

Keywords: business processes management, monitoring, development, systematic approach, indicators, efficiency, managerial decisions, simulation modeling.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ШЛЯХОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	27
1.1. Ознаки розвитку управління бізнес-процесами	27
1.2. Застосування імітаційного моделювання як інструменту розвитку управління бізнес-процесами підприємства.....	36
1.3. Принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.....	48
Висновки до першого розділу.....	57
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	60
2.1. Аналізування імітаційних моделей, які застосовуються в управлінні бізнес-процесами.....	60
2.2. Аналізування емпіричних даних, які характеризують рівень розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.....	74
2.3. Фактори, які впливають на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємства.....	92
Висновки до другого розділу.....	104
РОЗДІЛ 3. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОСНОВА СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО РОЗВИТКУ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА.....	108
3.1. Системний підхід до використання імітаційного моделювання для розвитку управління бізнес-процесами підприємства.....	108
3.2. Моніторинг рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства.....	134
3.3. Регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.....	148
Висновки до третього розділу.....	169

ВИСНОВКИ.....173

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....178

ДОДАТКИ.....204

ВСТУП

Актуальність теми. Для розвитку підприємств одним із основних завдань в умовах обмеженості фінансових, кадрових та матеріальних ресурсів є збільшення ефективності управління бізнес-процесами, що вимагає застосування сучасних інструментів, в тому числі методів імітаційного моделювання. На сьогодні використання такого інструменту є більш характерним для великих підприємств з огляду на доступність та наявність у них відповідних ресурсів, що обмежує застосування імітаційного моделювання для малих та середніх підприємств. Отже, важливим завданням є розроблення спрощеного та доступного підходу для використання в діяльності підприємств імітаційного моделювання з метою збільшення ефективності їх діяльності та розвитку промисловості України в цілому.

Управління бізнес-процесами доволі складне завдання, яке вимагає урахування багатьох факторів, зв'язків між ними, прогнозування зміни ринкової кон'юнктури, адекватного оцінювання можливостей підприємства щодо його адаптування до ринкових викликів і можливостей. У зв'язку із такою багатоаспектністю даного завдання однією з базових умов його виконання є досягнення системності в управлінні бізнес-процесами. З сучасної системології відомо, що формування складних систем управління вимагає застосування імітаційних моделей. Імітаційні моделі часто використовують для розв'язання складних завдань у сфері економіки та управління. Попри це, як зазначалося вище, проблематичним залишається формалізація їх застосування для прикладних аспектів розвитку систем менеджменту, особливо в умовах коли йдеться про змінні умови реалізації бізнес-процесів, які супроводжуються цифровізацією, глобалізацією і активним застосуванням штучного інтелекту. Враховуючи це, проблема полягає у недостатньому науковому підґрунті для формалізації і систематизації підходів щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Сутність управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання в різних наукових площинах розглянуто у працях вітчизняних та зарубіжних авторів. Так, розкриттю поняття управління бізнес-процесами присвячені дослідження Кузьміна О. Є., Демиденко В. В., Думи О. І., Ольшанського О. В., Чернобай Л. І. У свою чергу, Братушка С. М., Єпіфанова І. Ю., Клепікова О. А., Середюк В. Б., Соколовська З. М. описують застосування імітаційного моделювання в економічних процесах та системах. Праці таких науковців, як Корзаченко О. В., Лепейко Т. І., Пономаренко В. С., Мінухін С. В., Станасюк Н. С. і Знахур С. В., присвячені моделюванню бізнес-процесів підприємств на засадах імітаційного моделювання, а Завербний А. С., Дзямулич М., Станіславик О. В., Стащук О., Шматковська Т. і Яценко В. В. розкривають особливості моделювання бізнес-процесів в умовах формування цифрової економіки та діджиталізації.

Праці Hinterbichler, J., & Mertens, P., Evans, W. M., & Staggers, N., van Dissel, E., & Wijngaard, J., Metcalfe, R., & Enns, H. G., Morales, M. T., & Ochoa, C. M., Rosemann, M., & vom Brocke, J., Daly, K., & Helfert, M., Friedrich, K., & Kabicher-Fuchs, S., Rausch, A., Martin, J., & McClure, C., Han, J. K., Harmon, P., Moulding, J., Radcliffe, D., Luca, M., & Terlizzi, M., Migliorini, M., Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A., Weske, M., Recker, J., & Mendling, J., Recker, J., & Rosemann, M., Schumacher, T., & Eom, S. B., Schumacher, T., & Sowa, J. F., Osterwalder, A., & Pigneur, Y. відомі застосуванням імітаційного моделювання в системах факторного аналізу для потреб управління бізнес-процесами.

Попри значний обсяг наукових досліджень і значних досягнень у галузі теорії та практики управління бізнес-процесами існують певні питання, що постійно стають предметом обговорень. Поза увагою науковців залишились такі питання, як: система факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання, технологія формування еkleктичної імітаційної моделі розвитку управління бізнес-процесами, метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства,

положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Крім того, у науковій літературі недостатньо уваги приділено трактуванню сутності понять «бізнес-процес» і «розвиток управління бізнес-процесами» та їх видам.

Все це обумовило вибір теми дослідження, а також актуалізує доцільність та важливість розроблення теоретичних і методико-прикладних положень щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконане дослідження пов'язане з науковим напрямком кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва Національного університету «Львівська політехніка» та результати дослідження використано під час виконання науково-дослідних робіт кафедри, а саме: «Ресурсно-інформаційне забезпечення моделей розвитку національних економік та їх суб'єктів у глобальній економічній системі» (номер державної реєстрації 0121U108836) та «Аналітика та розвиток міжнародної економічної діяльності: методи реалізації, адміністративні інструменти, інноваційно-інвестиційні результати» (номер державної реєстрації 0125U001352) (акти про використання результатів дисертації представлені у додатках).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення нових і удосконалення існуючих теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Досягнення окресленої мети зумовило вирішення таких наукових завдань:

- уточнити трактування сутності понять «бізнес-процес» і «розвиток управління бізнес-процесами», а також конкретизувати класифікацію бізнес-процесів;
- розвинути систему факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання;

- розробити системний підхід до розвитку управління бізнес-процесами на основі еклектичної імітаційної моделі;
- удосконалити метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства;
- розвинути положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.

Об’єкт дослідження – процес розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Предмет дослідження – теоретико-методичні положення і практичні рекомендації щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Методи дослідження. Основою даного дослідження є ключові принципи сучасних економічних концепцій, теорії систем, управління, інформатизації, економічного аналізу та оптимізації операцій. Для його проведення використано нормативно-правові акти Верховної Ради України, розпорядження Кабінету Міністрів України, матеріали незалежних аналітичних центрів, а також результати експертних оцінок та соціологічних опитувань, що були проведені серед керівників підприємств. Під час дослідження проаналізовано матеріали діяльності підприємств, а також наукові джерела, які відображають досвід вітчизняних і зарубіжних авторів щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

У дисертації застосовано такі методи наукового пізнання: конкретизації, узагальнення, формалізації, систематизації, методи індукції та дедукції, системний аналіз – під час виділення ознак розвитку управління бізнес-процесами; виокремлення особливостей застосування імітаційного моделювання як інструменту розвитку управління бізнес-процесами підприємства; уточнення сутності принципів розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. (підр. 1.1–1.3); метод експертних оцінок, зокрема анкетування, індексний метод, методи

математичного моделювання, інструментарій кластерного аналізу (к-середніх) – під час аналізування імітаційних моделей, які застосовуються в управлінні бізнес-процесами; дослідження емпіричних даних, які характеризують рівень розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання; систематизації факторів, які впливають на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємства (підр. 2.1–2.3); інструментарій теорії множин і графічного моделювання, інструментарій морфологічно-сценарного аналізу – під час еклектичного імітаційного моделювання рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства, удосконаленні методу моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства; розвитку положень щодо регулюванні системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання (підр. 3.1–3.3) тощо.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні існуючих і розробленні нових теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання, зокрема у тому, що

вперше:

- розроблено системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами, який дозволяє адаптуватись до невизначеності, змінних факторів та ризиків, що присутні в бізнес-середовищі, уможливорює аналіз проблем розвитку, ідентифікування оптимальних рішень та планування їхньої реалізації;

удосконалено:

- метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства, який, на відміну від існуючих, враховує низку складових, таких як рівень структурності компанії, ступінь її цифрової трансформації, впроваджені ІТ-системи, обрану систему мотивації персоналу тощо, дозволяє ідентифікувати взаємозв'язки між різними компонентами системи управління бізнес-процесами, оцінювати вплив

окремих параметрів на загальний результат і на основі цього приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо розвитку управління бізнес-процесами підприємства;

набуло подальшого розвитку:

- система факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання, що відрізняється від існуючих тим, що групує фактори у кластери, які характеризують адекватність вибору імітаційної моделі і результати її застосування, що дозволяє враховувати спільні і відмінні властивості факторів і взаємозв'язками між ними в аналізі ефективності імітаційного моделювання;
- положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання, які, на відміну від існуючих, базуються на матриці відповідності механізмів регулювання (корекція бізнес-процесів, перепланування та ресурсного забезпечення, оптимізація імітаційних моделей, вдосконалення звітності та аналізу, керування змінами в системі управління бізнес-процесами) секторам об'єкта регулювання (система бізнес-процесів, система управління ними і система імітаційного моделювання), що конкретизувало фокус регулювання, посприяло інформативності моніторингу, полегшило розподіл відповідальності у виборі і застосуванні механізмів регулювання, знизило ризик впливу помилок;
- трактування сутності понять «бізнес-процес» (систему взаємопов'язаних компонентів підприємства, які, взаємодіючи, передбачають реалізацію низки послідовних операцій, внаслідок яких відбувається досягнення встановлених підприємством бізнес-цілей), «розвиток управління бізнес-процесами» (процес постійного вдосконалення та розширення підходів, методів, інструментів та практик, використовуваних для управління бізнес-процесами в організації задля оптимального досягнення встановлених цілей) і класифікація бізнес-процесів, що

стало теоретичним підґрунтям для формування методико-прикладного інструментарію розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання. На відміну від існуючих, авторські трактування базуються на конкретизуванні принципів розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання, а також доведенні того, що основними сутнісними ознаками названих понять є наявність у підприємства бізнес-цілей та орієнтація на очікуваний результат розвитку.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність результатів дослідження полягає у розробленні методичного інструментарію щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання, що базується на оперативних та стратегічних потребах підприємств, а також конкретних наявних та доступних інструментах для їх безпосереднього використання. Авторські розробки (система факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання; системний підхід до розвитку управління бізнес-процесами на основі використання еклектичної імітаційної моделі; метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства; положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання) отримали схвалену позитивну оцінку та впроваджені на підприємствах, що підтверджено відповідними довідками про впровадження ТОВ “ВИДАВНИЧИЙ ДІМ “УКРПОЛ” та ТОВ “ДЮНА-ВЕСТА”, які представлено у додатках дисертації.

Матеріали дисертації використовуються у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» під час викладання дисципліни «Процесно-структурований менеджмент» (для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 073 «Менеджмент») (довідка № 67-01-552 від 24.04.2025р. представлена у додатку дисертації).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, які викладені у

дисертації і наукових публікаціях, отримані автором особисто та добровільно. За темою проведеного дослідження використано лише ті ідеї та положення, що є результатом особистої роботи дисертанта і становлять індивідуальний внесок автора.

Апробація результатів дослідження. Основні положення, результати та висновки дисертації розглянуто та схвалено на 5 міжнародних науково-практичних конференціях, а саме: Міжнародна науково-практична конференція, м. Чернігів (квітень 2023 року); II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Економіка та менеджмент сучасних організацій: проблеми теорії та практики», м. Кривий Ріг (квітень 2023 року); I Міжнародна наукова конференція, м. Одеса, (грудень 2023 р.); XIX International scientific and practical conference, Lisbon, Portugal (April, 2024); Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Харків (жовтень 2024 р.).

Основні результати наукових досліджень за темою дисертації доповідались на наукових семінарах кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва Національного університету “Львівська політехніка”.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 11 наукових праць, зокрема, 2 статті опубліковано у наукових періодичних виданнях інших держав, 4 статті із загального переліку публікацій представлено у фахових виданнях України, 5 публікацій надруковано у збірниках тез наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота загальним обсягом 215 сторінок (з них основного тексту 177 сторінок) складається із анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел налічує 232 найменування.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ШЛЯХОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Ознаки розвитку управління бізнес-процесами

Поняття «бізнес-процес» є широко вживаним у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі. Серед авторів, які вживають це поняття і дають йому трактування слід виділити таких, як: Волосатову М., Макотерську І., Шеховцову І., Командровську В., Морозенко О., Арєф'єву О., Elliott J., Porter M., Козаченка А., Ляшенко А., Ладико І. тощо [1-30].

Ознайомлення з працями вищенаведених авторів дозволило дійти висновку, що поняття «бізнес-процес» здебільшого розглядається через призму таких наукових підходів:

- процесного (бізнес-процес – це послідовність взаємопов'язаних операцій, які виконуються в організації з метою досягнення певної бізнес-цілі);
- системного (бізнес-процес – це сукупність взаємопов'язаних компонентів підприємства, які, взаємодіючи як система, дозволяють підприємству реалізовувати певні бізнес-цілі).

Вибір підходу до трактування поняття «бізнес-процес» залежить від дослідницьких цілей. Так, якщо метою дослідження є аналіз бізнес-процесів з метою їхньої оптимізації, то доцільним є процесний підхід. Оскільки він дозволяє розкласти будь-який процес на окремі операції, проаналізувати їхню критичність, виявити фактори, які впливають на ефективність реалізації цих операцій і на бізнес-процес загалом. У свою чергу, якщо за мету ставити систематизацію розрізнених бізнес-процесів, інтеграцію їх у спільну систему вищого порядку, то слід застосувати системний підхід.

Незважаючи на обраний підхід до трактування поняття «бізнес-процес» однією з його сутнісних ознак є наявність у підприємства певних бізнес-цілей. Опираючись на це, спробуємо на основі процесно-системного підходу сформулювати універсальне визначення даного поняття. Так, якщо сутнісною

ознакою бізнес-процесу, з позиції процесного підходу, є послідовність взаємопов'язаних операцій, а з позиції системного підходу – сукупність взаємопов'язаних компонентів підприємства, які взаємодіють як система, то, можна стверджувати, що бізнес-процес – це система взаємопов'язаних компонентів підприємства, які, взаємодіючи, передбачають реалізацію низки послідовних операцій, внаслідок яких відбувається досягнення встановлених підприємством бізнес-цілей.

Аналізування таких наукових праць [10-40] виявлено, що бізнес-процеси можна класифікувати:

за змістовою ознакою:

- виробничі бізнес-процеси – це процеси, пов'язані з виробництвом товарів або наданням послуг. Вони включають у себе всі етапи виробництва, від початкової розробки та проектування до виробництва, контролю якості, упаковки та доставки готового продукту або надання послуг;
- маркетингові бізнес-процеси – це процеси, спрямовані на залучення, збереження та задоволення потреб клієнтів. Вони включають маркетингові дослідження, розробку маркетингової стратегії, рекламу, продажі, обслуговування клієнтів та післяпродажне обслуговування;
- фінансові бізнес-процеси – це процеси, пов'язані з управлінням фінансами організації. Вони включають бюджетування, фінансовий аналіз, облік, управління ризиками, оптимізацію фінансових ресурсів, фінансове планування та управління ліквідністю;
- бізнес-процеси постачання – це процеси, пов'язані з організацією та транспортуванням потоків матеріалів, інформації та послуг від постачальників до кінцевих споживачів. Вони включають у себе управління запасами, логістику, планування доставки, взаємодію з постачальниками та споживачами, координацію транспортування та управління складом;
- інноваційні бізнес-процеси – це процеси, спрямовані на створення та впровадження нових ідей, продуктів, технологій або методів у діяльність організації. Вони включають дослідження та розробку, технічне проектування,

впровадження інновацій, оцінку ризиків та успішності нововведень, а також управління інтелектуальною власністю;

- бізнес-процеси управління персоналом – це процеси, пов'язані з управлінням людським капіталом організації. Вони включають навчання, найм, підбір та рекрутинг персоналу (процес залучення, відбору та пошуку кандидатів на вакантні посади в організації), розвиток співробітників, оцінку та управління продуктивністю праці, управління кар'єрою, системи компенсацій та винагород, а також управління трудовими відносинами;

- бізнес-процеси дослідження клієнтів та взаємодії з ними – це процеси, спрямовані на задоволення потреб і вимог клієнтів. Вони включають обслуговування та підтримку існуючих клієнтів, управління відносинами з покупцями, обробку замовлень, роботу з рекламациями та задоволення клієнтських очікувань;

за ознакою характеру:

- ядрові (основні) бізнес-процеси – це процеси, які прямо пов'язані з основною діяльністю організації та запускають її конкурентну перевагу. Вони є ключовими для досягнення стратегічних цілей та створення цінності для клієнтів;

- підтримуючі бізнес-процеси – це процеси, що забезпечують необхідну інфраструктуру та ресурси для ефективного функціонування ядерних процесів. Вони включають у себе процеси управління фінансами, обліку, управління якістю, управління ризиками, інформаційними технологіями, закупівлями та інші процеси, що підтримують роботу організації;

- управлінські бізнес-процеси – це процеси, пов'язані з прийняттям стратегічних рішень та керування роботою організації в цілому. Вони включають процеси стратегічного планування, прийняття управлінських рішень, розподіл ресурсів, координацію роботи підрозділів, контроль та оцінку результатів, а також розвиток організаційної культури;

за ознакою рівня інформатизації:

- ручні бізнес-процеси – це процеси, які забезпечуються вручну без значного використання інформаційних технологій. Вони можуть включати фізичні операції, ручну обробку документів та комунікацію, яка не базується на автоматизованих системах;

- напівавтоматизовані бізнес-процеси – це процеси, в яких використовуються інформаційні технології та автоматизовані системи для полегшення та покращення виконання операцій. Часткова автоматизація дозволяє знизити частку ручної роботи та підвищити ефективність, але процеси все ще потребуватимуть значної взаємодії та втручання людей;

- автоматизовані бізнес-процеси – це процеси, в яких використовуються повністю автоматизовані системи та інформаційні технології для виконання операцій. Людська взаємодія обмежується до налаштування та контролю автоматизованих систем. Ці процеси характеризуються високою швидкістю, точністю та масштабованістю за рахунок використання комп'ютерних програм, роботів та інших автоматичних пристроїв;

- цифрові бізнес-процеси – це процеси, в яких використовуються цифрові технології та інтернет-засоби зв'язку для обміну даними, виконання операцій та забезпечення взаємодії між іншими сторонами. Цифрові процеси характеризуються швидкістю, автоматизацією, масштабованістю та можливістю доступу до інформації з будь-якого місця за допомогою з'єднання з мережею Інтернет. Вони можуть включати електронну комунікацію, електронні платежі, он-лайн-сервіси та інші цифрові ініціативи;

за ознакою рівня інтелектуаломісткості:

- рутинні бізнес-процеси – це процеси, які мають повторювані шаблони, що застосовуються за стандартними правилами та не потребують значної інтелектуальної діяльності. Вони можуть бути автоматизовані та працювати з використанням програмних алгоритмів або роботів, але не вимагають аналізування, прийняття рішень та застосування творчості;

- комбіновані бізнес-процеси – це процеси, які поєднують у собі рутинні операції та елементи інтелектуальної діяльності. Вони можуть включати

автоматизовані кроки та алгоритми, але також вимагати взаємодії з людьми для прийняття рішень, аналізу складних ситуацій або творчих завдань;

- інтелектуальні бізнес-процеси – це процеси, які потребують високого рівня інтелектуальної діяльності, аналіз, рішення та творче мислення. Вони включають складні задачі, які вимагають глибокого розуміння, експертизи та використання комплексних аналітичних методів. Інтелектуальні процеси можуть включати стратегічне планування, розробку нових ідей, вирішення проблем, виконання досліджень та інші складні завдання, які потребують високого рівня когнітивних здібностей;

за ознакою рівня капіталомісткості:

- бізнес-процеси високого рівня капіталомісткості – це процеси, які вимагають значних фінансових інвестицій та вкладень в матеріальні активи або технологічні засоби для їх виконання. Ці процеси можуть включати розробку та впровадження нових продуктів, будівництво та модернізацію виробничих потужностей, дослідження та розробку нових технологій. Вони фактично пов'язані з великими капіталовкладеннями та довгостроковими періодами окупності;

- бізнес-процеси середнього рівня капіталомісткості – це процеси, які вимагають розмірних капіталовкладень для їх виконання. Вони можуть включати розширення виробництва, впровадження нових технологій або модернізацію обладнання. Ці процеси потребують значних фінансових ресурсів, але їх виконання можливе за допомогою середніх інвестицій та звичайно займає помірний період окупності;

- бізнес-процеси низького рівня капіталомісткості – це процеси, які не вимагають значних капіталовкладень для їх виконання. Вони можуть бути виконані з використанням наявних ресурсів та існуючого обладнання. Ці процеси традиційно не потребують значних фінансових вкладень або можуть бути виконані з мінімальними витратами. Вони можуть включати рутинні операції, обробку даних, розподіл продукції, адміністративні процедури та інші типи процесів, які можуть бути виконані без значних капітальних витрат.

Критичний огляд та аналіз таких літературних джерел, як [41-48]: дозволяє стверджувати, що, з позиції функціонального підходу, управління бізнес-процесами (англ. *Business Process Management, BPM*) - це конкретна функція системи менеджменту, яка реалізовується через загальні функції управління – планування, організування, мотивування, контролювання і регулювання. Управління бізнес-процесами орієнтоване на досягнення оперативних, тактичних та стратегічних цілей підприємства. Реалізація цих цілей вимагає, щоб управління бізнес-процесами супроводжувалось задоволенням потреб клієнтів, аналізом та моделюванням сценаріїв розвитку підприємства, визначенням ролей та відповідальностей, встановленням критеріїв вимірювання продуктивності та якості, застосуванням інноваційних засобів автоматизації, моніторингу та оптимізації процесів.

Попри це, ознайомлення із емпіричними даними низки підприємств, а саме ALFA Smart Agro, Caparol Ukraine, Delta Medical, ENSO, Glovo, Kernel, KNESS, LG Electronics, Mary Kay, L'Oréal, Recycling Solutions, SWEET.TV, Retal Ukraine, Visa Inc., YASNO, WOG, ABK КОНФЕКШІНЕРІ, Агропросперіс, Інтерпайп, ІТ-Інтегратор, Київстар, Метінвест Діджитал, Агрохолдинг МХП, Регіональна газова компанія (РГК), Укргазбанк показало, що в підприємницькому середовищі, як правило, виокремлюють такі компоненти управління бізнес-процесами:

1) моделювання процесів. Цей компонент включає розробку моделей бізнес-процесів, їх документування та візуалізацію. Він дозволяє визначити послідовність дій, ролі учасників та взаємозв'язки між етапами процесу;

2) аналіз та оптимізація. Цей компонент включає в себе аналіз поточних бізнес-процесів із виявлення проблем, неефективних або зайвих кроків. На основі аналізу розробляються рекомендації щодо вдосконалення процесів, впровадження нових методів або технологій;

3) автоматизація. Цей компонент забезпечує використання спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації виконання бізнес-процесів. Він дозволяє автоматично виконувати певні кроки процесу,

контролювати його виконання, збирати та аналізувати дані про продуктивність та результативність процесів;

4) моніторинг та контроль. Цей компонент включає в себе систему збору та аналізу даних про виконання бізнес-процесів. Через моніторинг можна отримати інформацію про стан процесів, виявити проблеми, відхилення від плану та переглянути відповідні заходи для їх вирішення;

5) управління змінами. Цей компонент забезпечує ефективне управління змінами в бізнес-процесах. Він включає в себе процес планування, впровадження та оцінки змін, комунікації та навчання співробітників для забезпечення успішного впровадження нових процесів і підтримки змін в організації;

6) інтеграція з іншими системами. Цей компонент забезпечує інтеграцію системи управління бізнес-процесами з іншими інформаційними системами, які використовуються в організації. Це можуть бути системи управління відносинами з клієнтами (CRM), системи управління виробництвом (MPS/APS), системи управління проектами тощо. Інтеграція дозволяє обмінюватися даними та забезпечує єдиний потік інформації між всіма системами;

7) управління якістю. Цей компонент включає в себе процеси та методики забезпечення якості виконання бізнес-процесів, наприклад, процедури контролю якості, використання стандартів, проведення аудитів та оцінка відповідності процесів встановленим вимогам і стандартам;

8) управління ризиками. Цей компонент включає в себе процес виявлення, аналізу та управління ризиками, пов'язаними з бізнес-процесами, зокрема, ризики, пов'язані зі змінами у зовнішньому середовищі, технологічні ризики, ризики безпеки, ризики фінансової стійкості тощо. Управління ризиками забезпечує ідентифікацію ризиків, їх оцінку, розробку стратегій мінімізації ризиків та контроль за їх виконанням;

9) досягнення безпеки. Цей компонент включає в себе заходи та політику, спрямовані на забезпечення безпеки бізнес-процесів і відповідність

вимогам безпеки даних, конфіденційності, цілісності та доступності інформації, а також такі аспекти, як захист від несанкціонованого доступу, кібербезпеку, резервне копіювання та відновлення даних;

10) стратегічне планування. Цей компонент включає розробку стратегічних цілей та планів управління бізнес-процесами з врахуванням стратегії організації та прийняття рішення, які бізнес-процеси необхідно розробити, оптимізувати або переглянути для досягнення стратегічних цілей. Стратегічне планування також включає в себе визначення ключових показників ефективності (KPI) для вимірювання досягнень та контролю ходу виконання стратегічних цілей.

На підставі вищенаведених компонентів, можна стверджувати, що на підприємствах досить розвинутими є конкретні функції менеджменту, тобто ті, в основі управління яких є конкретний об'єкт – зміни, якість, ризики тощо. Попри це, очевидно, що існуючі у бізнес-середовищі компоненти управління бізнес-процесами погано систематизовані і певною мірою хаотичні. Власне кажучи, усунення цих недоліків і є основним вектором розвитку систем управління бізнес-процесами.

У даному дослідженні одним із ключових завдань є ідентифікувати ознаки, які можуть засвідчувати, що управління бізнес-процесами розвивається¹. Опрацювання низки наукових праць [49-74] показало, що до ознак розвитку управління бізнес-процесами належить застосування:

- системного підходу (розвинута система управління бізнес-процесами базується на систематичному підході до аналізу, моделювання, вдосконалення та моніторингу процесів. Це означає, що підходи до процесів управління остаточно пророблені, мають стандартні методики та набір інструментів);

¹ Розвиток - це процес збільшення, розширення та збагачення чого-небудь, включаючи ріст, прогрес, еволюцію, зміну або покращення, яке відбувається з плином часу.

- сучасних технологій управління бізнес-процесами (розвиток управління бізнес-процесами з використанням сучасних технологій для автоматизації та оптимізації процесів. Це може включати в себе використання спеціалізованих програмних засобів для моделювання, моніторингу та аналізу процесів, системи управління робочими потоками (системи управління робочими процесами), інтеграцію з іншими ІТ-системами тощо);
- заходів, спрямованих на перманентне вдосконалення (розвинута система управління бізнес-процесами має постійний фокус на вдосконаленні процесів. Це означає, що в організації існує культура постійного навчання, аналізу та впровадження нових підходів, ідей та технологій для підвищення ефективності та якості процесів).

Ознакою розвитку управління бізнес-процесами є також орієнтація на результат. Розвинена система управління бізнес-процесами має чітку орієнтацію на досягнення конкретних результатів та цілей. Вона фокусується на досягненні метрики ефективності, якості, часу та вартості, а також на задоволенні потреб клієнтів і підвищенні конкурентоспроможності організації.

Отож, розвиток управління бізнес-процесами – це процес постійного вдосконалення та розширення підходів, методів, інструментів та практик, що використовуються для управління бізнес-процесами в організації з метою оптимального досягнення встановлених цілей. Це означає стратегічне та систематичне розширення знань, навичок та компетенцій у галузі управління бізнес-процесами задля досягнення вищого рівня якості, ефективності та інноваційності процесів управління. Розвиток управління бізнес-процесами включає в себе постійне оновлення теоретичної бази, сучасний аналіз тенденцій та передових практик, впровадження нових інструментів та технологій, а також набуття досвіду і навичок у реалізації вдосконалення та ініціації змін в організаційних процесах. Він спрямований на постійне підвищення ефективності та результативності організації, створення умов для

інноваційного та стратегічного розвитку, а також забезпечення здатності організації адаптуватися до змін у конкурентному середовищі. Розвиток управління бізнес-процесами забезпечує оптимізацію використання ресурсів, інтеграцію технологій та інновацій, розбудову культури організації, активне залучення співробітників до участі в управлінських процесах та постійне вдосконалення їх навичок та компетенцій тощо. Це дозволяє організації стати більш гнучкою, конкурентоспроможною та здатною швидко реагувати на зміни, забезпечуючи стійкість успіху та розвиток на довгострокову перспективу.

1.2. Застосування імітаційного моделювання як інструменту розвитку управління бізнес-процесами підприємства

Ефективним інструментом аналізу та оптимізації бізнес-процесів є імітаційне моделювання. Імітаційне моделювання є методом дослідження складних систем шляхом побудови їхніх моделей та проведення експериментів для аналізу поведінки системи за різних умов. Сутність цього підходу полягає у створенні віртуального аналога реальної системи, який дає змогу відтворювати її динаміку з урахуванням стохастичних факторів, взаємодії елементів та впливу зовнішніх змінних. Особливість імітаційного моделювання полягає в тому, що воно дозволяє працювати з системами, які не піддаються точному аналітичному або математичному опису через їхню складність, невизначеність та нелінійність процесів.

На відміну від аналітичного моделювання, яке базується на застосуванні чітко визначених математичних формул та рівнянь, імітаційне моделювання дозволяє відтворювати складні реальні процеси без потреби у строгих аналітичних залежностях. Аналітичні моделі часто будуються на припущеннях про лінійність, рівноважний стан системи або ідеалізовані параметри, що не завжди відповідає реальним умовам. Це обмежує їхнє

застосування для дослідження динамічних і стохастичних процесів, які змінюються під впливом випадкових факторів.

Математичне моделювання також передбачає формалізоване представлення системи за допомогою рівнянь, функцій та алгоритмів, що описують її поведінку. Основна відмінність від імітаційного моделювання полягає в тому, що математичні моделі потребують точного визначення всіх параметрів та функціональних залежностей, тоді як імітаційне моделювання дозволяє використовувати емпіричні дані, сценарний аналіз і логіку прийняття рішень, що ґрунтується на поведінкових моделях.

Перевага імітаційного моделювання для розвитку управління бізнес-процесами полягає у можливості аналізувати складні системи, що взаємодіють у реальному часі, без необхідності спрощення їхньої структури. Цей підхід дає змогу моделювати вплив різних управлінських рішень у безпечному віртуальному середовищі, що мінімізує ризики та витрати, пов'язані з реальними експериментами. Крім того, імітаційні моделі можуть враховувати випадковість і невизначеність, що є ключовими факторами в сучасних економічних системах.

Ще одним важливим аргументом на користь імітаційного моделювання є його гнучкість у розробці стратегій оптимізації бізнес-процесів. На відміну від аналітичного моделювання, яке часто дає лише статичний результат для певного набору параметрів, імітаційні моделі дозволяють проводити експерименти у змінних умовах і тестувати альтернативні сценарії розвитку подій. Це особливо важливо для адаптації бізнес-стратегій у динамічному ринковому середовищі.

Таким чином, імітаційне моделювання є ефективним інструментом для аналізу складних бізнес-систем, прийняття рішень в умовах невизначеності та розробки оптимальних управлінських стратегій. Його застосування дозволяє підприємствам підвищувати ефективність операційної діяльності, прогнозувати наслідки впровадження інновацій та знижувати ризики, пов'язані з впливом зовнішніх факторів.

Імітація, як спосіб розв'язання нетривіальних завдань, зародилася у зв'язку зі створенням ЕОМ у 1950-х – 1960-х роках і почала розвиватися як інструмент дослідження складних систем і процесів, що не піддаються формальному опису. За час свого існування імітаційне моделювання проникло в більшість галузей науки, серед яких вже традиційно на першому місці - економіка, екологія та військові галузі. Моделювання - це спосіб вирішення завдань, при використанні якого досліджувана система замінюється більш простим об'єктом, що описує реальну систему і називається моделлю. Проведення експериментів із справжніми системами потребує значних витрат і навряд чи можна здійснити на практиці. Більше того, у деяких випадках – це єдиний спосіб перевірки варіантів рішень, особливо при проведенні істотних змін у структурі економіки. Таким чином, імітаційне моделювання є єдиним способом дослідження систем без реальних експериментів.

Імітаційне моделювання – метод прикладного системного аналізу, який є потужним інструментом дослідження складних систем та процесів, у тому числі і таких, управління якими пов'язане з ухваленням рішень в умовах невизначеності. В порівнянні з іншими методами імітаційне моделювання дозволяє розглядати велике число альтернатив, покращувати якість управлінських рішень і точніше прогнозувати їх наслідки [74-75].

Даний метод у якості інструменту розвитку управління бізнес-процесами передбачає створення цифрової версії того чи іншого блоку процесів у спеціальному форматі, наприклад, система умовних позначень BPMN (Business Process Model and Notation, модель та нотація бізнес-процесів). Це дає змогу візуалізувати бізнес-процеси підприємства чи його секторів, взаємозв'язок із виконавчими ролями (посадами), відобразити різноманітні розгалуження процесів із залежністю від тих чи інших факторів.

Тобто, на перших етапах необхідно описати процеси, потім впровадити їх у роботу підприємства. На наступних етапах визначаються відповідальні за процеси і контроль правильності виконання тієї чи іншої дії, яку виконують

працівники або автоматичні системи, а також розробляються напрямки їх вдосконалення.

Під час застосування імітаційного моделювання можливі певні проблеми, пов'язані з автоматизацією бізнес-процесів, а саме: перешкоди у сприйнятті на початковому етапі впровадження автоматизації, також при розробці моделей бізнес-процесів можуть бути допущені помилки, які негативно позначаються на подальшому результаті. Ще одна проблема полягає у можливому повторенні помилок у випадку неякісної розробки моделі бізнес-процесів підприємства. До переліку основних факторів відноситься також реалізація технічної інтеграції між інформаційними системами.

Отже, розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання включає поєднання моделювання, автоматизації, виконання, контролю, вимірювання та оптимізації потоків бізнес-завдань, спрямованих на досягнення цілей організації з охопленням системи, співробітників, клієнтів та партнерів всередині організації та за її межами.

У процесі оптимізації бізнес-процесів на основі імітаційного моделювання відбувається удосконалення діяльності компанії, а також вибір шляху, рухаючись яким організація може швидше досягти своєї кінцевої мети. Таке вдосконалення може досягатися шляхом скорочення часу здійснення операцій, зниження собівартості товарів та послуг, підвищення якості продукції, посилення контролю за виробничими процесами, тощо. При оптимізації бізнес-процесів конкретного підприємства також багато залежить від поставлених керівником цілей та завдань.

До аналізу та оптимізації діяльності підприємства залучають вище керівництво організації або зовнішніх консультантів. Враховуючи, що об'єктом оптимізації може бути абсолютно будь-який параметр (оператори, які приймають дзвінки, кількість клієнтів, що обслуговуються, або вироблений продукт), то ідеї щодо поліпшення можуть бути абсолютно різні – від ліквідації відділу до впровадження нових технологій. Зрозуміти, яка ідея

найвигідніша, складно, але проводити експерименти на реальній компанії – надто дорого.

До основних методів імітаційного моделювання належать такі, як: аналітичний метод, метод статичного моделювання і комбінований (аналітико-статистичний) метод [75-76]. Аналітичний метод, у більшості випадків, використовується для імітації процесів для малих і простих систем, коли відсутній чинник випадковості. Метод статистичного моделювання спочатку розвивався як метод статистичних випробувань (Монте–Карло). Це чисельний метод, що полягає в здобутті оцінок імовірнісних характеристик, які співпадають з аналітичними завданнями (наприклад, з вирішенням і обчисленням визначеного інтеграла). Надалі цей метод став застосовуватися для імітації процесів, що відбуваються в системах, у середині яких є джерело випадковості, або які здатні до випадкових дій [77, С. 113–118]. Комбінований (аналітико-статистичний) метод дозволяє об'єднати переваги аналітичного і статистичного методів моделювання. Його доцільно застосовувати в тому разі, якщо модель складається з різних модулів, які являють собою набір статистичних та аналітичних моделей і взаємодіють як єдине ціле [75].

Проте використання основних методів імітаційного моделювання в практичному управлінні залишається на сьогодні не досить поширеним. Перш за все це пов'язано із складністю відповідного математичного апарату і необхідності обробки значних масивів даних. Для вирішення даної проблеми доцільним є використання методів комп'ютерного моделювання, під якими розуміють методи вирішення задачі аналізу або синтезу складної системи на основі використання її комп'ютерної моделі.

Суть комп'ютерного моделювання полягає в отриманні кількісних і якісних результатів. Якісні висновки, одержані за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність та ін. Кількісні висновки в основному носять характер прогнозу деяких майбутніх чи пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему [77, С.126-136].

Одним із видів комп'ютерного моделювання є імітаційне моделювання, яке ґрунтується на застосуванні логіко-математичної моделі складної системи і має такі відмінності:

1. Побудова імітаційної моделі вимагає великого обсягу детальної інформації про систему, включаючи різні логічні та кількісні співвідношення.

2. Вибір математичного апарату істотно позначається на самій імітаційній моделі і на виборі інструментальних засобів. Вибір складного математичного апарату або залучення великої кількості методів з різних розділів математики значно ускладнить завдання імітаційного моделювання.

3. При побудові моделі завжди доводиться вирішувати проблему вибору між складністю моделі та її точністю, зручністю використання та її універсальністю, оскільки ці критерії, як правило, суперечливі. Зокрема, складні моделі рідко вдається довести до етапу їх прикладного застосування, оскільки не всі константи рівнянь відомі або не всі залежності можуть бути представлені у вигляді співвідношень. З іншого боку, занадто проста модель не здатна враховувати ті чи інші особливості об'єкта чи середовища [78].

Підтримка прийняття рішень з допомогою побудови комп'ютерних моделей є важливим інструментом реалізації бізнес-процесів. Особливість сучасних умов господарської діяльності полягає в їх безперервній зміні. Очевидно, що досвід та інтуїція вже не можуть забезпечити прийняття вірних рішень в умовах функціонування підприємства, що постійно змінюються в багатокритеріальному середовищі. Деякими з найбільш поширених при реалізації бізнес-процесів проблем є:

- нездатність точно передбачити наслідки радикальних змін;
- складність структурованого та формалізованого опису існуючих бізнес-процесів;
- недостатня винахідливість при проектуванні та конструюванні бізнес-процесів;
- величина витрат на впровадження нових процесів і нездатність зрозуміти динамічну природу бізнес-процесів.

До імітаційної моделі пред'являється ряд вимог: вона повинна, наскільки можливо, відображати всі основні чинники та взаємозв'язки, що характеризують реальні ситуації, критерії та обмеження. Модель має бути досить універсальною, щоб описувати близькі за призначенням об'єкти, і водночас досить простою, щоб дозволяти виконувати необхідні дослідження з розумними витратами та вирішувати такі завдання:

- раціоналізація управлінських рішень за рахунок впровадження математичних методів обробки даних, застосування систем імітаційного моделювання та систем штучного інтелекту;
- створення сучасної динамічної організаційної структури, підвищення гнучкості та керованості підприємства;
- зниження адміністративних витрат;
- економія часу на планування діяльності та прийняття рішень;
- збільшення конкурентних переваг.

Сенс комп'ютерного моделювання полягає у тому, щоб отримати кількісні та якісні результати за наявними моделями. Висновки щодо якості, отримані в результаті аналізу, дають можливість виявити невідомі до цього властивості системи, що вивчається: стійкість, структуру, динаміку розвитку та інші. Ці висновки, загалом, мають прогностичний характер та пояснюють значення змінних, що характеризують досліджувану реальну систему.

Провідні компанії – розробники сучасних ERP-систем – активно пропонують рішення у сфері стратегічного управління, що базуються на використанні імітації. Наприклад, один із п'яти компонентів модуля Strategic Enterprise Management (SEM) – Business Planning and Simulation (BPS) – пов'язує стратегічне планування та моделювання з крос-функціональним плануванням підприємства. У США на роботи, пов'язані з імітаційним моделюванням, витрачаються десятки мільярдів доларів на рік. Наприклад, перша чинна комерційна імітаційна експертна система під назвою R1, розроблена на початку 80-х років компанією Digital Equipment Corporation (DEC), дозволяла економити до 40 млн. дол. на рік при проектуванні

комп'ютерних систем. До 1988 року компанія DEC розгорнула 40 експертних систем різного призначення. Компанія Du Pont застосовувала у своїй діяльності понад 100 систем, а досягнута економія становила близько 10 млн. дол. на рік. Майже у кожній великій корпорації США сьогодні є власна група, що забезпечує експертну імітацію прийнятих рішень.

Керівник, який хоче досягти максимальної ефективності діяльності підприємства, зобов'язаний використовувати методи імітаційного моделювання, оскільки вони є одними з найбільш ефективних способів вивчення систем управління, що дозволяє належним чином оцінити їх функціонування. Розуміння певних принципів та можливостей такого моделювання стає обов'язковою вимогою в управлінні бізнес-процесами.

У даний час на ринку інформаційних технологій представлено широкий набір спеціалізованих систем імітаційного моделювання, зокрема, це такі програми, як AnyLogic, Process Charter, Statistica, Powersim, Pilgrim, Vensim та багато інших.

Таким чином, імітаційне моделювання – це метод дослідження, заснований на тому, що система, яка аналізується, замінюється моделлю, що імітує цю систему. Над моделлю проводять експерименти та, в результаті, отримують інформацію про реальну систему. Імітаційне моделювання виконання бізнес-процесів широко застосовується у проектах з реінжинірингу діяльності компаній, коли необхідно заздалегідь спрогнозувати результати.

Показники, які піддаються оптимізації, насамперед, це:

- витрати процесу;
- тривалість процесу;
- кількість послуг наданих клієнтам чи кількість виробленого продукту.

Незадовільні значення цих показників неминуче знижують ефективність процесу, що призводить до втрати коштів підприємства. Важливість розгляду з огляду на оптимізацію саме цих показників зумовлена тим, що висока вартість бізнес-процесу збільшує витрати компанії, тривале виконання

процесу збільшує ймовірність того, що його результат буде отримано невчасно і до цього часу продукт може бути нікому непотрібним тощо.

Метод імітаційного моделювання дозволяє оцінити час виконання процесу та час, що витрачається на затримки в ході виконання процесу, а також кількість продукту, який отримується за певний інтервал спостереження.

Для визначення вартості процесу спільно з імітаційним моделюванням доцільно проводити функціонально-вартісний аналіз (ФВА). ФВА - метод розрахунку собівартості продукту, який відрізняється від традиційного тим, що фокусується на підрахунку вартості процесів, необхідних для виробництва продукту або надання послуги, а не на поділі витрат на прямі та непрямі, а також групуванні цих витрат за статтями калькуляції. В основі ФВА лежить положення про те, що для виробництва продукту необхідно виконати низку процесів, на виконання яких витрачаються ресурси. Вартість бізнес-процесу розраховується шляхом перенесення вартості ресурсів на вартість кожного кроку процесу. Сума витрат виконання всіх кроків процесів становить собівартість продукції.

Проведення імітаційного моделювання передбачає здійснення чотирьох основних етапів:

- 1) побудова моделі одного чи кількох процесів, виконання яких необхідно оптимізувати;
- 2) запуск імітації виконання процесів моделі;
- 3) аналіз отриманих показників;
- 4) повторення п.1-3 для альтернативних сценаріїв виконання процесу та вибір найбільш оптимального.

Метод імітаційного моделювання дозволяє імітувати виконання процесу так, як би воно відбувалося насправді, але в режимі прискореного часу. Виконання бізнес-процесу чітко і швидко – рідкісне явище. Практично завжди виникають перерви та затримки, пов'язані з тим, що надходить пріоритетніше завдання, необхідні співробітники зайняті або вчасно не замовили

комплектуючі. Наприклад, менеджер з продажу відповідає клієнту на лист електронною поштою і тим часом надходить телефонний дзвінок. Менеджер відривається від роботи, відповідає на дзвінок і лише після цього повертається до написання листа. Або у процесі виробництва товару застосовуються товарно-матеріальні цінності (ТМЦ), які закупаються у постачальника. Якщо відділ закупівель пізно зробив замовлення або постачальник не забезпечив постачання ТМЦ у обіцяні терміни, виробництво продукту зупиниться та відновиться лише після надходження необхідної кількості ТМЦ.

При проведенні підготовки бізнес-процесу до проведення імітації необхідно насамперед виділити подію, яка є сигналом для початку виконання процесу, - стартова подія процесу. Наприклад, сигналом початку виконання процесу «Підготовка комерційної пропозиції» є подія «Від клієнта надійшов запит на комерційну пропозицію». Стартова подія може виникати з різною періодичністю, наприклад, дзвінки від клієнтів надходять кожні 10-20 хвилин, здійснювати планову перевірку працездатності обладнання необхідно один раз на 2-3 місяці, а нарада у директора проводиться щоп'ятниці і починається рівно о 9 ранку. Вочевидь, частина подій виникає у певні моменти часу, частина — через інтервали. Причому і час, і інтервал між повтореннями подій можуть бути випадковими величинами.

Також важливо встановити тривалість для кожного кроку процесу, яка може бути константою або випадковою величиною. Наприклад, тривалість кроку «Шліфування деталі», становить рівно 5 хвилин. Але якщо верстат здійснює крок за фіксований час, то, як тільки мова заходить про людей, не можна не враховувати, що люди мають складну і непередбачувану поведінку. На виконання, здавалося б, простого кроку «Внесення інформації про заявку клієнта до інформаційної системи» в одного виконавця може зайняти 5 хвилин, а в іншого — 20. Крім того, час виконання кроку може бути випадковою величиною з об'єктивних причин. Процес «Відповідь на дзвінок клієнта» може тривати від 1 до 30 хвилин, залежно від клієнта та мети його дзвінка.

При описі бізнес-процесу необхідно звертати увагу, що бізнес-процес не завжди є лінійною послідовністю кроків. Часто вибір наступного кроку залежить від низки умов, таких як «поточна дата», «кількість вже оброблених заготовок», або вибір подальшого кроку носить імовірнісний характер, наприклад, ймовірність того, що стандартний договір пройде процедуру узгодження клієнтом, становить 0.7, а ймовірність того, що клієнт надішле зауваження до тексту договору – 0.3.

Для того, щоб у результаті імітації оцінити вартість процесу, для кожного кроку необхідно задати перелік та вартість ресурсів, що використовуються під час його виконання. Усі ресурси залежно від логіки перенесення вартості на процес поділяються на дві групи: трудові та матеріальні. Трудові ресурси - це ресурси, вартість використання яких залежить від часу їх використання у процесі. Вартість одиниці матеріального ресурсу визначається як фіксоване значення. Ціна одиниці часу роботи трудового ресурсу може залежати від зміни, в яку використовується трудовий ресурс.

Якщо в процесі імітації стоїть завдання оптимізувати запаси товарно-матеріальних цінностей, то для процесів необхідно вказати як ресурси, так і продукти, що з'являються на складі у результаті їх виконання.

Спроектувавши та налаштувавши модель процесів, можна запускати імітацію. Оскільки часові параметри процесів та час виникнення подій – випадкові величини, один експеримент із моделлю дасть лише один варіант розвитку процесу. На основі множини повторів вимірювань можна отримати більш точні оцінки показників. Доцільно проводити імітацію за весь період, який цікавить аналітика, наприклад, за квартал.

Таким чином, у результаті проведення імітації отримуємо розподіл значень вартості та часу процесу, причому не тільки корисного часу виконання процесу, а й часу, витраченого на очікування необхідної кількості чи доступності матеріальних чи тимчасових ресурсів.

Механізм імітаційного моделювання може дати цікаву інформацію не тільки про виконання бізнес-процесів, оскільки він також імітує роботу трудових ресурсів та виробництво і споживання матеріальних. В результаті можна:

- ідентифікувати «вузькі місця» трудових ресурсів – перевантажені ресурси, для яких постійно утворюється черга завдань (кроків процесів), у результаті вони затримують виконання всіх інших процесів;
- виявити трудові ресурси з низьким завантаженням;
- проаналізувати виробництво та споживання матеріальних ресурсів та визначити, чи виникає проблема дефіциту чи надвиробництва ресурсів. Дефіцит призводить до збільшення часу виконання процесу, а надвиробництво або закупівля ресурсів у кількості, що перевищує потреби, призводять до додаткових витрат на запаси.

Якщо в результаті аналізу отримані значення показників процесу виявилися незадовільними, модель можна змінити відповідно до наступної ідеї оптимізації і провести імітацію знову. За результатами всіх експериментів можна вибрати варіант із найбільш оптимальними значеннями показників. При цьому проведення експериментів не зупиняє роботу всього підприємства і не порушує виконання операцій.

Метод імітаційного моделювання також використовується, якщо необхідно спроектувати новий бізнес. Такий інструмент дає відповіді на питання, якою має бути організаційна структура цього бізнесу, як часто мають виконуватися процеси, яка тривалість та вартість процесів є оптимальною. Відповіді на ці та інші запитання керівництво отримує до того, як компанія почне працювати і з'ясує, що трудові ресурси перевантажені, а матеріальних – постійно не вистачає. Звичайно, можна спочатку створити компанію, організувати її діяльність без чітко визначеної системної моделі, покладаючись на стихійний розвиток процесів, переконатися, що спроба виявилася невдалою, і лише потім розпочати вирішення завдання оптимізації діяльності. Але якщо спроектувати правильний бізнес, що ефективно працює

відразу, багато проблем просто не виникнуть, що заощадить цінний час, який можна буде витратити на розвиток молодій компанії.

Нарівні з багатьма перевагами методу імітаційного моделювання процесів існує і низка недоліків. Не можна не відзначити той факт, що для отримання валідних результатів необхідна робота щодо визначення законів розподілу випадкових величин та уважна робота щодо внесення всіх даних для проведення імітації. Крім того, саме по собі імітаційне моделювання не дає відповідей на питання, чи ефективно працює система, чи є показники оптимальними і як перебудувати бізнес-процес. Але тільки за допомогою механізмів імітаційного моделювання та функціонально-вартісного аналізу бізнес-аналітик може швидко отримати та обробити ту цінну інформацію, яка необхідна керівнику для прийняття важливих управлінських рішень.

1.3. Принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання

Узгальнення огляду наукової літератури, зокрема праць [7-12; 22; 24-27; 31; 35; 37-41; 52-59; 60; 63; 71; 78-138; 217; 227-228; 230], а також емпіричних даних низки підприємств, які застосовують імітаційне моделювання дозволили виокремити принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання, зокрема йдеться про такі принципи, як:

1. Принцип системного підходу. Розвиток управління бізнес-процесами потребує розуміння системної природи бізнес-процесів. Це означає, що аналіз та моделювання всіх складових системи управління, включаючи взаємозв'язки та вплив різних факторів. Системний підхід передбачає розгляд окремих бізнес-процесів як складових елементів однієї системи, де кожен елемент взаємодіє з іншими, впливаючи на їхню роботу та результати. Наприклад, у процесі виробництва товарів системними елементами можуть бути бізнес-процеси постачання, виробництва, логістики, маркетингу тощо. Кожен з цих бізнес-процесів має свої функції та впливає на роботу і результати інших

бізнес-процесів. Застосування системного підходу вимагає врахування взаємозв'язків та впливу різних факторів на бізнес-процеси. Наприклад, зміни в ринкових умовах, технологіях або попиті. Важливо аналізувати ці впливи та розробляти стратегії, які забезпечують адаптацію та оптимальність функціонування процесів відповідно до ідентифікованих змін.

Таким чином, застосування принципу системного підходу в розвитку управління бізнес-процесами дозволяє отримати глибше розуміння процесів, ідентифікувати слабкі місця та можливості для покращення, розробити стратегію і тактику з урахуванням впливу різних факторів та досягти більшої ефективності і результативності бізнес-процесів.

2. Принцип аналізу та моделювання. Розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання вимагає проведення ретельного аналізу сильних і слабких сторін підприємства, ідентифікації можливих ризиків та моделювання результатів управління цими ризиками. Аналіз бізнес-процесів дозволяє покроково з'ясувати, як вони відбуваються, які ресурси при цьому використовуються, які значення ключових показників продуктивності та ефективності досягаються внаслідок цих процесів. Наприклад, при аналізі виробничих бізнес-процесів можна виявити, що певний етап триває занадто довго або з низькою якістю виготовлених продуктів. Це уможливорює ідентифікування слабких місць бізнес-процесів та пошук шляхів для їх усунення. Моделювання бізнес-процесів дозволяє створити віртуальну копію реальних процесів за допомогою імітаційних моделей. Наприклад, можна створити модель, що відображає логістику постачання в організації та моделює рух товарів від постачальника до клієнта. Це дозволяє визначити можливі затори, зайві запаси або недоліки в бізнес-процесах та провести експерименти з певними рішеннями для вибору найбільш оптимального з них. Аналіз та моделювання також допомагають ідентифікувати загрози реалізації виникнення ризиків, наприклад, зміни в економічних умовах або непередбачені події, які можуть вплинути на бізнес-процеси. Це дозволяє

розробити стратегії мінімізації ризиків та спланувати надійні резервні варіанти зниження або їх уникнення.

3. Принцип оптимізації та пошуку ефективних рішень. Це один із головних принципів розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Його сутність полягає у необхідності досягнення оптимальних результатів управління шляхом пошуку та впровадження ефективних рішень щодо планування та організування бізнес-процесів, мотивування працівників підприємства до своєчасного і якісного виконання операцій, передбачених бізнес-процесом, контролювання і регулювання параметрів, які засвідчують факт розвитку управління бізнес-процесами. Імітаційне моделювання дозволяє відтворити різні сценарії управління бізнес-процесами та оцінити їх ефективність на етапі розроблення альтернативних управлінських рішень і вибору найкращого з них.

Врахування принципу оптимізації та пошуку ефективних рішень є важливою складовою розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Імітаційне моделювання дозволяє створювати віртуальні моделі, які відображають реальні бізнес-процеси. Це уможливорює проводити експерименти з іншими варіантами розвитку та оцінювати їх ефективність у контрольованому середовищі. Наприклад, при впровадженні нового логістичного процесу в компанії можна створити імітаційну модель, де розглядаються фактори, такі як час доставки, використання ресурсів та планування маршрутів. Шляхом моделювання різних сценаріїв можна знайти оптимальний варіант, який забезпечує мінімізацію часу та витрат.

Імітаційне моделювання дає можливість експериментувати з різними сценаріями та варіантами розвитку бізнес-процесів. Наприклад, при моделюванні логістичного ланцюжка можна варіювати такі параметри, як кількість ресурсів, маршрутизація, терміни поставок тощо, щоб знайти оптимальний варіант, який забезпечує максимальну ефективність та задоволення потреб клієнтів. Аналіз результатів моделювання дає можливість ідентифікувати переваги та недоліки різних варіантів розвитку управління

бізнес-процесами. Наприклад, шляхом порівняння різних стратегій маркетингу можна виявити, яка з них найбільш ефективна для певної специфіки бізнесу та цільової аудиторії. Це дозволяє зосередити зусилля на найбільш перспективних напрямках та уникнути невдач. Принцип оптимізації та пошуку ефективних рішень забезпечує постійне покращення управління бізнес-процесами та адаптуватись до змінних умов. Це може включати в себе впровадження нових технологій, оптимізацію використання ресурсів, удосконалення процедур та інших заходів, спрямованих на забезпечення оптимальної функції.

4. Принцип неперервного вдосконалення. Розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання забезпечує постійне вдосконалення процесів. Він націлений на раціоналізацію управління шляхом використання таких можливостей, як: аналіз середовища, виявлення резервів удосконалення бізнес-процесів, реалізація змін для досягнення більшої ефективності управління. На основі даних, отриманих з імітаційних моделей, можна застосувати проблемні зони, де мають місце затримки, невикористані можливості або недостатня ефективність. Ідентифікація можливостей для покращення управління бізнес-процесами дозволяє генерувати варіанти рішень для вдосконалення бізнес-процесів, наприклад, шляхом моделювання різних сценаріїв розміщення товарів на полицях можна застосувати оптимальний спосіб організації продукту для зручності клієнтів та максимізації продажів.

5. Принцип гнучкості. Розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання вимагає гнучкості та адаптивності до змін. Оскільки бізнес-процеси можуть коригуватись у зв'язку зі змінами в середовищі, ринкових умовах або стратегічних цілях організації, важливо мати можливість швидко модифікувати та застосовувати бізнес-процеси. Імітаційне моделювання дозволяє перевірити ефективність нових рішень та змін у бізнес-процесах перед їх фактичним впровадженням. Досягнення гнучкості в управлінні бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання

означає забезпечення здатності організації адаптуватися та реагувати на зміни в навколишньому середовищі. У зв'язку зі змінами в ринкових умовах, стратегічних цілях або технологіях, бізнес-процеси можуть потребувати модифікацій для забезпечення оптимальної ефективності та конкурентоспроможності організації. Як зазначалося раніше, імітаційне моделювання дозволяє перевірити ефективність нових рішень та змін у бізнес-процесах перед їх фактичним впровадженням. Наприклад, якщо організація планує змінити стратегію виробництва, можна створити імітаційну модель, яка відтворює різні сценарії змін та оцінює їх вплив на ефективність та ризики. Таким чином, організація може зробити обґрунтоване рішення щодо вибору найкращої стратегії та уникнути непередбачуваних проблем під час реального впровадження обраної стратегії. Гнучкість управління бізнес-процесами також може виявлятися в здатності швидко реагувати на зміни вимог клієнтів. Наприклад, у сфері послуг ймовірною є поява нових потреб клієнтів або їхніх очікувань від сервісу. Застосовуючи імітаційне моделювання, організація може експериментувати з різними сценаріями обслуговування, змінюючи пріоритети, розміщення продуктів або розподіл ресурсів. Це дозволяє організації відповідати на змінні потреби своїх клієнтів, забезпечуючи їм більш персоналізоване обслуговування. Принцип гнучкості управління бізнес-процесами також проявляється у здатності ефективно реагувати на непередбачені ситуації, зокрема виникнення кризових ситуацій, зміну регуляторних вимог або несподіваних ринкових тенденцій. Організація може швидко створити імітаційні моделі для оцінки можливих сценаріїв та прийняття відповідних рішень для забезпечення виживання та успіху.

Таким чином, принцип гнучкості на основі імітаційного моделювання забезпечує здатність організації до адаптації, швидкого реагування та вдосконалення. Це дозволяє досягти вищого рівня конкурентоспроможності, задовольнити потреби клієнтів та прогнозувати вплив змін на результативність бізнес-процесів. Принцип гнучкості стимулює організацію

до постійного удосконалення управління та інновацій, що сприяє здатності до ефективного функціонування та успіху на ринках.

6. Принцип залучення зацікавлених сторін до управління бізнес-процесами. Сутність цього принципу полягає у необхідності налагодження взаємодії керівництва організації із співробітниками, клієнтами, постачальниками та іншими учасниками бізнес-процесів. Тісна взаємодія зацікавлених сторін орієнтована на потреби кожного із стейкхолдерів, їхні очікування, узгодження бачень кожного стейкхолдера щодо шляхів реалізації спільних цілей. Це сприяє створенню більшої прозорості та умов, при яких кожна сторона може внести свій внесок у реалізацію бізнес-цілей і впливати на прийняття рішення. Наприклад, при впровадженні нового бізнес-процесу в організації, залучення до співпраці стейкхолдерів може включати проведення консультацій із співробітниками, їх участь у тестуванні та оцінці пропозицій, участь клієнтів у фідбеку, проведення консультацій із співробітниками, організація робочих груп або взаємодія з партнерами та постачальниками. Клієнти можуть брати участь у фокус-групах або заповнювати анкети, щоб висловити свої потреби та думки. Як наслідок, це сприятиме створенню взаєморозуміння між зацікавленими сторонами, покращенню комунікації та прийняттю більш обґрунтованих та збалансованих рішень. Цей принцип базується на розумінні, що кожна сторона має свої унікальні потреби, очікування та цілі, та їх врахування в управлінні бізнес-процесами сприяє створенню більш комплексного та гармонійного підходу до управління бізнес-процесами. Залучення зацікавлених сторін до управління бізнес-процесами дозволяє отримати різноманітність поглядів, досвіду та знань кожної сторони, що сприяє знаходженню найкращих рішень і досягненню спільних цілей. Принцип залучення зацікавлених сторін сприяє виникненню партнерських відносини з постачальниками та іншими бізнес-партнерами. Взаємодія та обмін інформацією між іншими організаціями допомагають знайти спільні рішення, підвищити ефективність ланцюжка постачання та забезпечити високу якість продукції або послуг.

Таким чином, принцип залучення зацікавлених сторін до управління бізнес-процесами є необхідним елементом розвитку управління як такого. Він сприяє впровадженню інноваційних рішень, покращує взаємодію між усіма учасниками та сприяє досягненню успіху організації в динамічному бізнес-середовищі.

7. Принцип перманентного моніторингу. У даному випадку йдеться про моніторинг, який включає вимірювання та оцінку показників продуктивності, ідентифікацію рівня реалізації встановлених цілей, ідентифікування факторів, які слід врахувати під час прийняття коригувальних рішень. Завдяки перманентному моніторингу можна виявити проблеми та недоліки в управлінні бізнес-процесами, що сприяє своєчасному втручання в управління та успішному його розвитку. Принцип перманентного моніторингу дозволяє оцінити ефективність бізнес-процесів шляхом вимірювання різних показників, таких як тривалість бізнес-процесів, обсяг ресурсів, які використовуються під час протікання бізнес-процесів, якість управління бізнес-процесами і рівень задоволення споживачів, клієнтів підприємства. Наприклад, виробнича компанія може контролювати час виробництва одиниці товару, кількість бракованих виробів та рівень клієнтського задоволення. На основі моніторингу цих показників можливим є ідентифікувати проблеми управління бізнес-процесами та вжити заходи для їх вирішення.

Таким чином, принцип перманентного моніторингу забезпечує систематичний аналіз та оцінку продуктивності бізнес-процесів, виявлення проблем та недоліків управління бізнес-процесами, а його результати є підставою для остаточного прийняття коригувальних управлінських рішень. Це дозволяє досягти ефективності, якості та успіху в розвитку управління бізнес-процесів на основі імітаційного моделювання.

8. Принцип комунікування і взаємодії. Цей принцип передбачає обмін інформацією, ідеями та знаннями між усіма відділами, командами та іншими зацікавленими сторонами. Ефективна комунікація забезпечує швидке прийняття рішень та впровадження змін, а також сприяє покращенню

досягнення спільних цілей та отриманню синергійних ефектів. Принцип комунікування та взаємодії є основоположним в розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Його сутність полягає в активній комунікації та співпраці між учасниками бізнес-процесів шляхом забезпечення обміну інформацією, ідеями та знаннями між усіма зацікавленими сторонами. Ефективна комунікація включає в себе передачу інформації всередині організації та зв'язок із зовнішнім середовищем задля сприяння взаєморозумінню та спільному вирішенню проблем, що виникли. Наприклад, команда проєкту може використовувати комунікаційні засоби, такі як зустрічі, електронну пошту або веб-конференції, для обміну інформацією, висловлення ідей та отримання зворотного зв'язку. Принцип комунікування та взаємодії стимулює колективну творчість, інновації та удосконалення управління бізнес-процесами. Активне комунікування сприяє взаєморозумінню і покращенню співпраці між командами та зацікавленими сторонами, а також акумулюванню різних поглядів та досвіду, що допомагає в розробці інноваційних рішень та покращенню бізнес-процесів. Крім того, комунікування з клієнтами та постачальниками також сприяє налагодженню довгострокових та взаємовигідних відносин.

Отже, принцип комунікування та співпраці є необхідними для створення сприятливого середовища для успішного розвитку управління бізнес-процесами організації на основі імітаційного моделювання. Цей принцип забезпечує ефективний потік інформації, сприяє вирішенню проблем, активізуванню інновацій та прискоренню реалізації спільних цілей.

9. Принцип навчання та розвитку. Розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання забезпечує постійне навчання та розвиток учасників бізнес-процесів. Врахування цього принципу надає можливості бізнесу для отримання нових знань, навичок та компетенцій, які підтримують ефективне управління розвитком-процесів. Навчання може включати проведення тренінгів, семінарів, навчальних курсів, а також обмін досвідом та передачу знань між колегами. Інтелектуальний розвиток

учасників бізнес-процесів допомагає підвищити їхню кваліфікацію та впроваджувати нові ідеї та підходи у розвиток бізнес-процесів. Практична реалізація даного принципу передбачає обмін досвідом та передачу знань між колегами, реалізацію менторських програм або впровадженням системи навчання на робочому місці. Наприклад, залучення експертів з імітаційного моделювання може сприяти розвитку навичок учасників з розвитку управління бізнес-процесами та сприяти впровадженню нових ідей та підходів. Принцип навчання та розвитку дозволяє організації стежити за останніми трендами, адаптуватися до змін та впроваджувати інноваційні підходи. Навчання та розвиток учасників процесу впливають на їхню ефективність, здатність приймати обґрунтоване рішення та розв'язувати складні завдання. Посилення своїх знань і навичок у сфері імітаційного моделювання дозволяє краще розуміти процеси, виявляти проблеми управління бізнес-процесами та шукати оптимальні шляхи їхнього розв'язання. Наприклад, компанія може надавати співробітникам можливість проходити спеціалізовані курси з імітаційного моделювання, де вони володіють необхідними навичками і техніками. У результаті цього навчання співробітники створюють більш точні та реалістичні моделі бізнес-процесів, аналізують їх ефективність та приймають більш обґрунтовані рішення. Лідери, які постійно розвиваються та отримують нові знання, можуть своєчасно виявляти резерви для оптимізації бізнес-процесів, впровадження нових технологій та підвищення продуктивності. Вони можуть створити мотиваційну атмосферу, що сприяє навчанню та розвитку всіх учасників бізнес-процесів.

Загалом, виокремлені принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання сприяють досягненню ефективності управління, забезпеченню його оптимальності та гнучкості, а також постійному вдосконаленню суб'єктів управління та всіх стейкхолдерів даного процесу.

Висновки до першого розділу

1. Обґрунтовано, що поняття «бізнес-процес» є широко вживаним у вітчизняній і зарубіжній науковій літературі. В основному це поняття трактують з позиції процесного і системного наукових підходів. Вибір підходу до трактування поняття «бізнес-процес» залежить від дослідницьких цілей. Попри це, незважаючи на обраний підхід, однією з його сутнісних ознак є наявність у підприємства певних бізнес-цілей. Враховуючи це, доведено, що під бізнес-процесом слід розуміти систему взаємопов'язаних компонентів підприємства, які, взаємодіючи, передбачають реалізацію низки послідовних операцій, внаслідок яких відбувається досягнення встановлених підприємством бізнес-цілей. Обґрунтовано, що з позиції інформаційно-аналітичних потреб суб'єктів управління, бізнес-процеси доцільно класифікувати *за змістовою ознакою*: виробничі, маркетингові, фінансові, бізнес-процеси постачання, інноваційні, бізнес-процеси управління персоналом, бізнес-процеси дослідження клієнтів та взаємодії з ними; *за ознакою характеру*: ядрові (основні), підтримуючі і управлінські бізнес-процеси; *за ознакою рівня інформатизації*: ручні, напівавтоматизовані, автоматизовані і цифрові бізнес-процеси; *за ознакою рівня інтелектуаломісткості*: рутинні, комбіновані та інтелектуальні бізнес-процеси; *за ознакою рівня капіталомісткості*: бізнес-процеси високого, середнього і низького рівня капіталомісткості.

Аргументовано, що до ознак розвитку управління бізнес-процесами належить застосування: системного підходу; сучасних технологій управління бізнес-процесами; заходів, спрямованих на перманентне вдосконалення. Виявлено і те, що ознакою розвитку управління бізнес-процесами є також орієнтація на результат. Розвинена система управління бізнес-процесами має чітку орієнтацію на досягнення конкретних результатів (цілей). Отже, розвиток управління бізнес-процесами – це процес постійного вдосконалення та розширення підходів, методів, інструментів та практик, що

використовуються для управління бізнес-процесами в організації з метою оптимального досягнення встановлених цілей.

2. Аргументовано, що ефективним інструментом аналізу та оптимізації бізнес-процесів є імітаційне моделювання. Імітаційне моделювання, у якості інструменту розвитку управління бізнес-процесами передбачає створення цифрової версії того чи іншого блоку процесів у спеціальному форматі. Доведено, що розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання включає поєднання моделювання, автоматизацію, виконання, контроль, вимірювання та оптимізацію потоків бізнес-завдань, спрямованих на досягнення цілей організації. Обґрунтовано, що у процесі оптимізації бізнес-процесів на основі імітаційного моделювання відбувається удосконалення діяльності компанії, а також вибір шляху, рухаючись яким організація може швидше досягти своєї кінцевої мети. Підтримка прийняття рішень з допомогою побудови комп'ютерних моделей є важливим інструментом реалізації бізнес-процесів. Особливістю сучасного світу є безперервність змін умов господарської діяльності. Доведено, що сьогодні до імітаційних моделей висувається низка вимог, а саме вони повинні максимально відображати всі основні чинники та взаємозв'язки, що характеризують реальні ситуації, критерії та обмеження. Моделі мають бути досить універсальними, щоб описувати близькі за призначенням об'єкти, і водночас досить простими у використанні.

3. Обґрунтовано, що розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання необхідно здійснювати на основі врахування низки принципів – системного підходу, аналізу та моделювання, оптимізації та пошуку ефективних рішень, неперервного вдосконалення, гнучкості, залучення зацікавлених сторін до управління бізнес-процесами, перманентного моніторингу, комунікування і взаємодії, навчання та розвитку. Неперервне вдосконалення забезпечує основу для аналізу та оптимізації процесів, гнучкість дозволяє адаптуватися до змін, залучати стейкхолдерів до спільного прийняття рішень, перманентний моніторинг сприяє виявленню

проблеми, а навчання та розвиток підвищують кваліфікацію суб'єктів управління та сприяють впровадженню креативних ідей. Цей комплексний підхід дозволяє створювати ефективну та конкурентоспроможну організацію. Доведено, що ці принципи взаємодіють та доповнюють один одного, створюючи основу для досягнення успіху та стійкого розвитку управління бізнес-процесами організації. Їхнє впровадження вимагає від управлінців стратегічного бачення розвитку підприємства, реалістичного встановлення цілей та перманентного моніторингу.

Основні положення дисертації, які викладено у першому розділі та є предметом наукової новизни виконаного дослідження, опубліковано в таких друкованих працях автора (Свірський, Ю.В., 2023а; Свірський, Ю.В., 2023b; Русин-Гриник, Р.Р., Косарєв, М.Ю. та Свірський, Ю.В., 2023; Свірський, Ю.В., 2024а; Свірський, Ю.В., 2023с; Свірський, Ю.В., 2023d; Свірський, Ю.В., 2023 е; Свірський, Ю.В., 2024b).

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Аналізування імітаційних моделей, які застосовуються в управлінні бізнес-процесами

У науковій літературі, яка присвячена управлінню бізнес-процесами, зокрема, у працях [78-104; 217-233] досить багато уваги приділено імітаційним моделям. На основі критичного аналізу та систематизації позицій вищенаведених авторів виявлено, що в процесі управління бізнес-процесами імітаційні моделі використовують для аналізу та прогнозування різних аспектів діяльності підприємства. Ось кілька прикладів імітаційних моделей, які найбільш широко описані науковцями:

1. Моделі структури підприємства. Ці моделі допомагають аналізувати організаційну структуру підприємства, включаючи розподіл ресурсів, ієрархію та комунікаційні потоки. Вони можуть оцінити вплив змін у структурі на продуктивність праці та інші показники.
2. Моделі ланцюга постачання. Ці моделі дозволяють симулювати різні сценарії управління ланцюгом постачання, включаючи запаси, виробництво, транспортування та доставку. Вони допомагають визначити оптимальні стратегії управління запасами, мінімізувати витрати, а також забезпечити надійність постачання.
3. Моделі ринкової конкуренції. Ці моделі дозволяють досліджувати вплив різних стратегій конкуренції, таких як ціноутворення, маркетингові дії тощо. Вони допомагають прогнозувати реакцію конкурентів та оцінювати результати застосування різних стратегій.
4. Моделі фінансових-ризиків. Ці моделі допомагають аналізувати ризики, пов'язані з фінансовою діяльністю підприємства, зокрема, щодо інвестування, кредитування та страхування. Вони можуть оцінити вплив

- різних факторів на фінансові показники та розрахувати ймовірність втрат.
5. Моделі оптимізації процесів. Ці моделі допомагають знайти оптимальні рішення для різних бізнес-процесів, таких як виробництво, розподіл ресурсів, розподіл завдань тощо. З їхньою допомогою можна оптимізувати витрати, здійснювати пошук резервів підвищення продуктивності праці тощо.
 6. Моделі прогнозування попиту. Ці моделі призначені для прогнозування попиту на товари або послуги на основі різних факторів, таких як реклама, ціноутворення, погодні умови та інші чинники. Вони допомагають планувати виробничий процес, обсяг запасів, уникати факторів, які спричиняють брак виробництва, виникнення надлишків товарів.
 7. Моделі управління проектами. Ці моделі допомагають налаштувати оптимальний графік постачання ресурсів для виконання проекту, а також аналізувати вплив змін на графік, розподіляти черговість реалізації завдань, встановлювати термін закупівлі ресурсів на період реалізації проекту.
 8. Моделі прийняття рішень. Ці моделі використовуються для аналізу різних альтернатив та вибору оптимального рішення в умовах невизначеності. Вони допомагають оцінити ризики, вигоди та можливі наслідки різних варіантів рішень.
 9. Моделі поведінки клієнта. Ці моделі дозволяють досліджувати поведінку клієнтів, споживчі уподобання та реакцію на різні маркетингові стратегії, а також допомагають ідентифікувати сегменти ринків, прогнозувати зміни запитів споживачів та розробляти персоналізовані маркетингові кампанії.
 10. Моделі розробки продукту. Ці моделі використовуються для моделювання процесу розробки нового товару чи послуги або вдосконалення існуючих продуктів компанії. Вони допомагають

оцінити вплив різних факторів, таких як дизайн, технічні характеристики та витрати, на успішність та прибутковість продукту.

11. Моделі розподілу ресурсів. Ці моделі допомагають налаштувати розподіл ресурсів, таких як робоча сила, обладнання, матеріали та інше для досягнення оптимальних результатів.
12. Моделі планування маркетингу. Ці моделі допомагають планувати та оптимізувати маркетингові кампанії. Вони дозволяють аналізувати ефективність рекламних стратегій, каналів розповсюдження, ціноутворення та інших маркетингових факторів.
13. Моделі управління відносинами з клієнтами. Ці моделі допомагають підприємствам краще розуміти своїх клієнтів та взаємодіяти з ними. Вони враховують дані про покупки, попередні взаємодії, прогнозують вплив різних дій на лояльність клієнта та тривалість співпраці.
14. Моделі ризик-аналізу. Ці моделі дозволяють ідентифікувати та оцінювати ризики, пов'язані з діяльністю підприємства. Вони враховують технологічні, правові та інші фактори, що впливають на успішність реалізації бізнес-процесів.
15. Моделі управління взаємодією зі споживачами. Ці моделі допомагають створити оптимальну стратегію взаємодії зі споживачами, включаючи обслуговування клієнтів, пошук шляхів розв'язання проблем, розвиток комунікацій та побудову раціональних відносин.

Ці імітаційні моделі використовуються в управлінні бізнес-процесами, зокрема, для вибору оптимальних рішень, прогнозування результатів та зменшення ризиків. Вони застосовуються для проведення експериментів та аналізування різних віртуальних сценаріїв щодо підвищення ефективності та прибутковості функціонування підприємства.

Аналізування змістових характеристик вказаних імітаційних моделей показав, що вони мають як спільні, так і відмінні ознаки (табл. 2.1).

Розглянемо ці ознаки детальніше. Отже, розпочнемо зі спільних ознак імітаційних моделей:

Таблиця 2.1

Спільні та відмінні ознаки імітаційних моделей, призначених для управління
бізнес-процесами

Спільні ознаки	Відмінні ознаки
• використання математичних алгоритмів та комп'ютерного моделювання; • прогнозування та аналіз результатів; • оптимізація та планування; • врахування невизначеності та ризиків; • підтримка прийняття рішень	• сфера застосування; • джерела даних; • методи імітації

Примітка: побудовано дисертантом

Використання математичних алгоритмів та комп'ютерного моделювання. Усі імітаційні моделі базуються на математичних алгоритмах та комп'ютерному моделюванні реальних бізнес-процесів та сценаріїв.

1. Прогнозування та аналіз результатів. Усі імітаційні моделі допомагають прогнозувати результати та аналізувати вплив різних факторів на бізнес-показники, а також формувати обґрунтовані рішення та зменшити ризики.
2. Оптимізація та планування. Багато з цих імітаційних моделей спрямовані на оптимізацію та планування різних аспектів діяльності підприємства, таких як ланцюги постачання, розподіл ресурсів, маркетингові кампанії тощо.
3. Врахування невизначеності та ризиків. Усі імітаційні моделі враховують невизначеність та ризики, що є важливою характеристикою бізнес-середовища. Вони можуть оцінювати ризики та здійснювати пошук оптимальної стратегії прийняття рішень.
4. Підтримка прийняття рішень. Усі ці імітаційні моделі служать інструментами для прийняття обґрунтованих рішень у бізнесі,

забезпечують отримання аналітичних даних та прогнозів, що сприяє кращому розумінню ситуації та вибору оптимальних стратегій.

Ці спільні риси підкреслюють значення імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами як інструментів для аналізу, прогнозування та прийняття рішень з метою досягнення ефективності, прибутковості та успіху підприємства.

Щодо відмінних ознак, то до них, як показали проведені дослідження, належать:

1. Сфера застосування. Кожна з проаналізованих імітаційних моделей призначена для вирішення конкретних завдань, пов'язаних з певними бізнес-процесами. Наприклад, моделі прогнозування попиту спрямовані на прогнозування попиту на продукти, тоді як моделі ризик-аналізу фокусуються на оцінці ризиків. Вони можуть використовуватися в різних сферах бізнесу, в залежності від конкретних потреб та завдань підприємства.

2. Джерела даних. Кожна імітаційна модель використовує різні джерела даних. Наприклад, моделі поведінки клієнтів використовують дані про покупки та поведінку клієнтів, тоді як моделі розподілу ресурсів базуються на даних про доступні ресурси та їх використання. У табл. 2.2 наведено альтернативні джерела інформації, які можуть використовуватись для імітаційного моделювання. Ці джерела даних можна поєднувати та використовувати для отримання комплексного розуміння поведінки побудованої моделі та середовища її реалізації. Вибір конкретного джерела даних залежить від доступності та достовірності інформації, а також характеру поставленої задачі для імітаційної моделі.

З позиції об'єктивності отримуваної інформації джерела даних можна розподілити на дві категорії – об'єктивні та суб'єктивні. Об'єктивні джерела даних, такі як внутрішні дані організації, публічні дані офіційної статистики, бази даних та репозиторії (сервери, на яких зберігається програмне забезпечення) мають тенденцію бути більш об'єктивними.

Таблиця 2.2

Альтернативні джерела інформації, які можуть використовуватись для імітаційного моделювання

Джерела інформації	Характеристика інформації
Внутрішні дані підприємства	1. Операційні дані бізнес-процесів та внутрішньої системи організації, такі як продажі, виробництво, логістика. 2. Дані про взаємодію з клієнтами, покупцями, споживачами. 3. Дані про розподіл ресурсів, фінансові показники, бюджети.
Зовнішні дані підприємства	1. Економічні дані, такі як ринкові тенденції, індекси цін, показники ринкової кон'юнктури. 2. Соціальні дані, включаючи демографічну інформацію, відомості соціальної та культурної статистики. 3. Дані про споживачів, такі як зворотний зв'язок від клієнтів, соціальні медіа, опитування споживачів.
Дані сенсорів та Інтернет-речей (IoT)	1. Дані від сенсорів, які моніторять фізичні параметри, такі як температура, вологість, тиск, рух. 2. Дані з пристроїв IoT, які акумулюють інформацію про стан об'єктів або бізнес-процесів.
Бази даних та репозиторії	1. Публічні бази даних, такі як офіційні статистичні дані, наукові дослідження, відкриті дані проектів. 2. Внутрішні бази даних організацій, де зберігаються структуровані дані про процеси та ресурси.
Моделювані дані	1. Штучно створені дані, які відображають певні сценарії або характеристики системи. 2. Дані, створені на основі математичних алгоритмів або генеративних моделей.
Експертні оцінки та знання	1. Знання експертів про динаміку системи, параметри та взаємодії. 2. Експертні прогнози, оцінки ймовірності подій та розрахунки.
Візуалізація та симуляція	1. Візуалізація даних з різних джерел та моделей для аналізу та відтворення процесів. 2. Результати попередніх симуляцій або моделювання, які можуть бути використані як джерело даних.

Примітка: побудовано дисертантом

Інформація з цих джерел обґрунтована фактами, що виміряні конкретними показниками. Вони можуть бути піддані перевірці, аналізу та реплікації (в даному випадку, розподіл даних між частинами інформаційно-комунікаційної мережі). Зазначені джерела даних зазвичай вважаються більш достовірними та об'єктивними у порівнянні з іншими джерелами, оскільки вони базуються на конкретних даних або емпіричних спостереженнях. Суб'єктивні джерела даних, такі як експертні оцінки та знання, візуалізація та симуляція, зазвичай, вважаються менш об'єктивними, оскільки вони відображають суб'єктивні оцінки, думки та інтерпретацію експертів або створені на основі уже існуючих та модельних сценаріїв. Вони можуть характеризуватись певною неоднозначністю або стати предметом інтерпретації. Однак, вони також бувають цінними джерелами інформації, особливо при обмеженості об'єктивних даних. Під час використання різних джерел даних для імітаційного моделювання слід враховувати те, що навіть об'єктивні джерела даних можуть мати певні обмеження, зокрема такі, як помилки вимірювання, неповнота даних або залежність від контексту. Тому, при використанні будь-якого джерела даних в імітаційних моделях важливо оцінювати їхню достовірність, точність та контексту відповідність конкретній задачі моделювання.

З позиції складності отримання інформації аналітиком, джерела даних характеризуються різною складністю доступу та обробки. Існує велика кількість факторів, які впливають на процес вибору джерела отримання інформації, а саме:

- доступність інформації. Деякі джерела даних є легко доступні, наприклад, внутрішні дані організації або публічні бази даних. Аналітик може мати прямий доступ до цих джерел даних або зайти до них за допомогою стандартних інструментів і методів;
- складність обробки даних. Деякі джерела даних є складними для обробки. Наприклад, сенсорні дані або дані з IoT-пристроїв стають доступними в

реальному часі за умови використання спеціальних інструментів або алгоритмів для їх збору, обробки та аналізу;

- формат і структура даних. Різні джерела даних можуть мати різний формат і структуру, що може вплинути на складність їх обробки, оскільки структуровані бази даних легше обробити, ніж неструктуровані, які отримані з соціальних медіа чи відео;
- обмеження доступу. Деякі джерела даних мають обмеження доступу, такі як конфіденційність або правові обмеження. У таких випадках аналітик потребує додаткових дозволів, угод або процедур для отримання можливості користуватись джерелами даних з обмеженим доступом;
- перетин даних. Для деяких імітаційних моделей необхідно поєднувати дані з різних джерел. Це може створити складність у вирішенні проблеми їх синхронізації, вирівнювання та інтеграції.

Отже, складність отримання інформації з різних джерел даних в імітаційному моделюванні варіюється у залежності від доступності, формату, структури, обмеження доступу та необхідності з'єднання даних з різними джерелами. Аналітик повинен враховувати ці фактори при виборі та роботі з джерелами даних для успішного імітаційного моделювання.

3. Методи імітації. Кожна імітаційна модель може використовувати різні методи імітації для симуляції процесів. Наприклад, деякі моделі базуються на використанні агентної бази моделювання, тоді як інші передбачають використання системних динамічних моделей або математичних алгоритмів. У табл. 2.3 наведено перелік і характеристики поширених методів імітації. Це лише декілька методів імітаційного моделювання, які можуть бути використані для розробки імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами. Вибір конкретного методу залежить від характеру системи та завдань, які потребують вирішення.

Виконані дослідження дозволили здійснити порівняльну характеристику наведених у табл. 2.3 методів імітації:

Таблиця 2.3

Альтернативні методи імітації

Назви методів	Характеристика методів
Метод системної динаміки	Цей метод використовується для моделювання динамічних зв'язків та залежностей між елементами системи. Він може бути застосований також для моделювання складних систем, таких як ланцюги постачання або розподілу ресурсів.
Метод агентного моделювання	Цей метод використовується для моделювання поведінки окремих агентів, які взаємодіють у складній системі. Він може бути застосований для моделювання поведінки клієнта, розподілу робочих ресурсів тощо.
Метод моделювання мереж	Цей метод використовується для аналізу та моделювання взаємодії між елементами мережі. Він також застосовується для моделювання логістичних та інших мереж.
Метод Монте-Карло	Цей метод використовується для статистичного моделювання ймовірних результатів на основі випадкових величин. За його допомогою прогнозують попит, аналізують ризики тощо.
Метод оптимізаційного моделювання	Цей метод використовується для знаходження оптимальних рішень на основі математичних алгоритмів та обмежень. Він може бути застосований для моделювання процесів планування та розробки рішень, таких як розподіл ресурсів або управління запасами.
Дискретно-подієвий метод	Цей метод використовуються для моделювання систем, в яких події відбуваються в певний момент часу або при виникненні певних умов. Він може бути застосований для моделювання процесів виробництва, обслуговування клієнтів, логістичних мереж тощо.
Метод статичного моделювання	Цей метод використовується для моделювання статичних систем.
Метод імітаційного моделювання на основі базових правил	Цей метод передбачає моделювання системи на основі встановлених базових правил та імітацію її розвитку в часі. Він може бути застосований для моделювання клієнтського потоку, руху транспорту або інших процесів з певними правилами взаємодії.
Метод мультиагентних систем	Цей метод використовують для моделювання взаємодії та поведінки багатьох агентів, які працюють разом у складній системі. Його також застосовують для моделювання ринкових процесів, соціальних взаємодій, групової поведінки тощо.

Метод часових рядів	Цей метод використовується на основі аналізу та прогнозування динаміки змін у часі. Він може бути корисним для прогнозування обсягів продажів, зміни рівня потужності, фінансової стійкості тощо.
Метод симулювання масового обслуговування	Цей метод використовується для моделювання систем, які передбачають обслуговування клієнтів і обробку великої кількості заявок. Він може бути застосований для моделювання роботи контактних центрів, прогнозування ефективності банківських відділень, ресторанів тощо.
Метод генетичного алгоритмування	Цей метод використовують для оптимізації та пошуку оптимальних рішень на основі принципів відбору. За його допомогою можуть вирішуватись проблеми планування, розподілу ресурсів, вибору оптимальної стратегії тощо.
Метод побудови моделей Марковського	Цей метод використовують для моделювання стохастичних процесів з урахуванням залежностей від системи в ретроспективі. Його можна використовувати для прогнозування вибору клієнтами однієї з альтернатив, розподілу запасів тощо.
Метод черг	Цей метод використовують для аналізу та оптимізації бізнес-процесів, які пов'язані з певними очікуваннями. Він може бути застосований для оптимізації роботи кас, обробки заявок, управління потоками ресурсів тощо.
Метод нейромережевого моделювання	Цей метод використовують для моделювання складних нелінійних залежностей та прогнозування на основі штучних нейронних мереж. Його застосовують для прогнозування попиту, аналізу ринкових тенденцій, класифікації даних тощо.

Примітка: побудовано дисертантом

1. Метод системної динаміки:

- застосування: моделювання динамічних зв'язків у складних системах;
- переваги: враховує динаміку системи, зміни в часі, взаємозв'язки між елементами;
- обмеження: вимагає великої кількості даних і параметрів для точного моделювання.

2. Метод агентного моделювання:

- застосування: моделювання взаємодії багатьох агентів у складній системі;
- переваги: дозволяє відтворити складну соціальну, економічну або поведінкову динаміку;
- обмеження: складність моделювання великої кількості агентів та їх взаємодія.

3. Метод моделювання мереж:

- застосування: аналіз та моделювання взаємодії між елементами мережі;
- переваги: враховує структуру та топологію мережі, взаємозв'язки між її компонентами;
- обмеження: складність моделювання великої мережі зі значним числом вузлів та зв'язків.

4. Метод Монте-Карло:

- застосування: статистичне моделювання на основі випадкових величин;
- переваги: дозволяє оцінити ймовірні результати та ризики, зробити прогнози;
- обмеження: використовує велику кількість ітерацій для точності результатів.

5. Метод оптимізаційного моделювання:

- застосування: знаходження оптимальних рішень на основі математичних алгоритмів;
- переваги: дозволяє знайти найкращі варіанти планування та розподілу ресурсів;
- обмеження: складність моделювання задач зі значно обмеженими та змінними обмеженнями.

6. Дискретно-подієвий метод:

- застосування: система моделювання, де події відбуваються в певний момент часу або при виникненні умов;

- переваги: точність відтворення часових та подійних залежностей в системі;
- обмеження: обробка великої кількості подій та змінених може бути вимогливою для обчислювальних ресурсів.

7. Метод статичного моделювання:

- застосування: аналіз статичних даних та оцінка стану системи в конкретний момент часу;
- переваги: простота моделювання, швидке отримання результатів для статичних ситуацій;
- обмеження: не враховує динаміку та зміни системи в часі.

8. Метод імітаційного моделювання на основі базових правил:

- застосування: система моделювання зі встановленими базовими правилами взаємодії;
- переваги: простота реалізації, можливість моделювати процеси з чіткими правилами;
- обмеження: не враховує складні динамічні відносини та адаптивність системи.

9. Метод мультиагентних систем:

- застосування: моделювання взаємодії та поведінки багатьох агентів у складній системі;
- переваги: створює складні соціальні, економічні або поведінкові взаємодії;
- обмеження: складність моделювання великої кількості агентів та їх взаємодія.

10. Метод часових рядів:

- застосування: аналіз та прогнозування змін у часі на основі статистичного аналізу даних;

- переваги: дозволяє прогнозувати та виявляти тренди, сезонність та інші залежності в часових рядах;
- обмеження: потребує наявності достатньої кількості даних в часі для точних прогнозів.

11. Метод симулювання масового обслуговування:

- застосування: моделювання процесів обслуговування клієнтів або заявок у системах;
- переваги: дозволяє оцінити продуктивність, швидкість обслуговування та рівень задоволеності клієнтів;
- обмеження: складність моделювання реальних процесів обслуговування зі значною кількістю факторів.

12. Метод генетичного алгоритмування:

- застосування: оптимізація та пошук оптимальних рішень на основі принципів природного відбору;
- переваги: ефективність у вирішенні завдань оптимізації з великою кількістю варіантів;
- обмеження: може вимагати багато часу для знаходження оптимального рішення в складних завданнях.

13. Метод побудови моделей Марковського:

- застосування: моделювання стохастичних процесів з урахуванням залежностей від попереднього стану системи;
- переваги: дозволяє прогнозувати та аналізувати стохастичні процеси з марківськими властивостями;
- обмеження: точність моделі може залежати від складності та багатьох залежностей у системі.

14. Метод черг:

- застосування: аналіз та оптимізація процесів з чергами;

- *переваги*: дозволяють визначити оптимальні параметри обслуговування та зменшити час очікування;
- *обмеження*: потребує великої кількості даних та параметрів для точного моделювання систем і процесів з чергами.

15 Метод нейромережевого моделювання:

- *застосування*: прогнозування, класифікація та аналіз даних на основі штучних нейронних мереж;
- *переваги*: здатність моделювати складні нелінійні погляди та виявляти скриті шаблони в даних;
- *обмеження*: можуть вимагати значних обчислювальних ресурсів та тривалого навчання для досягнення оптимальних результатів.

Таким чином, підсумовуючи зазначимо, що для потреб управління бізнес-процесами застосовується досить велика кількість типів імітаційних моделей. Ці моделі відрізняються за своїми характеристиками, методами та призначенням. Їх використовують для вирішення різноманітних завдань, таких як оптимізація маршрутів, прогнозування попиту, аналіз ризиків та багато іншого. Кожна з цих моделей має свої переваги і обмеження. Вони можуть базуватись на різних джерелах даних, таких як реальні дані, симульовані дані або їх комбінація. Об'єктивність та достовірність інформації, отриманої з цих джерел, варіюється залежно від їх природи, якості та доступності. Загалом, імітаційне моделювання є потужним інструментом в управлінні бізнес-процесами, що дозволяє підприємствам прогнозувати, оптимізувати та приймати стратегічні рішення. Використання різних моделей залежить від конкретних вимог та цілей підприємства. Вибір імітаційної моделі та джерел даних повинен базуватись на основі конкретної управлінської задачі, що передбачає чіткі обмеження щодо оптимальності використання різних видів ресурсів.

2.2. Аналізування емпіричних даних, які характеризують рівень розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання

Загальним трендом у сучасному бізнес-середовищі є зростаючий інтерес до управління бізнес-процесами за допомогою імітаційного моделювання. Багато компаній у різних галузях виконують імітаційне моделювання для аналізу та вдосконалення своїх бізнес-процесів. Здебільшого для формування імітаційних моделей застосовуються такі програмні продукти, як: Arena (Rockwell Automation), AnyLogic (XJ Technologies), GPSS World (Minuteman Software), Process Charter 1.0.2 (Scitor), Powersim 2.01 (Modell Data AS), Ithink 3.0.61 (High Performance Systems), Extend+BPR 3.1 (Imagine That!), Vensim (Ventana Systems) тощо. Виконані дослідження дозволяють стверджувати про те, що розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання найбільш активний у кількох векторах (рис. 2.1).

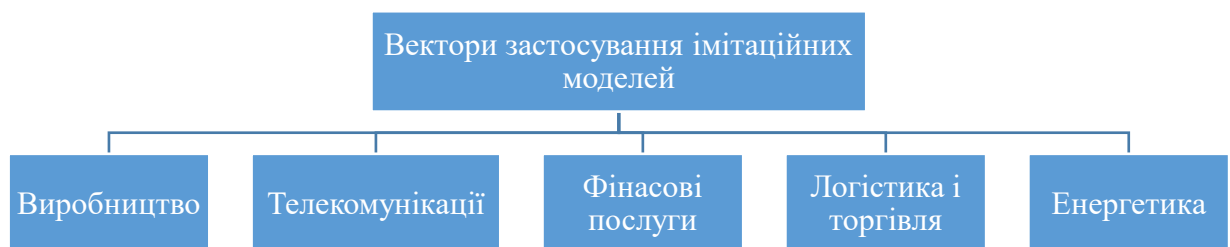


Рис. 2.1. Вектори, у яких найбільш часто застосовується імітаційне моделювання в управлінні бізнес-процесами

Примітка: побудовано дисертантом

Так, у векторі «виробництво» серед прикладів компаній, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання слід виділити такі, як:

✓ компанія General Motors [106], яка використовує моделі для аналізу та вдосконалення виробничих систем, логістики та управління запасами. Це

дозволяє ефективніше планувати виробництво, зменшувати витрати та вдосконалювати якість продукції;

✓ компанія Ford [107] - за допомогою імітаційного моделювання аналізує та оптимізує логістику виробничих ліній, виробничих потоків та розташування обладнання. Це уможливило виявлення раціональних рішень щодо планування та оптимізації робочих процесів, зниження витрат часу та коштів;

✓ компанія Toyota [108] - використовує імітаційне моделювання для оптимізації виробничих ліній, планування запасів та виробничої логістики. Шляхом моделювання імітаційних сценаріїв Toyota прогнозує різні варіанти забезпечення ефективності виробництва, зниження витрат і покращення якості продукції, а також проводить аналіз ризиків та управління ланцюгом постачання;

✓ компанія Siemens AG [109-111] - використовує імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації виробничих систем, виробничої логістики та управління енергетикою. Це дозволяє досягати зростання ефективності виробництва, знижувати витрати та підвищувати якість продукції;

✓ компанія Tofaş [112] - провідний виробник автомобілів у Туреччині, використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами в галузі виробництва;

✓ компанія Nestlé [113] - застосовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами у сфері постачання та виробництва. За допомогою моделювання вона аналізує ланцюги постачання, розподіл ресурсів та здійснює планування виробництва із урахуванням оптимального використання ресурсів;

✓ у компанії Huawei Technologies [114] імітаційне моделювання застосовується для управління бізнес-процесами у виробництві, логістиці та розподілі ресурсів. За допомогою імітаційного моделювання Huawei аналізує різні сценарії протікання бізнес-процесів та приймає раціональні рішення стосовно зниження витрат і підвищення якості своїх продуктів і послуг;

- ✓ компанія Tencent Holdings [115] – одна з найтехнологічних компаній Китаю спеціалізується на е-послугах та розвитку програмного забезпечення. Компанія використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами в галузі мобільних ігор та торгівлі в соціальних мережах. За допомогою моделювання Tencent моделює і прогнозує поведінку користувачів, передбачає попит, вдосконалює процеси монетизації ідей та удосконалює маркетингові стратегії. Імітаційне моделювання допомагає Tencent вдосконалювати свої продукти та послуги і досягати більшої ефективності в конкурентному ринковому середовищі;
- ✓ виробник пива та напоїв у Туреччині – Anadolu Efes [116] - застосовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами, які стосуються виробництва, управління запасами сировини та розподілу продукції, а також вивчення зміни потреб і прогнозування поведінки споживачів;
- ✓ компанія Kernel [117] - є одним із найбільших аграрних холдингів в Україні, який на основі імітаційного моделювання управляє бізнес-процесами в сільському господарстві. Цей холдинг використовує можливості імітаційного моделювання для аналізу земельних ресурсів, оптимізації виробничих процесів та підтримки стабільного зростання якості своїх сільськогосподарських продуктів;
- ✓ компанія «Мрія» [118] - один із найбільших українських виробників та експортерів продуктів харчування. Компанія використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами виробництва, логістики та дистрибуції, зокрема моделює маршрутизацію поставок та складські процеси. Це допомагає компанії підтримувати якість своїх продуктів, знижувати витрати та підвищувати рівень обслуговування клієнтів.

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «виробництво», найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які займаються розробкою програмного забезпечення,

приладобудуванням, виробництвом побутової техніки, автомобільного транспорту, сільськогосподарської продукції і харчових продуктів (рис. 2.2).

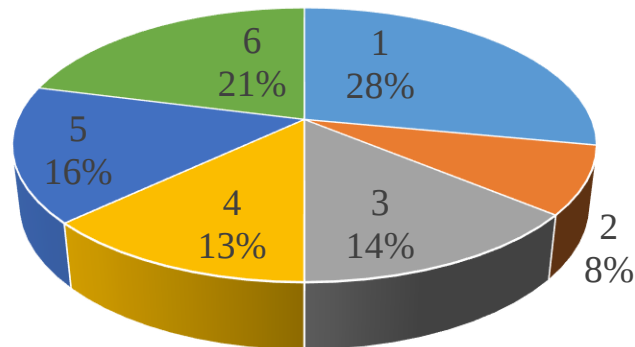


Рис. 2.2. Діаграма активності застосування імітаційного моделювання підприємствами, що належать до вектора «виробництво»

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – підприємства з розробки програмного забезпечення; 2 – приладобудівні підприємства; 3 – підприємства-виробники побутової техніки; 4 – підприємства-виробники автомобільного транспорту; 5 – підприємства-виробники сільськогосподарської продукції; 6 – підприємства-виробники харчових продуктів.

Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «виробництво», найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях, є (рис.2.3):

- продуктивність – це вимірювання ефективності виробничих процесів та використання ресурсів. Імітаційні моделі використовуються для аналізу та вдосконалення продуктивності за оцінками впливу різних факторів, таких як організація робочого місця, час циклу виробництва, виробнича потужність тощо;
- час виробництва – це час, необхідний для виготовлення продукту або протікання виробничого процесу. Імітаційна модель допомагає налаштувати оптимальний час виробництва шляхом аналізу та оптимізації різних

параметрів, таких як час налаштування обладнання, час обробки, швидкість виробництва та інші;

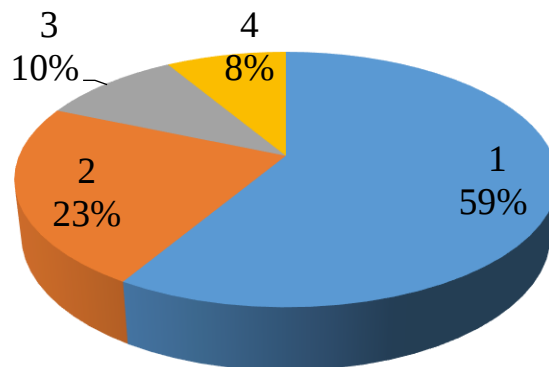


Рис. 2.3. Показники, які найчастіше фігурують в імітаційних моделях, які створюються для вектору «виробництво»

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – продуктивність; 2 – час виробництва; 3 – використання ресурсів; 4 – якість; 5 – управління запасами.

- використання ресурсів – це ефективне використання наявних ресурсів підприємства, таких як праця, сировина, матеріали та обладнання. Імітаційні моделі допомагають аналізувати та оптимізувати використання ресурсів шляхом встановлення оптимальних рівнів запасів, розподілу завдань та планування виробничих потоків;
- якість – це міра відповідності продукції заданим стандартам якості. Імітаційна модель використовується для аналізу та вдосконалення процесів контролю якості, виявлення відхилень від норм і можливостей реагування на зміни запитів споживачів;
- управління запасами – це вимірювання ефективності використання ресурсів та оптимального забезпечення виробничих потреб запасами сировини, комплектуючими, паливом тощо. Побудова імітаційної моделі допомагає проаналізувати та оптимізувати стратегії управління запасами,

враховуючи такі фактори, як час доставки, швидкість виробництва, попит на продукцію та ризики формування запасів тощо.

У векторі «фінансові послуги», серед прикладів компаній, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання слід виділити наступні:

- фінансова компанія JPMorgan Chase & Co. [119] - використовує імітаційне моделювання для аналізу ризиків, прогнозування поведінки ринків, оптимізації портфелів та прийняття рішень щодо інвестиційних стратегій;
- страхові компанії Allianz [120] і AXA [121] - використовують імітаційне моделювання для аналізу ризиків, прогнозування страхових подій, оцінки резервів та розробки оптимальних стратегій управління ризиками;
- інвестиційна компанія BlackRock [122] - застосовує імітаційне моделювання для аналізу фінансових ринків, прогнозування руху цін, визначення оптимальних інвестиційних стратегій та управління ризиками;
- компанія Goldman Sachs [123] - використовує імітаційне моделювання для аналізу фінансових ринків, прогнозування ціни на акції, облігації та інші фінансові інструменти, а також для оцінки ризиків та розробки інвестиційних стратегій. Це дозволяє їй управляти портфелями клієнтів, приймати рішення щодо купівлі-продажу цінних паперів та використовувати оптимальні фінансові операції;
- ПриватБанк [124] - використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами в галузі фінансових послуг. За допомогою моделювання бізнес-процесів ПриватБанк оптимізує бізнес-процеси взаємодії з клієнтами, включаючи обробку транзакцій, управління ризиками, виробництво фінансових продуктів та обслуговування клієнтів.

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «фінансові послуги», найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які займаються банківською, страховою діяльністю, а також наданням посередницьких фінансових послуг (рис. 2.4).

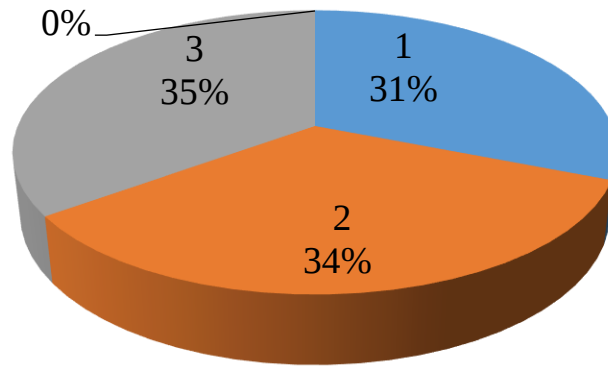


Рис. 2.4. Діаграма активності застосування імітаційного моделювання підприємствами, що належать до вектора «фінансові послуги»

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – банківські установи; 2 – страхові компанії; 3 – фінансові посередники.

Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «фінансові послуги», найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є такі, як (рис. 2.5):

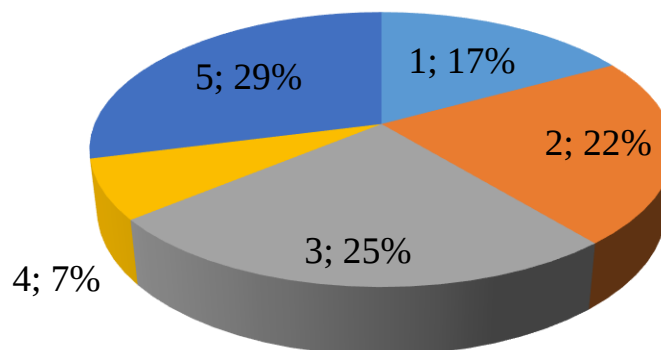


Рис. 2.5. Показники, які найчастіше фігурують в імітаційних моделях, які створюються для вектору «фінансові послуги»

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – рівень ризику і стрес-тестування; 2 – кредитний ризик; 3 – грошові потоки; 4 – обсяг інвестицій; 5 – обсяг витрат та ефективність реалізації фінансових операцій.

- обсяг прибутку і рівень прибутковості. Імітаційна модель може використовуватися для прогнозування та аналізу прибутку та прибутковості в залежності від різних відсоткових ставок, кількості клієнтів, витрат, ризиків тощо;
- рівень ризику і стрес-тестування. У даному випадку йдеться про вимірювання ризику, пов'язаного з фінансовою установою, та оцінка стійкості установи до негативних подій. Імітаційна модель може використовуватися для моделювання різних сценаріїв, у тому числі фінансової кризи, зміни ринкових умов тощо для оцінки впливу цих факторів на фінансові показники та розробки стратегії та тактики управління ризиками;
- кредитний ризик – це оцінка ймовірності невиконання позичальниками взятих фінансових зобов'язань. Імітаційна модель може використовуватися для аналізу кредитного ризику із урахуванням кредитного рейтингу, історії платежів, економічних та фінансових показників для визначення ймовірності неплатоспроможності та розробки стратегій управління ризиками;
- грошові потоки - рух грошових коштів від клієнтів, інвесторів, кредиторів та інших джерел до фінансової установи або від неї. Імітаційна модель може використовуватися для прогнозування та аналізу потоків грошей, управління ліквідністю і ризиком неплатоспроможності залежно від відсоткової ставки, обсягу позики, операційних витрат тощо;
- обсяг інвестицій. В імітаційному моделюванні цей об'єкт параметризації використовується для оцінювання різних варіантів інвестування та прибутковості інвестицій, прогнозування ризиків, формування оптимальних інвестиційних портфелів тощо;
- витрати та ефективність реалізації фінансових операцій. У процесі побудови імітаційної моделі цей об'єкт застосовується для аналізу раціональності формування витрат, а також для їхньої оптимізації із урахуванням рівня обслуговування клієнтів, швидкості виконання транзакцій, точності та надійності систем.

У векторі «логістика і торгівля» серед прикладів компаній, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання слід виділити наступні:

- ✓ глобальна логістична компанія DHL [125] - використовує імітаційне моделювання для аналізу та планування оптимальних маршрутів доставки, враховуючи такі фактори, як відстань, трафік, навантаження та час. Шляхом імітаційного моделювання DHL здійснює прогнозування часу доставки, вдосконалює маршрути та забезпечує оптимальне використання транспортних ресурсів. Компанія DHL використовує імітаційне моделювання також для управління запасами та складськими бізнес-процесами з метою забезпечення ефективного розподілу товарів та оптимального використання ресурсів;
- ✓ компанія FedEx [126], яка працює у сфері логістики та поштових послуг використовує імітаційне моделювання для аналізу та вдосконалення маршрутів доставки, розподілу транспорту та управління складськими запасами. Це дозволяє FedEx планувати оптимальні маршрути доставки, знижувати витрати на паливо та час доставки. На основі імітаційного моделювання ця компанія прогнозує і управляє ризиками щодо бізнес-процесів у сфері логістики, що дозволяє їй виявляти більш ефективні стратегії та керувати непередбачуваними ситуаціями;
- ✓ Alibaba Group [127] – одна з найбільших електронно-комерційних компаній у світі, використовує імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації своїх логістичних та постачальницьких ланцюгів. Розроблені ними моделі застосовуються для прогнозування попиту, оптимізації маршрутів доставки та управління запасами. Завдяки застосуванню імітаційного моделювання Alibaba Group постійно вдається забезпечувати ефективність своїх операцій, прискорювати швидкість доставки та досягати зростання задоволення клієнтів;
- ✓ JD.com [128] - є однією з найбільших е-рітейлерів та логістичних платформ у Китаї. Вони використовують імітаційне моделювання для оптимізації бізнес-процесів, пов'язаних зі складським управлінням та логістикою. За допомогою моделювання JD.com перманентно вдосконалює

свою інфраструктуру, оптимізує маршрути доставки, керує запасами та прогнозує попит. Це дозволяє їм забезпечувати швидку та ефективну доставку товарів своїм клієнтам;

✓ компанія British Airways [129] - використовує імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації різних аспектів своїх операцій, включаючи розклад рейсів, управління запасами, пасажирськими потоками та обслуговуванням пасажирів. За допомогою імітаційного моделювання British Airways формує та прогнозує сценарії, що допомагає їй підвищувати ефективність, зменшувати витрати та досягати вищого рівня задоволення пасажирів;

✓ датська компанія AP Moller-Maersk [130] - є однією з найбільших світових морських логістичних компаній. Вона використовує імітаційне моделювання для оптимізації бізнес-процесів, пов'язаних зі зберіганням та перевезенням вантажів. За допомогою моделювання вони аналізують різні сценарії, щоб вдосконалити маршрути доставки контейнерів та оптимізувати використання транспортних засобів. Це дозволяє компанії знижувати час доставки, витрати на паливо та підвищувати оперативну ефективність;

✓ Метро Кеш енд Керрі Україна [131] - використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами у сфері постачання та логістики, зокрема під час управління логістичною мережею, складськими бізнес-процесами, у тому числі тими, що стосуються оптимізації запасів та розподілу товарів;

✓ національний оператор поштового зв'язку в Україні – Укрпошта [132] - використовує імітаційне моделювання для оптимізації бізнес-процесів, пов'язаних з логістикою, маршрутизацією та доставкою пошти. За допомогою імітаційного моделювання Укрпошта аналізує ефективність своїх поштових мереж, прогнозує завантаження, планує оптимальні маршрути та вдосконалює логістичні процеси.

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «логістика і торгівля», найчастіше імітаційне моделювання застосовують

підприємства, які займаються мережевою торгівлею, наданням логістичних послуг, послуг поштового зв'язку, а також транспортних послуг (рис. 2.6).

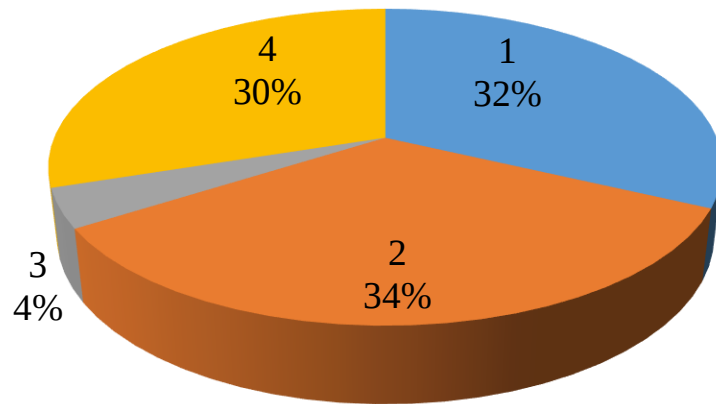


Рис. 2.6. Діаграма активності застосування імітаційного моделювання підприємствами, що належать до вектора «логістика і торгівля»

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – підприємства мережевої торгівлі; 2 – підприємства з надання логістичних послуг; 3 – підприємства поштового зв'язку; 4 – транспортні підприємства

Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «логістика і торгівля», найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є такі, як (рис. 2.7):

- час доставки – це час, який потрібен для перевезення товару від постачальника до пункту кінцевого призначення. Імітаційна модель може допомогти налаштувати оптимальний час доставки шляхом урахування таких факторів, як: час обробки, маршрутизація, транспортні затримки тощо;
- обсяг витрат – це витрати, пов'язані з логістичними операціями, включаючи транспортування, зберігання, обробку та інші витрати. Імітаційна модель може допомогти оцінити вплив різних факторів на загальні витрати та запропонувати оптимальні рішення щодо їх зменшення;
- пропускна здатність – це кількість товарів або матеріалів, які система логістики може обробити за певний період часу. Імітаційна модель дозволяє

виконати симуляцію різних сценаріїв та оцінити, як пропускна здатність системи може бути покращена шляхом змін у процесах та ресурсах;

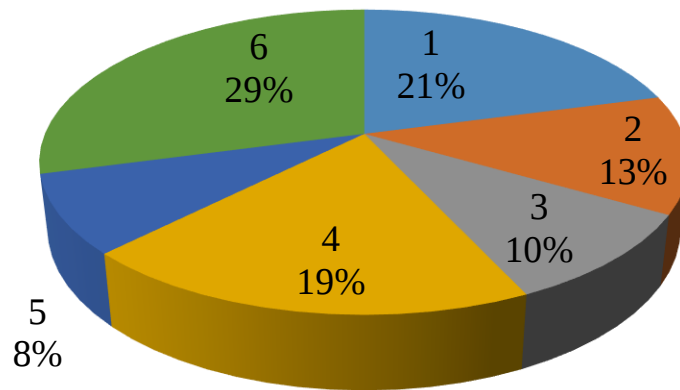


Рис. 2.7. Показники, які найчастіше фігурують в імітаційних моделях, які створюються для вектору «логістика і торгівля»

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – час доставки; 2 – обсяг витрат; 3 – пропускна здатність; 4 – надійність; 5 – інвентаризаційна поінформованість; 6 – трафік; 7 – безпека.

- надійність – це міра стабільності логістичної системи. Імітаційна модель може бути використана для аналізу різних факторів, таких як: затримки, відмови від надання обладнання, виникнення непередбачуваних витрат і втрат тощо;
- інвентаризаційна інформативність – повнота інформації про кількість товарів або матеріалів, що знаходяться на складі або в логістичній мережі. Імітаційна модель може допомогти проаналізувати рівень запасів і визначити оптимальні варіанти управління інвентарем. Вибір оптимального варіанту управління перебуває у залежності від інформації про існуючий попит на товар, його сезонність, умови постачання, час затримки, вартість зберігання та розміщення запасів. Урахування цих факторів необхідне для забезпечення оптимального балансу між наявністю товарів і витратами на їх зберігання;

- трафік – це обсяг руху транспортних засобів на дорогах або в системі транспортного підприємства. Аналіз та передбачення трафіку необхідний для планування інфраструктури, оптимізації маршрутів та управління заторами. Імітаційна модель дозволяє відтворити різні сценарії трафіку, враховуючи такі фактори, як: час доби, дні тижня, випадкові події тощо;
- безпека – це оцінка ризиків та безпеки на дорогах та в межах транспортного підприємства. Імітаційна модель дозволяє моделювати різні сценарії та враховувати різні фактори, такі як дорожні правила, поведінка водіїв та інші параметри, що впливають на безпеку. Це дозволяє оцінювати ризики, ідентифікувати небезпечні місця та розробляти стратегії для підвищення безпеки функціонування транспортного підприємства і транспортної мережі, якою воно користується.

У векторі «енергетика», серед прикладів компаній, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання слід виділити такі, як:

- ✓ компанія Schneider Electric [133] - міжнародна компанія, що спеціалізується на управлінні енергією та автоматизацією. Вони використовують імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації бізнес-процесів, пов'язаних з енергетикою та інфраструктурою. Шляхом моделювання вони досліджують вплив різних факторів, таких як споживання енергії, розподіл ресурсів та оптимізація енергоефективності;
- ✓ Укртрансгаз [134] - є національним оператором газотранспортної системи в Україні. Компанія використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами в галузі газопостачання та транспорту. За допомогою імітаційного моделювання Укртрансгаз оптимізує режими роботи газопроводів, прогнозує попит на газ, планує ремонтні та технічні роботи, а також керує потоками газу. Укртрансгаз на основі застосування імітаційного моделювання ухвалює раціональні рішення, які спрямовані на стабільне постачання газу, зниження втрат та підвищення ефективності бізнес-процесів.

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «енергетика», найчастіше імітаційне моделювання застосовують

підприємства, які є операторами енергосистем. Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «енергетика» найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є (рис. 2.8):

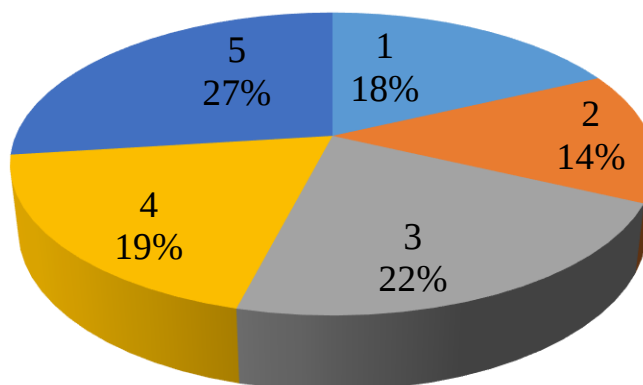


Рис. 2.8. Показники, які найчастіше фігурують в імітаційних моделях, які створюються для вектору «енергетика»

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – попит на електроенергію; 2 – обсяг виробництва енергії; 3 – розподіл енергії; 4 – переривання енергопостачання; 5 – ефективність використання ресурсів.

- попит на електроенергію – це обсяг електричної енергії, який потребують споживачі. Аналіз та передбачення попиту на електроенергію є складовою планування виробництва електроенергії, оптимізації розподілу ресурсів та планування мережі;
- обсяг виробництва енергії – це обсяг електроенергії, який виробляється генеруючими установками, такими як електростанції, сонячні ферми, вітрові турбіни тощо. Аналіз та оптимізація виробництва енергії є виробничим завданням для підприємств енергетики. Імітаційна модель дозволяє моделювати різні сценарії виробництва енергії, враховуючи такі фактори, як типи джерел енергії, навантаження мережі та погодні умови;
- розподіл енергії – це процес передачі електроенергії від виробників до споживачів через електричні мережі. Аналіз та оптимізація розподілу енергії

відбувається для забезпечення ефективності та надійності мережі. Імітаційна модель дозволяє моделювати різні сценарії розподілу енергії, враховуючи такі фактори, як навантаження, витрати та обмеження мережі;

- переривання енергопостачання – це випадки, коли постачання електроенергії до споживачів переривається через аварії, технічні проблеми або планові ремонти. Імітаційна модель дозволяє відтворити різні сценарії переривання, враховуючи такі фактори, як час відновлення послуг, вплив на споживачів та на вартість енергетичної компанії;
- ефективність використання ресурсів – цей об'єкт може оцінюватись в тому числі через призму порівняння від'ємних грошових потоків енергетичної компанії і її додатними потоками, або шляхом оцінювання інженерно-технічних та соціальних ефектів від вкладення коштів енергетичною компанією у забезпечення надійності і функціональності мереж. Імітаційна модель дозволяє відтворити різні сценарії використання ресурсів та знайти шляхи оптимізації процесів для досягнення ефективного використання енергетичних ресурсів.

У векторі «телекомунікації» серед прикладів компаній, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання слід виділити такі, як:

- ✓ компанія Київстар [135] - використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами у сфері телекомунікацій, це дозволяє компанії аналізувати та оптимізувати роботу мережі зв'язку, передбачати запити на послуги, прогнозувати трафік та планувати розширення та покращення інфраструктури;
- ✓ турецький оператор мобільного зв'язку – Turkcell [136] - використовує імітаційне моделювання для аналізу та оптимізації своїх мережевих процесів, прогнозує обсяг завантажень у мережу, керує потоками даних і покращує продуктивність своїх мережевих ресурсів. Це дозволяє Turkcell забезпечувати стабільне та якісне обслуговування опираючись на імітаційне моделювання, аналізувати та вдосконалювати свої виробничі лінії, планувати виробничі процеси, управляти запасами та оптимізувати ланцюги постачання. Це

допомагає йому досягати успіху у зниженні витрат, підвищенні продуктивності та забезпеченні зростання якості автомобільної техніки, яка пропонується на ринок;

✓ Turk Telekom [137], який є провідним оператором зв'язку в Туреччині використовує імітаційне моделювання для управління бізнес-процесами в галузі телекомунікацій. За допомогою імітаційного моделювання компанія регулярно оптимізує власну мережеву інфраструктуру, забезпечує ефективність здійснення капітальних інвестицій, удосконалює розташування базових станцій та підвищує якість послуг зв'язку.

Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «телекомунікації» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які є операторами мобільного зв'язку. Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «телекомунікації» найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є (рис. 2.9):

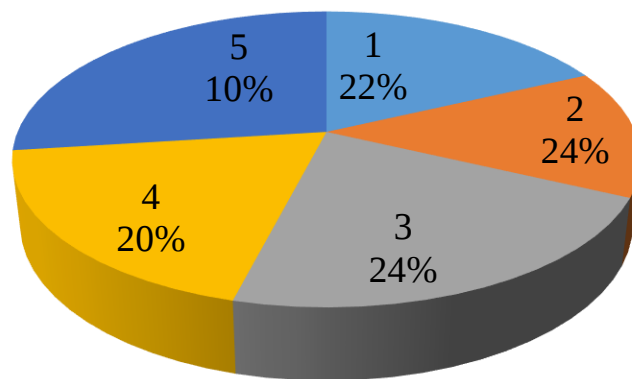


Рис. 2.9. Показники, які найчастіше фігурують в імітаційних моделях, які створюються для вектору «телекомунікації»

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення: 1 – потенціал трафіку; 2 – рівень підтримки потоків; 3 – пропускна здатність; 4 – відповідність технічних засобів і програмних продуктів фактичним потребам; 5 – ефективність використання ресурсів.

- потенціал трафіку – обсяг передачі даних або голосу, який проходить через мережу телекомунікацій. Аналіз та передбачення трафіку є необхідним для планування пропускної здатності мережі, оптимізації розміщення ресурсів та забезпечення якісного обслуговування клієнтів;
- рівень підтримки потоків (латентність) – це час, який витрачається на передачу сигналу від одного кінця мережі до іншого. Підтримка може вплинути на якість послуг, особливо в реальному часі, таких як голосова чи відео-комунікація. Побудова імітаційної моделі дозволяє аналізувати та оптимізувати затримку, враховуючи різні фактори, такі як завантаження мережі, пропускна здатність та маршрутизація сигналу;
- пропускна здатність – це максимальний обсяг даних, який може бути переданий через мережу за певний час. Аналіз пропускної здатності є ключовим для визначення можливостей мережі, розподілу ресурсів та планування майбутнього росту. Імітаційна модель дозволяє відтворити різні сценарії завантаження та розмістити оптимальний розподіл пропускної здатності для задоволення потреб користувачів;
- відповідність технічних засобів і програмних продуктів фактичним потребам (стійкість до аварійних ситуацій) – слід вважати випадковістю ситуацію, за якої частина мережі або обладнання перестає працювати, що призводить до відключення послуги або погіршення якості зв'язку. Аналіз відмов є важливим для планування резервних мереж та управління аварійними ситуаціями. Імітаційна модель може допомогти різним ділянкам мережі встановити ефективні механізми відновлення послуг після аварій;
- ефективність використання ресурсів – це вимірювання того, наскільки окупляться витрати на формування якісної мережі, зокрема, через призму урахування її пропускної здатності, надійності обладнання та кваліфікації персоналу. Імітаційна модель дозволяє оцінити ефективність ресурсів у різних сценаріях та знайти способи оптимізації використання ресурсів для забезпечення максимальної продуктивності при мінімальних витратах.

У табл. 2.4 наведено перелік видів діяльностей підприємств, управління бізнес-процесами у яких, як показали виконані дослідження, найчастіше здійснюється на основі імітаційного моделювання.

Таблиця 2.4

Види діяльностей підприємств, у яких управління бізнес-процесами найчастіше здійснюється на основі імітаційного моделювання

Вектори діяльності	Види діяльності
Виробництво	Розробка програмного забезпечення; приладобудування; виробництво побутової техніки, автомобільного транспорту, сільськогосподарської продукції і харчових продуктів
Фінансові послуги	Банківська і страхова діяльність; наданням посередницьких фінансових послуг
Логістика і торгівля	Мережева торгівля, логістичні послуги, послуги поштового зв'язку, транспортні послуги
Енергетика	Послуги оператора енергосистеми
Телекомунікації	Послуги оператора мобільного зв'язку

Примітка: побудовано дисертантом

За результатами виконаних досліджень можемо зробити висновок, що загалом, незважаючи на вектори і види діяльностей підприємств застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами орієнтоване на оптимізацію тих об'єктів, параметри яких характеризують: раціональність використання різноманітних ресурсів, рівень різноманітних ризиків, ефективність формування витрат та інвестування, продуктивність діяльності, безпеку діяльності, рівень зміни попиту і задоволення споживачів, рівень якості товарів і послуг. Попри це, відмінність між цілями побудови імітаційних моделей і відповідно обраних параметрів оптимізації відрізняються пріоритетами підприємств і умовами, в яких вони перебувають.

З огляду на це, імітаційне моделювання потребує застосування адаптаційних механізмів до конкретних бізнес-процесів із урахуванням факторів як прямої, так і опосередкованої дії.

2.3. Фактори, які впливають на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємства

На основі дослідження видів імітаційних моделей, їх спільних і відмінних характеристик, аналізу емпіричних даних щодо практичного застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємств, а також із урахуванням опрацювання позицій таких науковців як: Amit R., & Zott C., Aspara J., Lamberg J. A., Laukia A., Tikkanen H., Axelrod R., Mitchell W., Thomas R. E., Bennett D. S., Bruderer E., Baden-Fuller C., & Morgan M. S., Bélair J., Campbell S. A., Van Den Driessche P., Bock A., George G., Opsahl, T., George G., & Gann D. M., Burton R. M., Obel B., Calori R., Johnson G., Sarnin P., Cucculelli M., Peruzzi V., Davis J. P., Eisenhardt K. M., Bingham C. B., Demil B., Lecocq X., Fisher W. R., Foss N. J., Saebi T., Gabriel Y., Gavetti G., Rivkin J. W., George G., Bock, A. J., Merrill R., Schillebeeckx S. Glöckner A., Hilbig B. E., Jekel M., Glöckner A., Hodges S. D., Hampel C., Perkmann M., Phillips N., Tracey P., Weber K., Harman G., Harris S. G., Hertz J., Krogh A., Palmer R. G., Hopfield J. J., Howes A., Vera A., Lewis R. L., McCurdy M., Hutchins E., Johnson D., Bock A., George G., Kasparov G., Kunc M. H., Morecroft J. D., Levinthal D. A., Lyon D. W., Lumpkin G. T., Dess G. G., Martens M. L., Jennings J. E., Jennings P. D., Martins L. L., Rindova V. P., Greenbaum B. E., Massa L., Gianluigi V., Tucci C., Afuah A., McClelland J. L., Mirman D., Bolger D. J., Khaitan P., McDonald R. M., Eisenhardt K. M., Milgrom P., Roberts J., Osiyevskyy O., Dewald J., Parrish B. D., Pentland B., Feldman M., Iitter T., Lettl C., Rumelhart D. E., Smolensky P., McClelland J. L., Hinton G., Shepherd D. A., Gruber M., Siggelkow N., Levinthal D. A., Simon D., Simon D., Snow C. J., Read, S. J., Simon H. A., Snihur Y., Zott C., Sohl T., Vroom G., Fitza M. Stole L. A., Zwiebel J., Strauss A., Corbin J., Teece D. J., Thagard P., Thagard P., Verbeurgt K., Thompson J. D., Van de Ven A. H.,

Hudson R., Schroeder D. M., Zott C., Amit [138-206] маємо підстави виокремити декілька факторів, які впливають на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінських бізнес-процесах підприємств. До цих факторів належать:

1. Вибір відповідної імітаційної моделі. Вибір правильної моделі, яка найкраще відповідає конкретним потребам і цілям підприємства, є ключовим фактором. Різні моделі мають свої переваги та обмеження і важливо виділити ту, яка найефективніше моделює конкретний бізнес-процес.
2. Валідація та перевірка моделей. Проведення необхідності валідації та перевірки моделей є вихідним етапом для забезпечення їх адекватності та достовірності. Це дозволяє переконатися, що моделі коректно відтворюють реальні бізнес-процеси та дають достатньо точні результати для прийняття рішень.
3. Використання результатів моделювання. Ефективність імітаційного моделювання також залежить від того, як результати моделювання використовуються в реальному бізнес-середовищі. Важливо, щоб результати були зрозумілими для керівництва та приймалися до уваги при прийнятті стратегічних рішень.
4. Джерела даних. Вибір та якість джерел даних мають велике значення для ефективності імітаційного моделювання. Реальні дані, симульовані дані або їх комбінація можуть використовуватися для створення моделей. Об'єктивність та достовірність інформації, отриманої з цих джерел, впливають на точність та реалістичність моделей.
5. Компетентність аналітиків. Глибокі знання статистичних методів та імітаційного моделювання є основою для забезпечення точності та релевантності результатів моделювання.

Успішне застосування імітаційного моделювання в управлінських бізнес-процесах підприємства залежить від цих факторів. Їх врахування при

плануванні та реалізації імітаційних проектів може сприяти досягненню кращих результатів діяльності підприємств та підвищенню ефективності управління їх бізнес-процесами. На перший погляд кожен з цих факторів є рівнозначно значущим, попри це для з'ясування того, чи це справді так, застосуємо метод експертних оцінок. Експертне опитування проводилось методом анкетування. Експерти обирались за такими критеріями:

- експерт повинен бути працівником підприємства, яке застосовує імітаційне моделювання в управлінні бізнес-процесами;
- експерт повинен обіймати керівну посаду будь-якого рівня управління;
- експерт повинен володіти методами імітаційного моделювання;
- досвід роботи на керівній посаді не менше 3-х років.

Мета - визначити обсяг вибірки, який забезпечить граничну похибку 5% при рівні довіри 95%.

Критичне значення стандартного нормального розподілу (Z) для рівня довіри 95% дорівнює 1.96. Припускаємо, що стандартне відхилення (σ) дорівнює 0.5.

Далі застосуємо формулу для знаходження розміру генеральної сукупності (N) (2.1):

$$\begin{aligned} N &= (Z^2 * \sigma^2) / E^2 & (2.1) \\ N &= (1.96^2 * 0.5^2) / 0.05^2 \\ N &= (3.8416 * 0.25) / 0.0025 \\ N &= 0.9604 / 0.0025 \\ N &= 384.16 \end{aligned}$$

У результаті отримано значення розміру генеральної сукупності приблизно 384.16. Заокруглюємо це значення до найближчого цілого числа, що є рівним або більшим за нього – 385 осіб.

Формула для обчислення обсягу вибірки (n) має наступний вигляд (2.2):

$$n = (Z^2 * \sigma^2 * N) / ((Z^2 * \sigma^2) + (E^2 * (N-1))) \quad (2.2)$$

Підставимо відомі значення:

$Z = 1.96$ (критичне значення стандартного нормального розподілу для рівня довіри 95%)

$\sigma = 0.5$ (стандартне відхилення)

$N = 385$ (розмір генеральної сукупності)

$E = 0.05$ (допустима похибка)

$n = (1.96^2 * 0.5^2 * 385) / ((1.96^2 * 0.5^2) + (0.05^2 * (385-1)))$

$n = 0.38416 * 1922.5 / (0.38416 + 0.001925 * 384)$

$n \approx 80$

Отримане значення обсягу вибірки приблизно рівне 80 осіб. Це означає, що при даному випадку з генеральною сукупністю, що складається з 385 осіб, обсяг вибірки має становити 80 осіб з використанням заданих значень граничної похибки 5% та рівня довіри 95%.

Для оцінки значущості факторів за допомогою методу попарного порівняння використаємо шкалу від 10 до 100 балів, де 10 – найменша оцінка, а 100 – найбільша оцінка. Розділимо експертів на 10 груп, кожна з яких складається з 8 експертів, і проведемо порівняння факторів у межах кожної групи:

1) порівняння факторів у межах першої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	80	70	90	60
Фактор 2	20	X	50	40	30
Фактор 3	30	50	X	70	40
Фактор 4	10	60	30	X	20
Фактор 5	40	70	60	80	X

2) порівняння факторів у межах другої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	70	60	80	50
Фактор 2	30	X	50	40	20
Фактор 3	40	50	X	70	30
Фактор 4	20	60	30	X	40
Фактор 5	50	80	70	90	X

3) порівняння факторів у межах третьої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	60	50	70	40
Фактор 2	40	X	30	20	10
Фактор 3	50	70	X	80	60
Фактор 4	30	80	70	X	50
Фактор 5	60	90	80	100	X

4) порівняння факторів у межах четвертої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	50	40	60	30
Фактор 2	50	X	30	20	10
Фактор 3	60	70	X	80	50
Фактор 4	40	80	70	X	40
Фактор 5	70	90	80	100	X

5) порівняння факторів у межах п'ятої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	80	70	90	60
Фактор 2	20	X	50	40	30
Фактор 3	30	50	X	70	40
Фактор 4	10	60	30	X	20
Фактор 5	40	70	60	80	X

6) порівняння факторів у межах шостої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	70	60	80	50
Фактор 2	30	X	50	40	20
Фактор 3	40	50	X	70	30
Фактор 4	20	60	30	X	40
Фактор 5	50	80	70	90	X

7) порівняння факторів у межах сьомої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	80	70	90	60
Фактор 2	20	X	50	40	30
Фактор 3	30	50	X	70	40
Фактор 4	10	60	30	X	20
Фактор 5	40	70	60	80	X

8) порівняння факторів у межах восьмої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	70	60	80	50
Фактор 2	30	X	50	40	20
Фактор 3	40	50	X	70	30
Фактор 4	20	60	30	X	40
Фактор 5	50	80	70	90	X

9) порівняння факторів у межах дев'ятої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	80	70	90	60
Фактор 2	20	X	50	40	30
Фактор 3	30	50	X	70	40
Фактор 4	10	60	30	X	20
Фактор 5	40	70	60	80	X

10) порівняння факторів у межах десятої групи:

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Фактор 1	X	70	60	80	50
Фактор 2	30	X	50	40	20
Фактор 3	40	50	X	70	30
Фактор 4	20	60	30	X	40
Фактор 5	50	80	70	90	X

У наступній матриці (табл. 2.5) наведемо середнє арифметичне кожної пари факторів, а також загальне середнє арифметичне для кожного фактора, враховуючи оцінки всіх груп експертів.

Таблиця 2.5

Інтегральна експертна оцінка досліджуваних факторів

Фактори	Групи експертів										Середньо-арифметичні значення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	75	65	55	45	75	65	75	65	75	65	66
2	35	35	25	27,5	35	35	35	35	35	35	33,25
3	47,5	47,5	65	65	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	51
4	30	37,5	57,5	57,5	30	37,5	30	37,5	30	37,5	38,5
5	62,5	72,5	82,5	85	62,5	72,5	62,5	72,5	62,5	72,5	70,75

Застосуємо метод к-середніх для аналізу факторів 1, 2, 3, 4, 5. Метод к-середніх (k-means) є алгоритмом кластеризації, який групує схожі дані в кластери на основі їх відстаней до центроїдів. Для застосування методу к-середніх до аналізу факторів 1, 2, 3, 4, 5 та побудови кластерів спочатку потрібно визначити кількість кластерів, до якої потрібно згрупувати дані.

Оскільки нам невідома оптимальна кількість кластерів, можна використати підходи, такі як "ліктювий метод" або "ієрархічна кластеризація", щоб визначити оптимальну кількість кластерів. Для застосування методу к-середніх необхідно виконати кілька кроків:

1. Визначити кількість кластерів, до якої необхідно згрупувати дані. В нашому випадку припустимо, що кількість кластерів - 3.
2. Ініціалізуємо (створення або призначення початкових значень змінним або об'єктам, що включає встановлення початкового стану або значень для подальшої роботи з програмою або алгоритмом) початкові центроїди кластерів. У нашому випадку випадковим чином виберемо три початкові центроїди.
3. Розрахуємо відстані між кожним фактором і кожною центроїдою. Використаємо певну метрику відстані, наприклад, Евклідову відстань.
4. Призначимо кожен фактор до найближчої центроїди, створюючи кластери.
5. Перерахуємо нові центроїди, обчислюючи середнє значення факторів у кожному кластері.
6. Повторимо кроки 3-5 до збіжності або досягнення певної кількості ітерацій.
7. Після досягнення збіжності, кластери будуть сформовані. Кожен фактор буде призначений до певного кластеру.

Отож, скористаємось такими вихідними даними, які характеризують досліджувані фактори: фактор 1 – 66, фактор 2 - 33.25, фактор 3 – 51, фактор 4 - 38.5, фактор 5 - 70.75.

Крок 1. Визначення кількості кластерів. Для цього припустимо, що ми маємо 3 кластери.

Крок 2. Ініціалізація початкових центроїдів кластерів. Випадково обираємо 3 початкові центроїди. Наприклад: центроїда 1: 60; центроїда 2: 40; центроїда 3: 70.

Крок 3. Розрахунок відстаней до центроїд. Використовуємо Евклідову відстань для розрахунку відстаней між кожним фактором і кожною центроїдою:

- відстань між фактором 1 і центроїдою 1: $|66 - 60| = 6$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 2: $|66 - 40| = 26$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 3: $|66 - 70| = 4$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 1: $|33.25 - 60| = 26.75$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 2: $|33.25 - 40| = 6.75$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 3: $|33.25 - 70| = 36.75$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 1: $|51 - 60| = 9$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 2: $|51 - 40| = 11$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 3: $|51 - 70| = 19$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 1: $|38.5 - 60| = 21.5$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 2: $|38.5 - 40| = 1.5$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 3: $|38.5 - 70| = 31.5$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 1: $|70.75 - 60| = 10.75$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 2: $|70.75 - 40| = 30.75$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 3: $|70.75 - 70| = 0.75$.

Крок 4. Призначення факторів до кластерів. Призначаємо кожен фактор до кластера з найменшою відстанню до відповідної центроїди: фактор 1 - кластер 3, фактор 2 - кластер 1, фактор 3 - кластер 2, фактор 4 - кластер 2, фактор 5 - кластер 3.

Крок 5. Перерахунок центроїдів. Обчислюємо середнє значення факторів у кожному кластері:

- кластер 1: $(33.25 + 38.5) / 2 = 35.875$;
- кластер 2: $(51 + 38.5) / 2 = 44.75$;
- кластер 3: $(66 + 70.75) / 2 = 68.375$.

Крок 6: Повторення кроків 3-5. Повторюємо кроки 3-5 до збіжності або досягнення певної кількості ітерацій.

Розрахунки методу к-середніх продовжуються з оновленими значеннями центроїдів та призначеними факторами до кластерів.

Крок 3: розрахунок відстаней до центроїдів. На цьому етапі оновлюємо центроїди кожного кластера, а потім обчислюємо нові відстані між факторами та оновленими центроїдами.

Оновлення центроїд – кластер 1: 35.875; кластер 2: 44.75; кластер 3: 68.375.

Розрахунок відстаней:

- відстань між фактором 1 і центроїдою 1: $|66 - 35.875| = 30.125$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 2: $|66 - 44.75| = 21.25$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 3: $|66 - 68.375| = 2.375$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 1: $|33.25 - 35.875| = 2.625$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 2: $|33.25 - 44.75| = 11.5$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 3: $|33.25 - 68.375| = 35.125$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 1: $|51 - 35.875| = 15.125$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 2: $|51 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 3: $|51 - 68.375| = 17.375$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 1: $|38.5 - 35.875| = 2.625$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 2: $|38.5 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 3: $|38.5 - 68.375| = 29.875$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 1: $|70.75 - 35.875| = 34.875$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 2: $|70.75 - 44.75| = 26$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 3: $|70.75 - 68.375| = 2.375$.

Крок 4. Призначення факторів до кластерів. На цьому етапі призначаємо фактори до кластерів на підставі нових відстаней – фактор 1 - кластер 3, фактор 2 - кластер 1, фактор 3 - кластер 2, фактор 4 - кластер 2, фактор 5 - кластер 3.

Крок 5. Перерахунок центроїдів. Обчислюємо середнє значення факторів у кожному кластері з оновленими призначеннями:

- кластер 1: $(33.25) / 1 = 33.25$;
- кластер 2: $(51 + 38.5) / 2 = 44.75$;

- кластер 3: $(66 + 70.75) / 2 = 68.375$;

Крок 6. Повторення кроків 3-5. Повторюємо кроки 3-5 до досягнення збіжності або досягнення певної кількості ітерацій.

Оновлення центроїд – кластер 1: 33.25; кластер 2: 44.75; кластер 3: 68.375.

Розрахунок відстаней:

- відстань між фактором 1 і центроїдою 1: $|66 - 33.25| = 32.75$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 2: $|66 - 44.75| = 21.25$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 3: $|66 - 68.375| = 2.375$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 1: $|33.25 - 33.25| = 0$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 2: $|33.25 - 44.75| = 11.5$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 3: $|33.25 - 68.375| = 35.125$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 1: $|51 - 33.25| = 17.75$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 2: $|51 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 3: $|51 - 68.375| = 17.375$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 1: $|38.5 - 33.25| = 5.25$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 2: $|38.5 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 3: $|38.5 - 68.375| = 29.875$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 1: $|70.75 - 33.25| = 37.5$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 2: $|70.75 - 44.75| = 26$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 3: $|70.75 - 68.375| = 2.375$.

Крок 4. Призначення факторів до кластерів. На підставі оновлених відстаней між факторами та центроїдами призначаємо фактори до кластерів: фактор 1 - кластер 3, фактор 2 - кластер 1, фактор 3 - кластер 2, фактор 4 - кластер 2, фактор 5 - кластер 3.

Крок 5. Перерахунок центроїдів. Обчислюємо середнє значення факторів у кожному кластері з оновленими призначеннями:

- кластер 1: $(33.25 + 70.75) / 2 = 52$;
- кластер 2: $(51 + 38.5) / 2 = 44.75$;
- кластер 3: $(66) / 1 = 66$.

Крок 6. Повторення кроків 3-5. Оновлення центроїд: кластер 1: 52, кластер 2: 44.75, кластер 3: 66.

Розрахунок відстаней:

- відстань між фактором 1 і центроїдою 1: $|66 - 52| = 14$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 2: $|66 - 44.75| = 21.25$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 3: $|66 - 66| = 0$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 1: $|33.25 - 52| = 18.75$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 2: $|33.25 - 44.75| = 11.5$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 3: $|33.25 - 66| = 32.75$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 1: $|51 - 52| = 1$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 2: $|51 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 3: $|51 - 66| = 15$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 1: $|38.5 - 52| = 13.5$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 2: $|38.5 - 44.75| = 6.25$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 3: $|38.5 - 66| = 27.5$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 1: $|70.75 - 52| = 18.75$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 2: $|70.75 - 44.75| = 26$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 3: $|70.75 - 66| = 4.75$.

Крок 4. Призначення факторів до кластерів за оновленими відстанями: фактор 1 - кластер 3, фактор 2 - кластер 2, фактор 3 - кластер 2, фактор 4 - кластер 2, фактор 5 - кластер 3.

Крок 5. Перерахунок центроїдів:

- кластер 1: немає факторів;
- кластер 2: $(38.5 + 51 + 33.25) / 3 = 40.25$;
- кластер 3: $(66 + 70.75) / 2 = 68.375$.

Продовжимо цей цикл до досягнення стабільної кластеризації, коли фактори не змінюють свої призначення.

Крок. 3. Оновлення центроїд: кластер 1: немає факторів; кластер 2: 40.25; кластер 3: 68.375.

Розрахунок відстаней:

- відстань між фактором 1 і центроїдою 1: немає факторів;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 2: $|66 - 40.25| = 25.75$;
- відстань між фактором 1 і центроїдою 3: $|66 - 68.375| = 2.375$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 1: немає факторів;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 2: $|33.25 - 40.25| = 7$;
- відстань між фактором 2 і центроїдою 3: $|33.25 - 68.375| = 35.125$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 1: немає факторів;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 2: $|51 - 40.25| = 10.75$;
- відстань між фактором 3 і центроїдою 3: $|51 - 68.375| = 17.375$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 1: немає факторів;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 2: $|38.5 - 40.25| = 1.75$;
- відстань між фактором 4 і центроїдою 3: $|38.5 - 68.375| = 29.875$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 1: немає факторів;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 2: $|70.75 - 40.25| = 30.5$;
- відстань між фактором 5 і центроїдою 3: $|70.75 - 68.375| = 2.375$;

Крок 4. Призначення факторів до кластерів за оновленими відстанями: фактор 1 - кластер 3, фактор 2 - кластер 2, фактор 3 - кластер 2, фактор 4 - кластер 2, фактор 5 - кластер 3.

Крок 5. Перерахунок центроїдів:

- кластер 1: немає факторів;
- кластер 2: $(51 + 38.5 + 33.25) / 3 = 40.25$;
- кластер 3: $(66 + 70.75) / 2 = 68.375$.

На основі застосування методу к-середніх для аналізу п'яти факторів (фактор 1, фактор 2, фактор 3, фактор 4, фактор 5) з призначеними їм значеннями (фактор 1 - 66, фактор 2 - 33.25, фактор 3 - 51, фактор 4 - 38.5, фактор 5 - 70.75), була проведена кластеризація з метою визначення груп схожих факторів.

У результаті аналізу було сформовано три кластери. Фактори були призначені до кластерів на основі розрахованих відстаней між факторами та центроїдами кластерів. Після кількох ітерацій процесу кластеризації та перерахунку центроїдів досягнута стабільна кластеризація, коли фактори не

змінюють свої призначення. Зазначені кластери можуть вказувати на групування факторів з подібними характеристиками або взаємовідношеннями. Дані результати мають важливе значення для подальшого аналізу цих факторів та можуть сприяти виявленню паттернів (патерни, в контексті аналізу даних і статистики, вказують на повторювані структури, тренди або регулярності у наборі даних. Вони можуть виявлятися у вигляді специфічних зв'язків, взаємозв'язків або схожих характеристик між об'єктами або змінними. Патерни можуть мати різні форми і проявлятися на різних рівнях аналізу даних. Наприклад, вони можуть включати послідовності, групування, тенденції, аномалії, симетрію, циклічність тощо. Виявлення паттернів дозволяє зрозуміти структуру даних, ідентифікувати важливі залежності та зробити передбачення на основі цих знань. Патерни можуть бути виявлені за допомогою різноманітних аналітичних методів, таких як класифікація, кластеризація, регресійний аналіз, візуалізація даних та інші статистичні техніки. Вони грають важливу роль у розумінні та виявленні складних зв'язків в даних і можуть бути використані для прийняття обґрунтованих рішень та розробки стратегій в різних галузях, включаючи бізнес, медицину, фінанси, соціальні науки та інші) або залежностей між ними.

Висновки до другого розділу

1. Обґрунтовано, що для потреб управління бізнес-процесами застосовуються багато типів імітаційних моделей, які відрізняються за своїми характеристиками, методами та призначенням. Їх використовують відомі компанії для виконання різноманітних завдань, таких як оптимізація маршрутів, прогнозування попиту, аналіз ризиків тощо. Доведено, що усі проаналізовані типи моделей мають певні переваги та обмеження. Вони можуть базуватися на різних джерелах даних, таких як реальні дані, симульовані дані або їх комбінація. Аргументовано, що об'єктивність та достовірність інформації, отриманої з цих джерел, може варіюватись у

залежності від сутності даних, їх якості та доступності. Обґрунтовано, що імітаційне моделювання слід визнати потужним інструментом в управлінні бізнес-процесами, що дозволяє підприємствам прогнозувати, оптимізувати та приймати стратегічні рішення. Вибір конкретної імітаційної моделі та джерела даних має бути обґрунтованим на основі конкретних вимог та цілей підприємства. Таким чином, доведено, що підхід до вибору та застосування імітаційних моделей управління бізнес-процесами є ключовим для досягнення успіху в сучасному бізнес-середовищі.

2. Доведено, що підприємства, які мають досвід у застосуванні імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами здебільшого застосовують такі програмні продукти, як: Arena, AnyLogic, GPSS World, Process Charter 1.0.2, Powersim 2.01, Ithink 3.0.61, Extend+BPR 3.1, Vensim тощо. Аргументовано, що розвиток управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання найбільш активний у кількох векторах, а саме: виробництво, телекомунікації, фінансові послуги, логістика і торгівля, енергетика. Обґрунтовано, що у векторі «виробництво» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які займаються розробкою програмного забезпечення, приладобудуванням, виробництвом побутової техніки, автомобільного транспорту, сільськогосподарської продукції і харчових продуктів. Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «виробництво» найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є такі, як: продуктивність, час виробництва, використання ресурсів, якість, управління запасами. У векторі «фінансові послуги» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які займаються банківською, страховою діяльністю, а також наданням посередницьких фінансових послуг. Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «фінансові послуги» найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є такі, як: обсяг прибутку і рівень прибутковості, рівень ризику і стрес-тестування, кредитний ризик, грошові потоки, обсяг інвестицій, витрати та ефективність реалізації фінансових операцій. У векторі «логістика і

торгівля» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які займаються мережевою торгівлею, наданням логістичних послуг, послуг поштового зв'язку, а також транспортних послуг. Емпіричні дані вказують на те, що у векторі «логістика і торгівля» найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є: час доставки, обсяг витрат, пропускна здатність, надійність, інвентаризаційна інформативність, трафік, безпека. Виконані дослідження дозволяють стверджувати, що у векторі «енергетика» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які є операторами енергосистем. В цьому векторі найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є: попит на електроенергію, обсяг виробництва енергії, розподіл енергії, переривання енергопостачання, ефективність використання ресурсів. У векторі «телекомунікації» найчастіше імітаційне моделювання застосовують підприємства, які є операторами мобільного зв'язку. У даному векторі найбільш актуальними об'єктами, які фігурують у імітаційних моделях є: потенціал трафіку, рівень підтримки потоків (латентність), пропускна здатність, відповідність технічних засобів і програмних продуктів фактичним потребам (стійкість до аварійних ситуацій), ефективність використання ресурсів.

Таким чином, на основі проведених досліджень доведено, що використання імітаційного моделювання управління бізнес-процесами спрямоване на оптимізацію різних аспектів, які охоплюють: раціональне використання ресурсів, якість управління ризиками, ефективність витрат та інвестування, продуктивність, безпеку, зміну потреби та задоволення споживачів товарами і послугами. Однак, цілі побудови імітаційних моделей і вибрані параметри оптимізації можуть варіюватися залежно від пріоритетів підприємств і умов, в яких вони функціонують. Тому для успішного впровадження імітаційного моделювання необхідно використовувати адаптаційні механізми, що враховують специфіку конкретних бізнес-процесів і враховують вплив факторів прямої та опосередкованої дії.

3. На основі проведеної кластеризації методом к-середніх та призначення факторів до кластерів визначено, які фактори входять в кожен з трьох кластерів. Перший кластер, за своєю сутністю, є порожньою множиною - в ньому немає факторів, оскільки жоден з них не був призначений до цього кластеру на основі розрахованих відстаней. Другий кластер включає фактори 2, 3 та 4, третій - фактори 1 та 5. Ця інформація дозволяє згрупувати фактори за їх спільними властивостями або взаємозв'язками, що може бути корисним для подальшого аналізу та вивчення впливу цих факторів на досліджувану проблему або явище. Отже, можемо трактувати утворені кластери наступним чином: другий кластер, що включає фактори 2, 3 та 4, можна розглядати як кластер, пов'язаний з процесом оцінки та перевірки моделей. Він включає фактори, які стосуються валідації результатів та використання моделей для перевірки їх ефективності та точності. Цей кластер може вказувати на важливість проведення валідації та перевірки результатів моделювання, щоб забезпечити достовірність та надійність аналітичних рішень. Третій кластер, який містить фактори 1 та 5, пов'язаний з використанням результатів моделювання. Фактор 1, який відноситься до вибору відповідної імітаційної моделі, вказує на значення правильного підбору моделей для досягнення бажаних результатів. Фактор 5, що стосується компетентності аналітиків, підкреслює важливість кваліфікації та експертизи аналітичного персоналу для ефективного використання результатів моделювання. Цей кластер може свідчити про важливість правильного вибору моделей та залучення кваліфікованих фахівців для досягнення успішних аналітичних результатів.

Основні положення дисертації, які викладено у другому розділі і які є предметом наукової новизни виконаного дослідження, опубліковано в таких друкованих працях автора (Свірський, Ю.В., 2023а; Свірський, Ю.В., 2023b; Русин-Гриник, Р.Р., Косарєв, М.Ю. та Свірський, Ю.В., 2023; Свірський, Ю.В., 2024а; Свірський, Ю.В., 2023с; Свірський, Ю.В., 2023d; Свірський, Ю.В., 2023 е; Свірський, Ю.В., 2024b).

РОЗДІЛ 3. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОСНОВА СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО РОЗВИТКУ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Системний підхід до використання імітаційного моделювання для розвитку управління бізнес-процесами підприємства

Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання є важливим аспектом сучасного корпоративного управління, оскільки забезпечує можливість комплексного аналізу, оптимізації та адаптації управлінських рішень у змінних умовах.

При цьому важливим є застосування саме системного підходу, що дозволяє збільшити ефективність управління бізнес-процесами організації на основі використання імітаційного моделювання та інтеграції сучасних інформаційних технологій. Запропонований підхід передбачає створення динамічної цифрової моделі підприємства, яка функціонує як “жива” система, здатна адаптуватися до змін зовнішнього середовища та внутрішніх факторів впливу шляхом безперервної актуалізації даних і сценарного моделювання. Такий підхід дозволяє перейти від статичного до гнучкого управління, що особливо актуально в умовах високої динамічності ринку та нестабільного бізнес-середовища.

На відміну від існуючих підходів, де методи імітаційного моделювання використовуються переважно в академічному чи експериментальному середовищі без прямої інтеграції в операційну діяльність підприємств, запропонована концепція інтегрує моделі в реальний управлінський цикл (Рис.3.1).

Вона охоплює чотири ключові етапи: (1) формування цифрової копії підприємства як сукупності взаємопов'язаних бізнес-процесів з параметричним описом і функціональними зв'язками; (2) підключення до відповідних ІТ-систем для автоматичного збирання фактичних даних; (3)

проведення багаторазових ітераційних моделювань для виявлення слабких місць, побудови сценаріїв розвитку та тестування управлінських рішень; (4) ухвалення обґрунтованих управлінських рішень на основі порівняння прогнозних і фактичних результатів.

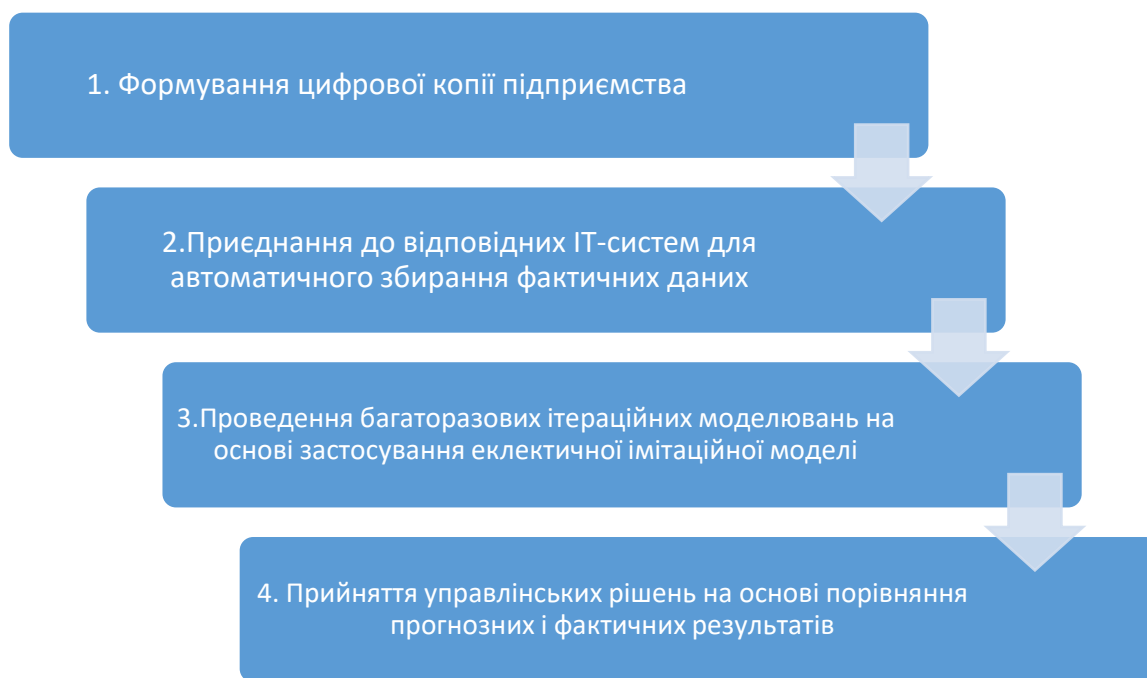


Рис.3.1. Схематичне відображення системного підходу до використання імітаційного моделювання для розвитку управління бізнес-процесами підприємства

Серед ІТ-систем, які інтегруються до моделі, можна виокремити кілька функціональних класів: системи обліку фінансових та матеріальних ресурсів (аналог ERP), системи управління взаємовідносинами з клієнтами (аналог CRM), платформи контролю виробничих процесів і ланцюгів постачання, модулі прогнозування попиту, системи контролю продуктивності персоналу, інструменти відеоаналітики зі штучним інтелектом, логістичні трекери, а також сервіси ВІ-аналітики. Включення таких систем забезпечує повний взаємозв'язок між емпіричними даними та імітаційною моделлю, що дозволяє суттєво підвищити точність прогнозування та якість ухвалення рішень.

Інноваційність підходу полягає у створенні еклектичної імітаційної моделі, яка дозволяє адаптивно налаштовувати ключові параметри процесів на основі фактичних даних і виявлених факторів впливу. Кожна нова ітерація дозволяє уточнити модель, звужити розрив між прогнозними і фактичними значеннями результатів, що підвищує достовірність управлінських рішень. Такий механізм є основою для побудови оптимальної моделі управління підприємством, орієнтованої не лише на підвищення ефективності, але й на забезпечення стійкості до зовнішніх впливів.

Таким чином, запропонований системний підхід дозволяє реалізувати нову парадигму управління бізнес-процесами, де ключовими інструментами виступають цифрове моделювання, автоматизований збір даних та сценарне прогнозування. Це дозволяє підприємству не лише оперативно реагувати на зміни, а й діяти проактивно, передбачаючи та формуючи стратегічні сценарії розвитку. Наукова новизна полягає в інтеграції моделювання, інформаційних технологій та управлінських практик у єдину систему з можливістю постійного самонавчання та розвитку.

Розроблений системний підхід є основою для побудови оптимальної моделі управління бізнес-процесами з врахуванням факторів, які характерні для окремих видів діяльності підприємств. Він робить можливим вирішення однієї з основних проблем сучасних підприємств - забезпечення ефективності планування та прогнозування діяльності підприємства в динамічних умовах сучасного бізнес-середовища на основі використання еклектичної імітаційної моделі.

Використання еклектичних моделей, які поєднують різні методи і підходи до моделювання, дозволяє враховувати багатовимірність бізнес-середовища, що є ключовим чинником у процесі прийняття рішень на всіх рівнях управління. Взаємозв'язок імітаційного моделювання з концепціями стратегічного, тактичного та операційного управління забезпечує послідовність і ефективність реалізації організаційних цілей. Стратегічний рівень управління спрямований на формування довгострокових цілей

підприємства, визначення ключових напрямів розвитку та адаптацію до змін у зовнішньому середовищі. Використання еклектичних моделей у стратегічному управлінні дозволяє оцінювати альтернативні сценарії розвитку, тестувати наслідки управлінських рішень та прогнозувати ризики. Поєднання методів системної динаміки та агентного моделювання дозволяє не лише враховувати макроекономічні фактори, а й аналізувати поведінку конкурентів, споживачів та інших зацікавлених сторін. Тактичний рівень управління зосереджується на деталізації стратегічних цілей та розробці механізмів їх реалізації у середньостроковій перспективі. Використання імітаційного моделювання на цьому рівні дає змогу оцінювати ефективність ресурсного планування, прогнозувати можливі операційні перешкоди та знаходити оптимальні рішення для їх подолання. Еклектичні моделі можуть інтегрувати методи аналізу мережових структур, систем масового обслуговування та процесного моделювання, що дозволяє забезпечити ефективний баланс між стабільністю та гнучкістю операційних процесів. Операційний рівень управління забезпечує реалізацію тактичних рішень у повсякденній діяльності організації. На цьому рівні імітаційне моделювання використовується для оптимізації внутрішніх процесів, зниження операційних витрат, підвищення продуктивності та забезпечення стійкості до змін. Поєднання методів дискретно-подійного моделювання, аналізу потоків даних та стохастичних моделей дозволяє оперативно виявляти вузькі місця у бізнес-процесах та адаптувати систему управління до змінних умов.

Окрім концепцій стратегічного, тактичного та операційного управління, у корпоративному управлінні широко застосовуються інші теоретичні підходи, які є релевантними для розвитку управління бізнес-процесами. Зокрема, концепція управління змінами відіграє важливу роль у впровадженні імітаційного моделювання, оскільки передбачає аналіз можливих перешкод, залучення персоналу до процесу трансформації та створення механізмів адаптації до нових умов. Використання еклектичних моделей дозволяє

прогнозувати наслідки змін та забезпечити поступовий перехід до нових методів управління.

Концепція управління знаннями також має тісний зв'язок з імітаційним моделюванням, оскільки забезпечує ефективне використання інформаційних ресурсів, збереження корпоративного досвіду та впровадження передових практик у процеси прийняття рішень. Інтеграція методів машинного навчання та аналізу великих даних (big data) у процес моделювання дозволяє підприємствам формувати більш точні прогнози, покращувати якість управлінських рішень та мінімізувати ризики.

Концепція управління ризиками є ще одним важливим аспектом, який доповнює розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання. З огляду на високу невизначеність у сучасному бізнес-середовищі, еклектичні моделі можуть поєднувати методи сценарного аналізу, стохастичного моделювання та аналізу чутливості для визначення критичних ризиків та розробки стратегій їх мінімізації.

Враховуючи зростаючу роль технологічних інновацій, концепція цифрової трансформації також стає невід'ємною частиною управління бізнес-процесами. Використання еклектичних моделей у рамках цифрової трансформації дозволяє підприємствам інтегрувати технології автоматизації, штучного інтелекту та аналітики даних для покращення ефективності операцій, підвищення точності прогнозування та оптимізації бізнес-процесів у режимі реального часу.

Таким чином, розвиток управління бізнес-процесами через імітаційне моделювання та використання еклектичних моделей забезпечує комплексний підхід до оптимізації діяльності підприємства. Інтеграція методів аналізу різних рівнів управління та врахування сучасних концепцій корпоративного менеджменту дозволяють підприємствам формувати гнучкі стратегії, адаптуватися до змін і підвищувати конкурентоспроможність у динамічному середовищі.

Отже, еклектична імітаційна модель, застосування якої має важливе значення для реалізації системного підходу до розвитку управління бізнес-процесами підприємства – це модель, яка поєднує найкращі аспекти різних підходів для створення комплексної моделі, що враховує різноманітні фактори та аспекти системи, що моделюється. Наприклад, еклектична імітаційна модель управління бізнес-процесами підприємства може поєднувати стохастичні моделі, системи масового обслуговування, методи агентного моделювання та інші підходи. Це дозволяє враховувати різні типи невизначеності, взаємодію агентів та деталізацію різних аспектів системи.

Еклектична модель відрізняється від інших моделей тим, що вона не прив'язується до якогось одного підходу чи методології, а інтегрує найкращі аспекти різних методів для створення комплексної та багатофункціональної системи. Її унікальність полягає в гнучкості, адаптивності та здатності враховувати багатofакторні взаємозв'язки між елементами системи, що досліджується. На відміну від традиційних моделей, які часто базуються на єдиній теоретичній основі (наприклад, стохастичних рівняннях, системній динаміці або агентному підході), еклектична модель комбінує різні підходи, дозволяючи отримати більш реалістичний і детальний аналіз складних процесів.

Однією з ключових особливостей еклектичної моделі є її здатність до інтеграції методів, які мають різну природу. Наприклад, у сфері управління бізнес-процесами вона може поєднувати стохастичні моделі, що описують випадкові процеси, з системами масового обслуговування, які аналізують потоки ресурсів і клієнтів, а також з агентним моделюванням, яке дозволяє враховувати поведінку окремих учасників ринку. Це забезпечує більш точне відображення реальної картини бізнес-середовища, де одночасно діють детерміновані та ймовірнісні фактори.

Ще однією важливою відмінністю еклектичної моделі є її адаптивність до змінних умов. Тоді як класичні математичні або аналітичні моделі часто вимагають жорстко визначених параметрів і припущень, еклектичні моделі

можуть оновлюватися та змінюватися в режимі реального часу залежно від нових даних та змін у зовнішньому середовищі. Це робить їх незамінними в умовах високої невизначеності, які характерні для сучасного бізнесу.

Щодо порівняння з іншими моделями, детерміновані моделі будуються на точних рівняннях та формальних залежностях між змінними, що робить їх ефективними для аналізу стабільних і передбачуваних процесів, але недостатньо гнучкими для врахування випадкових факторів. Стохастичні моделі, навпаки, враховують невизначеність, але часто оперують ймовірнісними параметрами без детального відображення структури системи. Агентні моделі добре імітують взаємодію окремих елементів системи, але можуть бути складними для реалізації та вимагають значних обчислювальних ресурсів. Еклектична модель, поєднуючи різні підходи, дозволяє компенсувати недоліки кожного з них та отримувати більш точні й корисні результати.

Унікальність еклектичної моделі також полягає в можливості її адаптації до різних рівнів управління. Вона може бути використана на стратегічному рівні для прогнозування сценаріїв розвитку підприємства, на тактичному рівні для аналізу ефективності впровадження певних рішень, а також на операційному рівні для оптимізації щоденних бізнес-процесів. Таким чином, еклектична модель забезпечує не лише широту аналітичних можливостей, а й практичну застосовність у різних аспектах управління.

Завдяки поєднанню різних підходів, еклектична модель створює багатовимірне представлення системи, що дозволяє керівникам ухвалювати більш обґрунтовані та адаптивні рішення. Це робить її особливо цінною для сучасного бізнесу, де необхідно оперативно реагувати на зміни, враховувати складні взаємозв'язки між процесами та знаходити оптимальні рішення навіть у невизначених умовах.

Враховуючи таке бачення поняття «еклектична імітаційна модель» наведемо умовний приклад такої моделі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Технологія формування еклектичної імітаційної моделі

Порядкові номери етапів технології	Етапи технології	Зміст етапів
1	Вибір об'єкта імітації	Бізнес-процеси виробничого підприємства
2	Встановлення параметрів та залежностей моделі	- кількість працівників у різних відділах (виробництво, розробка, маркетинг, логістика і т.д.); - кількість замовлень, що надійшли, та їх терміни виконання; - рівень автоматизації бізнес-процесів; - час, потрібний для обробки замовлення від отримання до виконання; - витрати на виробництво, замовлення та логістику; - показники якості, включаючи кількість бракованих виробів та рівень задоволеності клієнтів
3	Формування моделей	- моделювання виробничих процесів, що використовує системи масового обслуговування та черги; - побудова моделі планування ресурсів та виробничого графіка, що базується на оптимізаційних алгоритмах; - моделювання попиту на продукцію та маркетингових стратегій, що використовує агентне моделювання
4	Генерування даних про початкові умови та введення даних	- початкова кількість працівників у відділах; - вхідні дані про замовлення, включаючи обсяг, терміни та вимоги клієнтів; - рівень автоматизації процесів та ступінь використання технологій інтернету речей (IoT) або штучного інтелекту (AI);

		- вартість ресурсів та часу на виробництво, логістику та доставку
5	Алгоритмізація імітації	- розроблення алгоритму, який симулює роботу підприємства на основі математичних моделей та вхідних даних із урахуванням вищенаведених параметрів та залежностей; - імітування виконання бізнес-процесів, замовлень та руху ресурсів на підприємстві; - аналізування показників продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів
6	Ітерація та аналіз результатів	- виконання імітаційних експериментів, що передбачає зміну параметрів та вхідних даних; - аналізування результатів, порівняння зі стандартами, вимогами та цілями підприємства; - внесення змін до моделі та алгоритму для покращення продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів

Примітка: побудовано дисертантом

Ці шість етапів взаємопов'язані та утворюють замкнутий цикл процесу імітаційної моделі. Так, на етапі «Параметри та залежності» визначаються основні фактори та залежності, що впливають на діяльність підприємства. Ці параметри включають кількість працівників, обсяг замовлень, рівень автоматизації, час обробки та інші важливі показники. На етапі «Формування математичних моделей» ці параметри та залежності застосовуються для розробки математичних моделей, які описують бізнес-процеси підприємства. Ці моделі передбачають взаємодію різних факторів та оцінювання їх впливу на продуктивність та ефективність. На етапі «Генерування даних про початкові умови та введення даних» відбувається використання вихідних даних та параметрів для створення сценаріїв імітації. Ці дані обмежуються

початковою кількістю працівників, обсягом вхідних замовлень, рівнем автоматизації тощо. На етапі «Алгоритмізація імітації» виконується сама імітація роботи підприємства на основі розроблених математичних моделей та вхідних даних. Алгоритм моделює виконання бізнес-процесів, замовлень та руху ресурсів на підприємстві. На етапі «Ітерація та аналіз результатів» проводяться імітаційні експерименти із урахуванням очікуваних параметрів моделі та вхідних даних. Результати аналізуються, порівнюються із значеннями параметризованих цілей підприємства. Виявлені відхилення вносяться до моделі та алгоритму імітації для досягнення оптимальних результатів моделювання. Отже, цей процес циклу повторюється кілька разів, дозволяючи підприємству постійно вдосконалювати власні бізнес-процеси, враховуючи різні параметри, залежності та результати аналізу. Повторні ітерації сприяють досягненню більшої ефективності, оптимізуванню використання ресурсів та підвищенню якості продукції.

Зупинимось детальніше на етапі формування математичних моделей (див. табл. 3.1, етап 3), а саме моделі виробничих процесів, що використовує системи масового обслуговування та черги, моделі планування ресурсів та виробничого графіка, що базується на оптимізаційних алгоритмах, а також моделі попиту на продукцію та маркетингових стратегій, що використовує агентне моделювання.

Модель виробничих процесів, яка базується на системах масового обслуговування та черг, можна описати за допомогою математичних формул, які враховують розподіл часу та потік замовлень у системі. Основні поняття, які використовуються в моделі, включають наступні:

λ – інтенсивність вхідного потоку замовлень (кількість замовлень на одиницю часу);

μ – середня інтенсивність обслуговування (кількість замовлень, що обслуговуються за одиницю часу);

c – кількість доступних каналів обслуговування (працівників, машин, ресурсів і т.д.).

Опис моделі системи масового обслуговування та черги може бути наступним:

1. Вхідний потік замовлень – генерування значення λ ;
2. Опис обслуговування на основі значень μ і c ;
3. Черга. Система масового обслуговування передбачає наявність черги для замовлень, які не можуть бути обслужені відразу.
4. Взаємозалежність між інтенсивністю вхідного потоку, інтенсивністю обслуговування та ряду каналів обслуговування. У стаціонарному стані моделі систем масового обслуговування, рівень замовлень в черзі буде залежати від рівня вхідного потоку та інтенсивності обслуговування.

Математична формула, яку можна використати для опису моделі черги, - формула для розрахунку середньої довжини черги (L) в системі масового обслуговування (3.1):

$$L = \lambda / (\mu - \lambda) \quad (3.1)$$

Наведемо ще низку формул для розрахунку деяких показників системи масового обслуговування, а саме показників ефективності та продуктивності системи масового обслуговування, зокрема, середню довжину черги, середній час очікування та ймовірність відмови (3.2-3.4):

- середня довжина черги (L): $L = \lambda / (\mu - \lambda)$; (3.2)

- середній час очікування в черзі (W): $W = L / \lambda$, (3.3)

де W – середній час очікування в черзі;

- ймовірність відмови (P_0): $P_0 = 1 - (\lambda / \mu)$ (3.4)

де P_0 – ймовірність відмови (черга порожня, немає замовлень в черзі).

Модель планування ресурсів та виробничого графіка, що базується на оптимізаційних алгоритмах, може бути описана за допомогою математичних формул, які враховують обмеження та цілі планування. Основні поняття, які використовуються в моделі, включають наступні:

x_i – обсяг ресурсу (працівників, машин, матеріалів і т.д.) використаного в ділянці i ;

y_i – обсяг продукції, виготовленої на ділянці i ;

T_i – час виконання ділянки i ;

C_i – обмеження на кількість доступного ресурсу на ділянці i ;

Опис моделі планування ресурсів та виробничого графіка може бути таким:

1. Визначення обмежень та цілей:

- мінімізувати витрати, максимізувати продуктивність, задовольнити вимоги клієнтів тощо;
- врахування обмежень ресурсів, часу та вимог клієнтів.

2. Опис зв'язків між ресурсами, продукцією та часом:

- кількість продукції y_i на ділянці i залежить від усього використаного ресурсу x_i та часу виконання T_i ;
- обмеження на кількість доступного ресурсу: $x_i \leq C_i$.

3. Визначення функції витрат або продуктивності. Функція витрат або продуктивності $F(x)$ залежить від кількості використаних ресурсів x_i та вимог планування.

4. Оптимізаційний алгоритм. Застосування оптимізаційного алгоритму для знаходження набору значень x_i , які мінімізують функцію витрат або максимізують продуктивність при врахуванні обмежень та цілей.

Математична формула для опису моделі планування ресурсів та виробничого графіка може бути у вигляді наступного оптимізаційного завдання:

мінімізувати $F(x)$ з урахуванням: $x_i \leq C_i$, $y_i = f(x_i, T_i)$, $T_i = g(x_i)$,

де $F(x)$ – функція витрат або продуктивності, x_i – кількість ресурсу на ділянці, C_i – обмеження на кількість доступного ресурсу на ділянці, y_i – кількість продукції на ділянці, $f(x_i, T_i)$ – функція, яка залежить від кількості ресурсу та часу, T_i – час виконання ділянки і $g(x_i)$ – функція, яка залежить від ресурсу.

Одиниці вимірювання в цій моделі залежать від конкретного контексту та типу ресурсу. Наприклад, кількість працівників може бути виміряна в

особах, кількість продукції – в одиницях товару, а час – у годинах або днях. Обмеження на ресурси також можуть бути виражені у відповідних одиницях, наприклад, кількості працівників, машин або матеріалів.

Отже, $F(x)$ у моделі планування ресурсів та виробничого графіка представляє собою функцію витрат або продуктивності, яка залежить від кількості використаних ресурсів x_i та вимог цілей планування. Опишемо цю функцію в загальному вигляді (3.5):

$$F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n), \quad (3.5)$$

де w_i – ваговий коефіцієнт, що відображає значимість функції $f_i(x_i)$

$f_i(x_i)$ – функція, яка описує вплив кількості ресурсу x_i на витрати або продуктивність.

Кожна функція $f_i(x_i)$ може мати власну форму та залежати від специфіки планування ресурсів та виробничого процесу. Наприклад, це може бути лінійна функція, квадратична функція, експоненціальна функція або будь-яка інша форма, яка відображає залежність між деякими ресурсами та витратами чи продуктивністю.

Коефіцієнти w_i визначаються на основі пріоритетів та важливості кожної функції. Вони можуть бути задані вручну або визначені за допомогою аналізу даних та оптимізаційних методів. В аналізі даних та оптимізаційних методів визначення значень коефіцієнтів w_i в моделі планування ресурсів та виробничого графіка можна реалізувати наступними способами: експертна оцінка (значення коефіцієнтів можуть бути задані вручну експертами, які мають глибокі знання про ділові процеси, пріоритети та важливість кожної функції. Експерти можуть використовувати свій професійний досвід та експертні знання для визначення вагових коефіцієнтів); аналіз даних (значення коефіцієнтів можуть бути визначені шляхом аналізу ретроспективних даних про роботу підприємства або моделювання виробничих процесів. Застосування статистичних методів, таких як регресійний аналіз або машинне навчання, може допомогти визначити кореляцію між кількістю ресурсів та витратами або продуктивністю); оптимізаційні методи (значення коефіцієнтів

можуть бути визначені за допомогою оптимізаційних алгоритмів, які максимізують продуктивність або мінімізують витрати з врахуванням обмежень. Наприклад, можна розробити метод лінійного програмування, еволюційні алгоритми, генетичні алгоритми або інші оптимізаційні методи для збереження оптимальних вагових коефіцієнтів). Вибір конкретного підходу до визначення значень коефіцієнтів w_i залежить від доступних даних, обмежень та особливостей конкретного планового сценарію. Стандартна комбінація експертної оцінки, аналізу даних та оптимізаційних методів дозволяє отримати оптимальні значення w_i , які відображають важливість та переваги всіх функцій у моделі планування.

Відзначимо, що певний вигляд функції $F(x)$ залежить від конкретного планового сценарію та вимог бізнесу. У реальних задачах планування ресурсів та виробничого графіка функція $F(x)$ буде специфічною для кожного підприємства та його конкретних потреб.

Модель попиту на продукцію, яка базується на маркетинговій стратегії та використовує агентське моделювання, може бути описана за допомогою наступних математичних формул (3.6):

$$D = f(P, P_r, P_c, S, M, T, O), \quad (3.6)$$

де D – попит на продукцію; P – ціна продукту; P_r – ціна конкурентів; P_c – ціна споживчої корзини; S – витрати на маркетингові заходи (наприклад, рекламні витрати, знижки, промоакції); M – ринкові фактори (наприклад, рівень доходу, кількість споживачів, тенденції споживання); T – час (наприклад, сезонність, тренд); O – інші фактори впливу (наприклад, інноваційність продукту, репутація бренду тощо)

Формула $D = f(\dots)$ визначає залежність між вищезазначеними факторами та попитом на продукцію.

Формула визначення обсягу продажів (3.7):

$$S = \min(D, Q), \quad (3.7)$$

де S – обсяг продаж; D – обсяг попиту на продукцію; Q – обсяг товару, доступного для продажу.

Формула (3.7) $S = \min(\dots)$ виражає обмеження продажу, яке залежить від наявності товару на складі.

Одиниці вимірювання в моделі попиту на продукцію залежать від конкретного контексту та виробничого сектора. Наприклад, ціна продукту може бути виміряна у валюті (долари, євро і т. д.), кількість товару - у штуках або кілограмах, рекламні витрати – у грошових одиницях, час – у днях, місяцях або сезонах. Одиниці вимірювання повинні відповідати конкретним параметрам та змінним, які використовують у моделі.

Моделі виробничих процесів, що використовують системи масового обслуговування та черги, планування ресурсів та виробничого графіка, що базуються на оптимізаційних алгоритмах, а також моделі попиту на продукцію та маркетингових стратегій, що використовують агентне моделювання можуть бути пов'язані між собою наступним чином:

1. Вплив попиту на продукцію (D) на продуктивність системи масового обслуговування (L): У моделі $L = \lambda / (\mu - \lambda)$, λ може відповідати попиту на продукцію (D). Це можна інтерпретувати як вхідну інтенсивність (розмір черги) в системі масового обслуговування. У цьому випадку μ відповідає пропускній здатності системи (швидкість обробки замовлень). Таким чином, збільшення попиту на продукцію може призвести до збільшення розміру черги, що може вплинути на продуктивність системи масового обслуговування.
2. Врахування коефіцієнтів вагомості (w_i) у моделі планування ресурсів ($F(x)$). У моделі $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n)$, кожна функція $f_i(x_i)$ може відповідати показнику або характеристиці, яку потрібно отримати в процесі планування ресурсів. Кожному $f_i(x_i)$ відповідає певний коефіцієнт вагомості. Це означає, що показники, які мають більші ваги, будуть мати більший вплив на результати планування ресурсів. Значення D , яке відповідає попиту на продукцію із моделі ($D = f(P, P_r, P_c, S, M, T, O)$), може бути використане у моделі планування ресурсів $F(x)$. У моделі $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n)$, функція $f_i(x_i)$ відповідає певному

показнику або характеристикам, які використовують для планування ресурсів. Таким чином, якщо показник D розглядати як змінну, що враховується при плануванні ресурсів, то його вага (w_D) може бути встановлена, щоб відобразити його значущість у контексті інших показників. Зазвичай, ваги кожного показника встановлюються на основі пріоритетів та важливості кожної характеристики в контексті конкретної ситуації. Таким чином, показник D , який відповідає попиту на продукцію, може бути одним із показників, які використані в моделі планування ресурсів $F(x)$. Вага (w_D) показника D у моделі $F(x)$ встановлюється для досягнення бажаних результатів і відображення його значущості в порівнянні з іншими показниками.

Таким чином, моделі $L = \lambda / (\mu - \lambda)$, $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n)$ та $D = f(P, P_r, P_c, S, M, T, O)$ можуть бути пов'язані через взаємозв'язок між попитом на продукцію, продуктивністю системи масового обслуговування та показниками, які використовують для планування ресурсів та виробничого графіка (рис. 3.2).

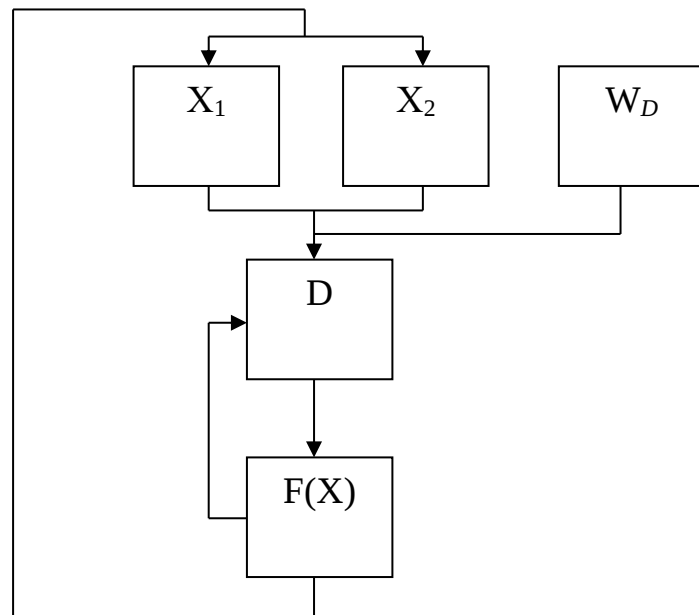


Рис. 3.2. Структура еклектичної моделі імітаційного моделювання

Примітки: побудовано дисертантом. Умовні позначення —
 $(P, P_r, P_c, S, M, T, O) \square X_1$; $L = f(\lambda, \mu, c) \square X_2$.

Окремої уваги заслуговує також етап алгоритмізації імітації (див. табл. 3.1, етап 5). Алгоритм моделювання роботи підприємства на основі математичних моделей і вхідних даних може бути описаний наступним чином:

1. Вхідні дані:

- попит на продукцію (D). Попит на продукцію, який може бути представлений числовим значенням або функцією від різних факторів (P, P_r, P_c, S, M, T, O);
- параметри системи масового обслуговування: λ – вхідна інтенсивність, що відповідає попиту на продукцію (D); μ – пропускна здатність системи масового обслуговування, швидкість обробки замовлень;
- коефіцієнти вагомості $w_1, w_2, \dots, w_n$, що відображають важливість кожного показника або характеристики при плануванні ресурсів;
- показники або характеристики ($f_1, f_2, \dots, f_n$), які використовують для планування ресурсів і є функціями від різних факторів ($x_1, x_2, \dots, x_n$).

2. Обчислення продуктивності системи масового обслуговування (L). Використовуючи формулу (3.1) $L = \lambda / (\mu - \lambda)$, де λ відповідає попиту на продукцію (D), а μ – пропускна здатність системи, можна обчислити продуктивність системи масового обслуговування.

3. Планування ресурсів ($F(x)$). Використовуючи формулу (3.5) $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n)$, де $w_1, w_2, \dots, w_n$ – ваги, а $f_1, f_2, \dots, f_n$ – показники, що характеризують обсяг ресурсів, які планується використовувати під час виробництва.

4. Врахування показника D у моделі планування ресурсів. Якщо показник D розглядається як змінний, що враховується при плануванні ресурсів, то можна включити його у формулу $F(x)$ з відповідною вагою (w_D). Таким чином, формула $F(x)$ може виглядати наступним так: $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_D * f_D(x_D) + \dots + w_n * f_n(x_n)$.

5. Симуляція роботи підприємства передбачає:

- задання початкових значень параметрів;

- виконання обчислень продуктивності системи масового обслуговування (L) з врахуванням попиту на продукцію (D);
- обчислення обсягу ресурсів, які необхідні для виробництва ($F(x)$) з врахуванням ваги кожного показника та значення показника D ;
- оновлення значень показників відповідно до потреб моделювання;
- повторення кроків попереднього пункту для кожного кроку симуляції або максимальної тривалості (це може бути застосовано, наприклад, для моделювання динамічної зміни показників у часі. Після кожного кроку моделювання або одного проміжку часу обчислення виконується знову з оновленими значеннями параметрів та показників. Це дозволяє проводити зміни в системі, реагувати на нові дані, а також аналізувати динаміку та ефективність процесів у режимі реального часу. Максимальна тривалість цього процесу може обмежуватись певним проміжком часу, за який відбувається симуляція, або досягненням певної умови чи цілі, якої потрібно досягти. Якщо максимальна тривалість досягнута, симуляція зупиняється, а результати аналізу використовуються для подальшого навчання, прийняття рішень або планування дій на підприємстві. Таким чином, повторення кроків попереднього пункту для кожного кроку симуляції або максимальної тривалості дозволяє провести детальний аналіз та моделювати бізнес-процеси незалежно від змінених умов та реагувати на них у реальному часі).

6. Вивід результатів:

- отримання значення продуктивності системи масового обслуговування (L);
- отримання значення планування ресурсів ($F(x)$).

Цей алгоритм може бути реалізований за допомогою програмування, де вхідні дані будуть задані, а розрахунок проводитиметься за вищезазначеними формулами.

Імітація виконання бізнес-процесів, замовлень та руху ресурсів на підприємстві може бути описана за допомогою наступних математичних формул:

1. Модель системи масового обслуговування:

- вхідна інтенсивність (λ) – представляє попит на продукцію (D);
- пропускна здатність (μ) – швидкість обробки замовлень системою;
- розмір черги (Q) – відображає кількість замовлень, що чекають на обробку.

2. Модель планування ресурсів:

- функції характеристики ($f_1, f_2, \dots, f_n$) – представляють різні показники або характеристики, які використовують для планування ресурсів;
- значення факторів ($x_1, x_2, \dots, x_n$) – вхідні параметри, які впливають на значення характеристики функції.

3. Показник попиту на продукцію (D). Значення цього показника залежить від різних факторів P, Pr, Pc, S, M, T, O.

4. Планування ресурсів ($F(x)$): $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_D * f_D(x_D) + \dots + w_n * f_n(x_n)$, де $w_1, w_2, \dots, w_n$ – ваги, які відображають важливість кожного показника або характеристики, а $f_1, f_2, \dots, f_n$ – функції, які залежать від факторів $x_1, x_2, \dots, x_n$.

5. Симуляція роботи підприємства:

- задання початкових значень параметрів і показників;
- розрахунок продуктивності системи масового обслуговування (L) з використанням формули $L = \lambda / (\mu - \lambda)$ і врахування попиту на продукцію (D);
- розрахунок значення планування ресурсів ($F(x)$) з використанням формул $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_D * f_D(x_D) + \dots + w_n * f_n(x_n)$;
- оновлення значень показників відповідно до потреб моделювання;
- повторення кроків попереднього пункту для кожного кроку симуляції або максимальної тривалості.

У цьому моделюванні значення показників попиту на продукцію (D), продуктивності системи масового обслуговування (L) та планування ресурсів ($F(x)$) розраховуються за допомогою математичних формул, які враховують вхідні дані та параметри системи. Використовуючи цей алгоритм, можна імітувати роботу підприємства, аналізувати його ефективність та приймати рішення щодо оптимізації виробничих процесів.

Процес аналізу показників продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів може бути описаний за допомогою наступних математичних формул та показників:

1. Продуктивність бізнес-процесів:

- загальна продуктивність (TP) – сумарна кількість виконаних одиниць роботи протягом певного періоду часу;
- продуктивність на одну одиницю ресурсу (PPR) – відношення загальної продуктивності до всіх використаних ресурсів.

2. Якість бізнес-процесів:

- індекс якості (QI) – відношення обсягу продукції, яка задовольняє всі параметри якості до загальної кількості виготовленої продукції;
- відсоток браку (B) – відношення кількості бракованої продукції до загальної кількості виготовленої продукції.

3. Ефективність бізнес-процесів:

- коефіцієнт використання ресурсів (UR) – відношення кількості фактично використаних ресурсів до загальної кількості доступних ресурсів (ресурсів наявних на складі);
- часова ефективність (TE) – відношення загального часу, необхідного для виконання бізнес-процесу, до часу, який витрачається фактично на цей бізнес-процес.

Аналізуючи ці показники, можна отримати оцінку продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів. Враховуючи їх значення, можливим є

прийняття рішення щодо вдосконалення процесів, визначення проблемних областей та впровадження відповідних стратегій для покращення роботи підприємства.

Завершальний етап еkleктичного імітаційного моделювання – це ітерація та аналіз результатів (див. табл. 3.1, етап 6). У нашому випадку цей етап передбачає: виконання імітаційних експериментів, що передбачає зміну параметрів та вхідних даних; аналізування результатів, порівняння зі стандартами, вимогами та цілями підприємства; внесення змін до моделі та алгоритму для покращення продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів. Розглянемо виконання цих завдань детальніше.

Процес виконання імітаційних експериментів зі зміною параметрів та вхідних даних можна описати наступним чином:

1. Вхідні дані: P_0 – початкові значення параметрів та вхідних даних; P – діапазони зміни параметрів та вхідних даних.
2. Створення експериментального плану: P_i – множина значень параметрів та вхідних даних, які розглядаються під час експерименту; E – експериментальний план, що складається з комплексу значень параметрів та вхідних даних.
3. Виконання імітаційних експериментів для кожної комбінації значень параметрів та вхідних даних (P_i в E):
 - задання нових значень параметрів та вхідних даних ($P = P_i$);
 - симуляція з оновленими значеннями параметрів та вхідних даних;
 - збереження результатів симуляції для подальшого аналізу.
4. Аналіз результатів експериментів (R):
 - аналізування результатів моделювання для різних комбінацій значень параметрів та вхідних даних;
 - виведення та порівняння вихідних показників продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів;

- виділення оптимальних значень параметрів та вхідних даних, які призводять до найкращих результатів.

Отже, P_0 вказує вихідні значення параметрів і вхідних даних, які використовують в експериментах. R визначає зони зміни цих параметрів і вхідних даних. Наприклад, якщо ми маємо параметр «час» і його початкове значення $P_0 = 10$, а параметр зміни $R = [5, 15]$, це означає, що час може змінюватися від 5 до 15.

P_i представляє комбінацію значень параметрів та вхідних даних з експериментального плану E . Експериментальний план E включає комбінацію різних значень параметрів та вхідних даних, які ми хочемо випробувати в рамках нашого дослідження. Наприклад, якщо маємо два параметри – A і B , і хочемо випробувати комбінацію $A = [1, 2]$ і $B = [3, 4]$, то план експерименту E може бути виконано в комбінаціях $(A=1, B=3)$, $(A=1, B=4)$, $(A=2, B=3)$ і $(A=2, B=4)$.

Після визначення значень параметрів та вхідних даних з експериментального плану E необхідно запустити моделювання з оновленими значеннями цих параметрів та вхідних даних. Модель або симуляція² генерують результати, які відображають цей ефект значущості на вихідні показники або характеристики системи³.

² Модель і симуляція є пов'язаними і використаними в сукупності. Модель надає формальний фреймворк ((англ. framework) – це платформа або основа для розробки програмного забезпечення, яка структурує загальні функціональні можливості та набір інструментів для спрощення процесу розробки) для опису системи та визначення параметрів, а симуляція використовує цю модель для процесів імітації та отримання результатів. У реальності терміни «модель» та «симуляція» часто застосовуються взаємозамінно і можуть мати відтінки значення залежно від контексту та предметної області. Таким чином, модель і симуляція є двома підходами до вивчення системи або процесу, і вони можуть використовуватися окремо або в комплексі для досягнення поставлених цілей дослідження.

³ Модель або симуляція, яка використовується для дослідження або процесу, дає можливість отримати системі результати, які відображають вплив на значущість параметрів і вхідних даних на вихідні показники або характеристики системи. У процесі моделювання або симуляції використовуються математичні або статистичні моделі, алгоритми або програми, щоб описати систему або досліджуваний процес. Встановлюючи значення параметрів та вхідних даних, запускається модель або симуляція і отримуються результати. Ці результати можуть бути вихідним показниками або характеристиками досліджуваної

Результати моделювання або симуляції можуть бути проаналізовані для знаходження оптимальної комбінації значень параметрів та вхідних даних. Це може включати порівняння різних комбінацій, вивчення впливу цих значень на вихідні показники, та визначення комбінації, яка дає найкращі результати за визначеною цільовою функцією або метрикою.

Отже, у цьому процесі P_0 і R використовують для визначення вихідних значень параметрів і параметрів їх зміни, а P_i створюють комбінацію значень параметрів та вхідних даних з експериментального плану E . Запускаючи моделювання або симуляцію з оновленими значеннями параметрів та вхідних даних, отримуємо результати, які можна проаналізувати для знаходження оптимальної комбінації значень параметрів.

Аналіз результатів можна проводити шляхом порівняння вихідних показників бізнес-процесів, вивчення продуктивності, якості та ефективності. Застосовуючи математичні методи, можна знайти оптимальні значення параметрів та вхідних даних, які максимізують чи мінімізують певні показники в контексті досліджуваного підприємства.

Задачі пошуку оптимальних значень параметрів і вхідних даних можуть бути сформульовані за допомогою математичної моделі. Використовуючи методи оптимізації, знаходиться комбінація параметрів та вхідних даних, яка максимізує або мінімізує певну цільову функцію або показник. Так, нехай цільова функція, яку необхідно максимізувати або мінімізувати, позначена як $F(P)$, де P включає параметри та вхідні дані. Тоді завдання оптимізації може бути сформульовано як максимізація ($\max F(P)$) або мінімізація ($\min F(P)$). При цьому P_0 – початкові значення параметрів та вхідних даних, а R – параметри зміни показників та вхідних даних. Для обмеження на параметри та вхідні дані

системи. Наприклад, це може бути час обслуговування, кількість замовлень, ефективність ресурсів, якість продукції, вартість виробництва тощо. Результати відображають, як зміна значень параметрів і вхідних даних впливає на ці вихідні показники або характеристики системи. Отже, модель або симуляція генерують результати, які демонструють вплив значущих параметрів і вхідних даних на вихідні показники або характеристики системи, допомагаючи зрозуміти і проаналізувати цей вплив.

можна використовувати додаткові умови. Наприклад, задані нерівності або рівності, які обмежують функції допустимих значень (3.8):

$$g(P) \leq 0; h(P) = 0, \quad (3.8)$$

де $g(P)$ та $h(P)$ – функції, які виражають обмеження.

Для розв'язання завдань оптимізації можна використовувати різноманітні алгоритми та методи, такі як градієнтний спуск, методи Монте-Карло, еволюційні алгоритми, симуляційні аналоги, методи лінійного або нелінійного програмування та інші. Загальна схема розв'язання завдань оптимізації включає в себе ітеративний процес, у якому значення параметрів та вхідних даних оновлюються на кожному кроці відповідно до обраного алгоритму оптимізації. Повторення цього процесу зі зміною значень параметрів та вхідних даних дозволяє зберегти оптимальну комбінацію, що максимізує або мінімізує цільову функцію. За допомогою застосування математичних методів оптимізації знаходяться оптимальні значення параметрів та вхідних даних, які сприяють досягненню найкращих результатів у контексті досліджуваного підприємства.

Процес аналізу результатів включає порівняння отриманих результатів зі стандартами, вимогами та цілями підприємства. У формалізованому вигляді це можна описати таким чином:

1. Порівняння результатів зі стандартами. Нехай R є множиною результатів, отриманих у ході експериментів або симуляцій, а S є множиною стандартів або вимог, які встановлені для певних показників або характеристик. Тоді процес порівняння результатів зі стандартами можна виразити за допомогою умовного оператора: «результати відповідають стандартам» або «результати не відповідають стандартам» – $R \succ S \vee R \prec S$. У цьому випадку R і S можуть бути числовими значеннями, які відповідають певним показникам, а умовний оператор порівнює ці значення для визначення відповідності результатам стандартів.

2. Порівняння результатів з вимогами та цілями. Нехай R є множиною результатів, отриманих у ході експериментів або симуляцій, а W – множина

вимог або цілей, які встановлені для певних показників або характеристик. Тоді процес порівняння результатів з вимогами та цілями можна виразити за допомогою умовного оператора: «результати за вимогами та цілями» або «результати не відповідають вимогам та цілям» – $R \succ W \vee R \prec W$. Аналогічно до попереднього випадку, R і W можуть бути числовими значеннями, які відповідають певним показникам, а умовний оператор порівнює ці значення для визначення, чи відповідає результат вимогам та цілям.

Таким чином, процес аналізу результатів включає використання умовних операторів для порівняння отриманих результатів зі стандартами, вимогами та цілями підприємства.

Щодо процесу внесення змін до моделі та алгоритму для покращення продуктивності, якості та ефективності бізнес-процесів, то він передбачає послідовну реалізацію таких етапів:

1. Оцінка поточного стану. Позначимо поточну модель як M_0 , початкові значення параметрів як P_0 та функцію оцінки як F . Обчислюємо значення функції оцінки для поточної моделі з використанням початкових значень параметрів: $F_0 = F(M_0, P_0)$.

2. Внесення змін до моделі та алгоритму:

- нехай P_i - множина значень параметрів після i -тої ітерації;
- застосуємо алгоритм оптимізації A для зміни значень параметрів P_i з наданням оптимальних значень: $P_{i+1} = A(M_i, P_i)$;
- оновимо модель з новими значеннями параметрів (3.9):

$$P_{i+1} = \text{update_model}^4 (M_i, P_{i+1}). \quad (3.9)$$

⁴ Update_model означає функцію або процес, який виконує оновлення моделі на основі нових значень параметрів. Точна реалізація функції update_model залежить від контексту та характеристики моделі, а також від того, які параметри потрібно змінити та як вони впливають на модель. Функція update_model може включати розрахунки, апдейти параметрів (процес апдейту параметрів може відбуватися на основі різних факторів, таких як результати аналізу, оптимізації, зміни вхідних даних або рішень, прийнятих у процесі роботи. Це може бути ручним процесом або автоматизованим, коли користувач використовує алгоритми або методи оптимізації для автоматичного визначення оптимальних значень параметрів), перерахунки залежностей, оновлення даних та інші операції, необхідні для внесення змін до моделі.

3. Оцінка покращеного стану. Цей етап передбачає визначення нових значень функції оцінки для оновленої моделі з використанням нових значень параметрів (3.10): $F_{i+1} = F(M_{i+1}, P_{i+1})$. (3.10)

4. Порівняння та аналіз. На цьому етапі необхідно порівняти значення функції оцінки перед та після оновлення моделі, тобто $F_{i+1} > F_i \vee F_{i+1} < F_i \vee F_{i+1} = F_i$, тобто «покращення досягнуто» або «покращення не досягнуто». У даному випадку F_i та F_{i+1} представляють числові значення, які оцінюють продуктивність, якість та ефективність. Умовний оператор порівнює ці значення, щоб застосувати, чи було досягнуто покращення.

Опис процесу внесення змін до моделі та алгоритму дозволяє чітко розмістити кожен етап та використовувати символи для позначення змінених та операцій.

Підсумовуючи вищенаведене можна сказати, що еклектична імітаційна модель є потужним інструментом для аналізу та оптимізації бізнес-процесів підприємства. Вона поєднує різні підходи та методи моделювання, включаючи системи масового обслуговування, черги, управління запасами, розподіл робітників та їх продуктивність. Ця модель дозволяє враховувати невизначеність, змінні фактори та ризики, що часто присутні у бізнес-середовищі. Вона дозволяє аналізувати вплив різних факторів на продуктивність, ефективність та якість виробництва, а також визначати оптимальні стратегії для мінімізації ризиків та максимізації результатів. Застосування еклектичної імітаційної моделі може допомогти підприємствам виявляти потенційні проблеми, розробляти ефективні стратегії управління бізнес-процесами, визначати оптимальні рішення та планувати майбутні дії. Важливо зазначити, що конкретна еклектична імітаційна модель буде варіюватися залежно від конкретного підприємства та його бізнес-процесів. Вона вимагає уважного аналізу та врахування особливостей конкретної ситуації. Також вона може стати цінним інструментом для прийняття обґрунтованих рішень та покращення ефективності управління бізнес-процесами підприємства.

3.2. Моніторинг рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства

В процесі впровадження розробленого підходу важливим є застосування сучасних методів та інструментів аналізу та оцінки наявного і прогнозного рівня розвитку управління бізнес-процесами на підприємстві. При цьому важливим є врахування таких складових, як:

- опис процесів, їх логічність та зв'язків між процесами,
- оцінка рівня компетентності керівників,
- оцінка рівня цифрової трансформації підприємства (наявність автоматизованих систем, real-time збір даних),
- оцінка системи мотивації працівників,
- вибір адекватних методів аналізу тощо.

Зокрема, морфологічно-сценарний аналіз⁵ є потужним інструментом аналітики, який може бути застосованим для моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами на підприємстві. Цей аналітичний метод дозволяє досліджувати та аналізувати різноманітні сценарії і можливий розвиток подій у сфері управління бізнес-процесами, що допомагає приймати обґрунтовані та стратегічно важливі рішення. Основні переваги та доцільність використання морфологічно-сценарного аналізу у якості аналітичного інструменту моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами на підприємстві можна сформулювати наступним чином: системний підхід (морфологічно-сценарний аналіз дозволяє розглядати управління бізнес-процесами як складну систему, враховуючи всі можливі взаємозв'язки та варіації. Він надає можливість охопити всі аспекти цього процесу та виявити слабкі місця); прогнозування ризиків (морфологічно-сценарний аналіз дозволяє створити набір сценаріїв, які можуть виникнути в майбутньому. Це допомагає виявити потенційні ризики та приготувати плани дій для їх

⁵ Морфологічно-сценарний аналіз є методом аналізу та розв'язання складних проблем, який базується на розгляді різних варіацій можливих рішень та їхніх взаємозв'язків у контексті конкретної задачі або області дослідження.

запобігання або мінімізації); стратегічне планування (цей метод може бути корисним для розробки стратегій управління бізнес-процесами, допомагаючи ідентифікувати оптимальні шляхи розвитку. Він дозволяє враховувати різні можливі варіації та обирати ту, яка найкраще відповідає меті підприємства); аналіз альтернатив (морфологічно-сценарний аналіз дозволяє порівнювати різні альтернативні стратегії управління бізнес-процесами та оцінювати їхні переваги та недоліки перед прийняттям рішень); управління змінами (використання цього методу дозволяє підприємству ефективно управляти змінами в бізнес-процесах, розробляючи плани на випадок зміни умов чи цілей); оптимізація ресурсів (аналіз сценаріїв допомагає ідентифікувати найбільш потенційні шляхи розвитку та вкладати ресурси в ті напрями, які найбільше сприяють досягненню бізнес-цілей). Усі ці аспекти вказують на те, що морфологічно-сценарний аналіз є важливим інструментом для моніторингу та розвитку управління бізнес-процесами на підприємстві. Він допомагає створювати більш гнучкі та адаптивні стратегії, що є ключовими для успіху в сучасному бізнес-середовищі.

Отже, застосуємо морфологічно-сценарний аналіз у якості аналітичного інструменту моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства. В якості об'єкта моніторингу використаємо каузально пов'язані змінні, що наводились у попередньому параграфі (див. рис. 3.2).

Морфологічний аналіз зобов'язує до того, щоб об'єкт моніторингу розглянути на основі методу дедукції. Виконаємо це завдання, але через призму моделювання альтернативних сценаріїв активності факторів, які впливають на результативні показники.

Розпочнемо з моделі (3.6) $D = f(P, P_r, P_c, S, M, T, O)$.

Сценарій 1. Вплив ціни продукту (P) та ціни конкурентів (P_r) на попит (D).

Розглянемо такі варіанти розвитку:

- 1) підвищення ціни продукту (P) при стабільних цінах конкурентів (P_r);
- 2) підвищення ціни конкурентів (P_r) при стабільній ціні продукту (P);

3) підвищення ціни продукту (P) та ціни конкурентів (P_r).

Сценарій 2. Вплив ціни споживчої корзини (P_c) та ринкових факторів (M) на попит (D).

У межах цього сценарію розглянемо такі варіанти розвитку:

- 1) зниження ціни споживчої корзини (P_c) при високому рівні доходу (M);
- 2) зниження ціни споживчої корзини (P_c) при низькому рівні доходу (M);
- 3) збільшення ціни споживчої корзини (P_c) при високому рівні доходу (M).

Сценарій 3. Вплив витрат на маркетингові заходи (S) та інших факторів впливу (O) на попит (D).

В цьому сценарії розглянемо такі варіанти розвитку:

- 1) збільшення витрат на маркетингові заходи (S) при високому рівні інноваційності продукту (O);
- 2) зниження витрат на маркетингові заходи (S) при високому рівні інноваційності продукту (O);
- 3) збільшення витрат на маркетингові заходи (S) при низькому рівні інноваційності продукту (O).

Сценарій 4. Вплив часу (T) на попит (D).

У межах цього сценарію розглянемо такі варіанти розвитку:

- 1) ідентифікування зміни попиту в залежності від пори року або трендів у споживанні;
- 2) ідентифікування зміни попиту в залежності від часу доби, наприклад, чи існує пікова активність споживачів в певний час дня, і як це можна урахувати в обраній стратегії маркетингу та практиці ціноутворення;
- 3) ідентифікування тривалості зміни попиту під впливом різних факторів;
- 4) ідентифікування адаптивності обраної стратегії до зміни часових умов. Це може включати в себе зміну маркетингових кампаній або асортиментної продукції відповідно до зміни сезону чи тренду.

Маючи сценарії і варіанти їх розвитку сформуємо аналітичні висновки до кожного варіанту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Аналітичні висновки до альтернативних варіантів кожного зі сценаріїв активності факторів, які впливають на результативні показники

Сценарії	Варіанти	Аналітичні висновки
$C_{1.1}$	$V_{1.1}^1$	Підвищення ціни продукту (P) при стабільних цінах конкурентів (P_r): Якщо ціна продукту компанії (P) зростає при стабільності цін конкурентів (P_r), то це може призвести до зменшення попиту. Споживачі можуть перейти до аналогічних, але більш доступних продуктів.
	$V_{1.1}^2$	Підвищення ціни конкурентів (P_r) при стабільній ціні продукту (P): Якщо ціни конкурентів (P_r) зростають при стабільній ціні продукту компанії (P), це може створити можливість для залучення більшої кількості споживачів продукту компанії, збільшуючи попит.
	$V_{1.1}^3$	Підвищення ціни продукту (P) та ціни конкурентів (P_r): Якщо ціна продукту компанії (P) і ціни конкурентів (P_r) зростають, це може по різному вплинути на споживачів. Результат буде залежати від того, наскільки продукт компанії відрізняється від конкурентів та від реакції ринку на зростання цін.
$C_{1.2}$	$V_{1.2}^1$	Зниження ціни споживчої корзини (P_c) при високому рівні доходу (M): Зниження ціни споживчої корзини (P_c) при високому рівні доходу (M) може призвести до збільшення попиту, оскільки споживачі матимуть більше грошей на покупки і можуть більше витратити.
	$V_{1.2}^2$	Зниження ціни споживчої корзини (P_c) при низькому рівні доходу (M): У цьому випадку, зниження ціни споживчої корзини (P_c) може мати обмежений вплив на попит, оскільки низький рівень доходу (M) обмежує споживчу спроможність.
	$V_{1.2}^3$	Збільшення ціни споживчої корзини (P_c) при високому рівні доходу (M): Якщо ціна споживчої корзини (P_c) зростає при високому рівні доходу (M), це може призвести до зменшення попиту, оскільки споживачі можуть обрати менш витратний альтернативний продукт.
$C_{1.3}$	$V_{1.3}^1$	Збільшення витрат на маркетингові заходи (S) при високому рівні інноваційності продукту (O): Збільшення витрат на маркетингові заходи (S) при високому рівні інноваційності продукту (O) може допомогти залучити більше уваги до продукту та збільшити попит.
	$V_{1.3}^2$	Зниження витрат на маркетингові заходи (S) при високому рівні інноваційності продукту (O): У цьому випадку, зниження витрат на маркетингові заходи (S) може призвести до меншої відомості про інноваційний продукт, що може вплинути на попит.

	$V_{1.3}^3$	Збільшення витрат на маркетингові заходи (S) при низькому рівні інноваційності продукту (O): У цьому випадку збільшення витрат на маркетингові заходи (S) може зробити продукт більш помітним, при цьому попит може все одно залежати від того, наскільки продукт відповідає потребам споживачів.
C_4	$V_{1.4}^1$	Сезонність (T_1) та тренди (T_2). Сезонність та тренди можуть суттєво впливати на попит (λ) на продукцію. Наприклад, в галузі сезонних товарів, таких як курортний відпочинок або товари для святкових подій, попит (λ) може бути вищим у певні періоди року. Тренди в споживанні, такі як популярність певного стилю або дієти, також можуть впливати на попит (λ) на відповідні товари. Важливо розробляти маркетингові стратегії та ціноутворення, які враховують ці часові впливи, щоб використовувати пікові моменти попиту.
	$V_{1.4}^2$	Залежність від часу доби (T_3). Залежність від часу доби може бути важливою для деяких бізнесів. Наприклад, ресторани можуть спостерігати пікову активність вечорами або в вихідні, тоді як кав'ярні можуть мати більше клієнтів вранці. Аналіз часових впливів може допомогти оптимізувати години роботи та розміщення реклами.
	$V_{1.4}^3$	Тривалість впливу (T_4). Важливо розуміти, наскільки тривалим є вплив часових факторів на попит (λ). Деякі зміни можуть бути тимчасовими, тоді як інші можуть впливати протягом довшого часу. Наприклад, попит на літній одяг може зростати влітку і зменшуватися взимку, що є сезонним явищем.
	$V_{1.4}^4$	Адаптація до зміни часу (T_5). Успішні компанії можуть адаптуватися до змін у часі. Наприклад, розробляючи різні маркетингові кампанії або асортимент продукції для різних сезонів, можна збільшити конкурентоспроможність і вплив на попит (λ). Крім того, моніторинг трендів та адаптація до них можуть допомогти збільшити попит на інноваційні продукти.

Примітка: побудовано дисертантом

Враховуючи ці сценарії, важливо розуміти, що вплив факторів на попит є складним процесом. Морфологічно-сценарний аналіз допомагає розглядати можливі сценарії та приймати обґрунтовані рішення щодо ціноутворення, вибору маркетингових стратегій та інновацій для оптимізації попиту на продукцію. Загалом, аналіз впливу факторів на попит допомагає розуміти, які фактори найбільше важливі для бізнесу. Ця інформація необхідна для удосконалення обрання шляхів досягнення успіху. Це підкреслює

актуальність постійного моніторингу та коригування раніше ухвалених рішень, що сприяє обґрунтованості та ефективності управлінських процесів.

Інформація, отримана з аналізу впливу різних факторів на попит у моделі $D = f(P, Pr, Pc, S, M, T, O)$, може бути використана для прийняття оптимальних рішень та розробки ефективної стратегії для бізнесу в цілому чи конкретного продукту. Ось кілька кроків, які можна виконати за результатом застосування морфологічного аналізу відносно вищенаведеної моделі:

1. Оцінювання поточної ситуації. Перший крок – аналізування факторів, що впливають на бізнес в цілому чи продукт або послугу в даний момент. Результати отриманого аналізу необхідно порівняти в динаміці із значеннями зміни попиту упродовж аналізованого періоду.
2. Аналізування можливих змін. Враховуючи аналіз сценаріїв, доцільним є ідентифікувати, які зміни можуть бути внесені в продукт, обрану маркетингову стратегію чи в обраний підхід до ціноутворення для досягнення бажаних результатів.
3. Обрання оптимального рішення. Виконання цього завдання може включати в себе регулярний моніторинг факторів та адаптацію стратегії відповідно до змін в середовищі діяльності організації.
4. Тестування та вдосконалення. На цьому етапі слід виконати експерименти або тестові кампанії, щоб перевірити, як обране рішення впливає на попит. Отримані результати потребують аналізу та, в разі необхідності, коригування.
5. Організування командної роботи і налагодження перманентного моніторингу. Цілі, які зводяться до досягнення зростання попиту на продукцію підприємства вимагають співпраці всієї команди. Необхідно залучити усі зацікавлені сторони для виконання плану та досягнення поставлених цілей. Ринкові умови можуть змінюватися з часом, тому важливо продовжувати відслідковувати фактори, які впливають на попит, і адаптувати обрані рішення до нових обставин.

На рис. 3.3 наведено морфологічний граф для моделі (D).

Продовжимо застосовувати морфологічний аналіз, цього разу для $F(x) = w_1 * f_1(x_1) + w_2 * f_2(x_2) + \dots + w_n * f_n(x_n)$. В даному випадку морфологічний аналіз може бути застосований для аналізу функції $F(x)$ у контексті планування ресурсів та виробничого графіка. Для цього сформуємо різні альтернативні сценарії розвитку, де кожен сценарій буде відрізнятися за значеннями вагових коефіцієнтів ($w_1, w_2, \dots, w_n$) та функцій впливу ($f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)$):

Сценарій 1. Рівноважність витрат і продуктивності:

- 1) $w_1 = 0.5, w_2 = 0.5$;
- 2) $f_1(x_1) = x_1$;
- 3) $f_2(x_2) = 1/x_2$.

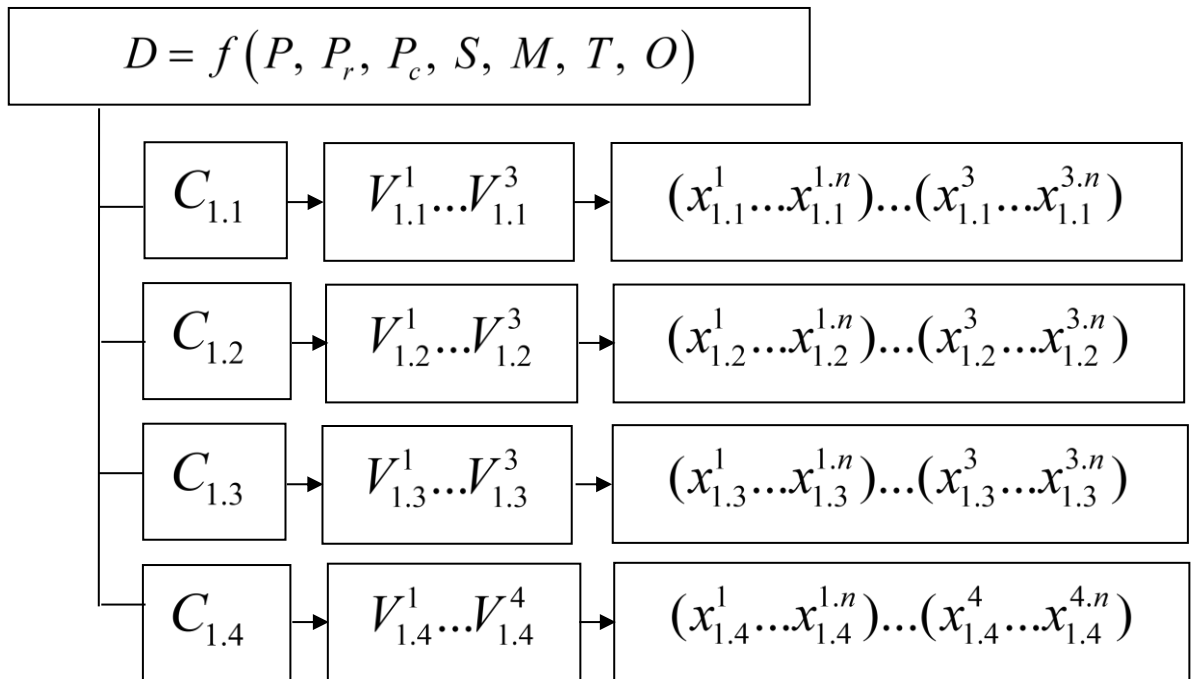


Рис. 3.3. Морфологічний граф для моделі (D).

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення:

$(x_{1.1}^1 \dots x_{1.1}^{1.n}) \dots (x_{1.1}^3 \dots x_{1.1}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{1.1}^1 \dots V_{1.1}^3$;

$(x_{1.2}^1 \dots x_{1.2}^{1.n}) \dots (x_{1.2}^3 \dots x_{1.2}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{1.2}^1 \dots V_{1.2}^3$;

$(x_{1.3}^1 \dots x_{1.3}^{1.n}) \dots (x_{1.3}^3 \dots x_{1.3}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{1.3}^1 \dots V_{1.3}^3$;

$(x_{1.4}^1 \dots x_{1.4}^{1.n}) \dots (x_{1.4}^4 \dots x_{1.4}^{4.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{1.4}^1 \dots V_{1.4}^4$.

Сценарій 2. Збільшення продуктивності:

- 1) $w_1 = 0.3, w_2 = 0.7$;
- 2) $f_1(x_1) = x_1^2$;
- 3) $f_2(x_2) = \ln(x_2)$.

Сценарій 3: Мінімізація витрат:

- 1) $w_1 = 0.7, w_2 = 0.3$;
- 2) $f_1(x_1) = \sqrt[3]{x_1}$;
- 3) $f_2(x_2) = 1/x_2^2$.

Ці сценарії представляють різні можливості управління ресурсами та виробничим процесом, з урахуванням різних вагових коефіцієнтів і функцій впливу. Аналіз цих сценаріїв може допомогти визначити оптимальну стратегію планування ресурсів і виробничого графіка в залежності від конкретних цілей планування і умов.

Маючи сценарії та варіанти їх розвитку сформуємо аналітичні висновки до кожного варіанту (табл. 3.3).

Отже, сценарій 1 підходить для ситуацій, коли бажано досягти балансу між витратами та продуктивністю. Важливо зрозуміти, що збільшення ресурсу може збільшити продуктивність, але також призвести до збільшення витрат. Цей сценарій може бути корисним для підтримки стабільної продуктивності при обмеженому бюджеті. Сценарій 2 спрямований на досягнення максимальної продуктивності, при цьому може бути ймовірність збільшення витрат. Він підходить для ситуацій, коли ціль - максимізація виробництва, і компанія готова інвестувати в збільшення продуктивності. Сценарій 3 підходить для ситуацій, коли основна мета – зниження витрат без значного зменшення продуктивності. Він може бути корисним для підприємств, які стикаються з обмеженим бюджетом та прагнуть ефективно використовувати наявні ресурси.

Таблиця 3.3

Аналітичні висновки до альтернативних варіантів кожного зі сценаріїв активності факторів, які впливають на результативні показники

Сценарії	Варіанти	Аналітичні висновки
$C_{2,1}$	$V_{2,1}^1$	Вагові коефіцієнти для витрат (w_1) та продуктивності (w_2) мають однаковий вплив, тобто обидва показники рівноважні за важливістю.
	$V_{2,1}^2$	Функція витрат $f_1(x_1)$ проста і лінійна, що означає, що витрати зростають лінійно зі збільшенням ресурсу x_1 .
	$V_{2,1}^3$	Функція продуктивності $f_2(x_2)$ має зворотну залежність від ресурсу x_2 , тобто більше ресурсу призводить до меншої продуктивності.
$C_{2,2}$	$V_{2,2}^1$	Ваговий коефіцієнт для продуктивності (w_2) вищий, ніж для витрат (w_1), що вказує на більший акцент на підвищення продуктивності.
	$V_{2,2}^2$	Функція витрат $f_1(x_1)$ є квадратичною, що означає, що збільшення ресурсу може значно збільшити витрати.
	$V_{2,2}^3$	Функція продуктивності $f_2(x_2)$ має зворотну залежність від ресурсу x_2 , але ця залежність більш виражена і зменшення ресурсу може суттєво знизити продуктивність.
$C_{2,3}$	$V_{2,3}^1$	Ваговий коефіцієнт для витрат (w_1) вищий, ніж для продуктивності (w_2), що вказує на більший акцент на зниження витрат.
	$V_{2,3}^2$	Функція витрат $f_1(x_1)$ є кореневою (квадратним корінням), що означає, що збільшення ресурсу призводить до меншого збільшення витрат.
	$V_{2,3}^3$	Функція продуктивності $f_2(x_2)$ має зворотну квадратичну залежність від ресурсу x_2 , тобто менше ресурсу призводить до більшого зниження продуктивності.

Примітка: побудовано дисертантом

Загалом, вибір між цими сценаріями залежить від конкретних бізнес-цілей, обмежень і стратегічних пріоритетів компанії.

Сценарії, які були наведені, можуть бути корисними для менеджерів у виробничому або ресурсному секторі для прийняття рішень щодо оптимізації виробничого процесу та розподілу ресурсів. Виконані дослідження дозволяють стверджувати про практичну цінність застосування цих сценаріїв, за допомогою яких можна:

1) визначити оптимальну стратегію в залежності від конкретних цілей підприємства. Наприклад, якщо основна мета – зниження витрат, то можна обрати сценарій 3. Якщо ціль – збільшення продуктивності, то

доцільним є сценарій 2, якщо ж переслідується мета – збільшення продуктивності, то підходить сценарій 1;

2) виконати аналіз ризиків і можливих варіацій для кожного з цих сценаріїв та оцінити, як зміни вагових коефіцієнтів або функцій впливу можуть вплинути на виробництво і витрати. Це дозволяє готуватися до різних сценаріїв розвитку подій та планувати стратегії управління ресурсами в залежності від обставин;

3) обрати оптимальні параметри функції $F(x)$. Експериментуючи з різними значеннями вагових коефіцієнтів і функціями впливу для кожного сценарію можна знайти оптимальні параметри, які відповідають конкретним цілям та обмеженням;

4) планувати ресурси. Сценарії можуть бути використані для планування ресурсів. Вони допомагають визначити, скільки ресурсів потрібно виділити для кожної функції (наприклад, працівників, матеріалів, обладнання) в кожному зі сценаріїв;

5) моніторити та коригувати реалізацію прийнятих рішень. Сценарії можуть бути використані для моніторингу результатів та корекції раніше прийнятих рішень. Якщо реальні результати відрізняються від очікуваних, розробники можуть змінити вагові коефіцієнти або функції впливу як відповідь на нові обставини.

Загалом, ці сценарії допомагають структурувати процес прийняття рішень і надають засоби для визначення оптимальної стратегії планування ресурсів і виробничого графіка в контексті конкретних бізнес-цілей та обмежень.

На рис. 3.4 наведено морфологічний граф для моделі $(F(x))$.

Далі застосуємо сценарний підхід в межах морфологічного аналізу для такого об'єкта, як продуктивність системи масового обслуговування (L), яку в п. 3.1 ми визначали за формулою (3.1) $L = \lambda / (\mu - \lambda)$, де λ відповідає попиту на продукцію (D), а μ - пропускній здатності системи, можна розглянути різні сценарії для аналізу продуктивності цієї системи.

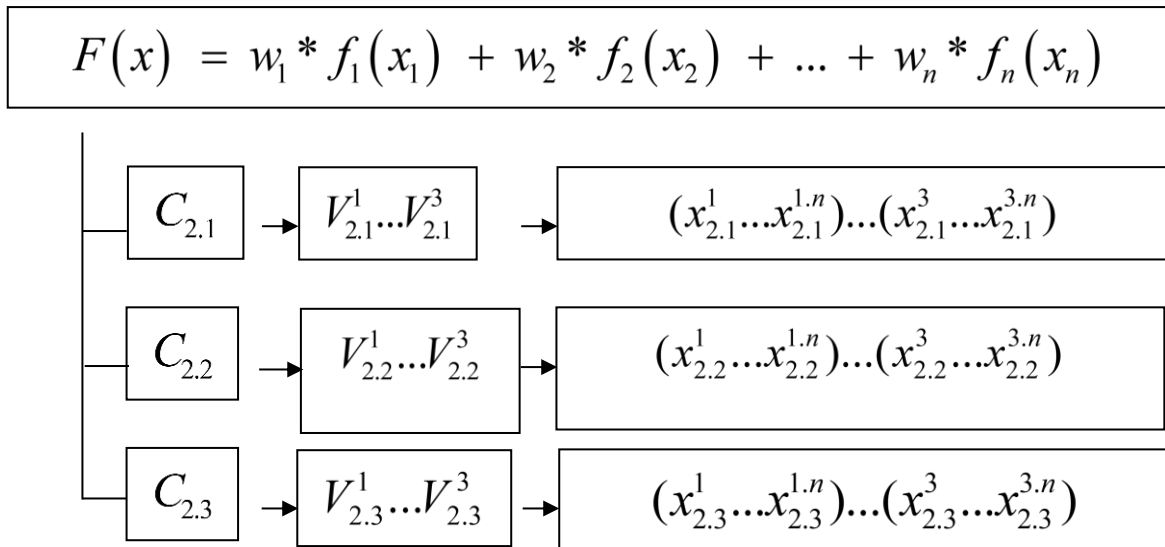


Рис. 3.4. Морфологічний граф для моделі (F(x)).

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення:

$(x_{2.1}^1 \dots x_{2.1}^{1.n}) \dots (x_{2.1}^3 \dots x_{2.1}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{2.1}^1 \dots V_{2.1}^3$;

$(x_{2.2}^1 \dots x_{2.2}^{1.n}) \dots (x_{2.2}^3 \dots x_{2.2}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{2.2}^1 \dots V_{2.2}^3$;

$(x_{2.3}^1 \dots x_{2.3}^{1.n}) \dots (x_{2.3}^3 \dots x_{2.3}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{2.3}^1 \dots V_{2.3}^3$.

Ось кілька альтернативних сценаріїв та відповідні аналітичні висновки:

Сценарій 1. Збільшення пропускної здатності (μ):

- 1) розширення потужності обладнання;
- 2) покращення технологічних процесів;
- 3) зміна графіку роботи.

Сценарій 2. Диверсифікація попиту (D):

- 1) реалізація маркетингових заходів;
- 2) оптимізація графіку обслуговування;
- 3) реалізація стратегії для зменшення очікування.

Сценарій 3. Оптимізація співвідношення між попитом і пропускною здатністю:

- 1) синхронізація графіку роботи з попитом;
- 2) адаптація маркетингових стратегій;
- 3) впровадження гнучких рішень.

У табл. 3.4 наведено аналітичні висновки до кожного з вищенаведених варіантів.

Таблиця 3.4

Аналітичні висновки до альтернативних варіантів кожного зі сценаріїв активності факторів, які впливають на результативні показники

Сценарії	Варіанти	Аналітичні висновки
$C_{3.1}$	$V_{3.1}^1$	Збільшення пропускної здатності за допомогою розширення обладнання є дорогим та часомістким заходом. Він вимагає значних інвестицій і зобов'язує до налагодження системи обслуговування нового обладнання. Цей варіант підходить, якщо є фінансові ресурси та потреба у значному збільшенні продуктивності, а також готовність до довгострокових інвестицій.
	$V_{3.1}^2$	Оптимізація технологічних процесів може призвести до збільшення продуктивності без необхідності великих капіталовкладень. Вона вимагає аналізу та оптимізації наявних ресурсів та процесів. Цей варіант може бути більш доступним та швидким для реалізації, особливо, якщо ресурси обмежені.
	$V_{3.1}^3$	Зміна графіку роботи може допомогти розподілити попит більш рівномірно, зменшуючи пікові навантаження. Цей варіант корисний, коли необхідно оптимізувати робочий час та ресурси для досягнення більш ефективної продуктивності.
$C_{3.2}$	$V_{3.2}^1$	Маркетингові заходи можуть змусити клієнтів зробити покупки в інший час, але можуть також вимагати додаткових ресурсів та бюджету. З огляду на це, цей варіант є пріоритетним, якщо підприємство має можливість впливати на споживчу поведінку та попит.
	$V_{3.2}^2$	Зміни графіку роботи може зменшити пікові навантаження та поліпшити продуктивність в пік попиту. Цей варіант слід обирати, якщо підприємство може адаптувати графік роботи до потреб клієнтів.
	$V_{3.2}^3$	Впровадження систем попереднього запису або резервації може зменшити очікування та поліпшити задоволення клієнтів. Цей варіант може бути корисним тоді, коли потрібно знизити очікування та поліпшити якість обслуговування.
$C_{3.3}$	$V_{3.3}^1$	Синхронізація робочого часу із змінами попиту може забезпечити ефективну продуктивність без великих витрат. Цей варіант дозволяє оптимізувати ресурси та забезпечити плавність робочого процесу.
	$V_{3.3}^2$	Зміни в маркетингових стратегіях можуть впливати на споживчу поведінку та розподіл попиту. Цей варіант

		ефективний, коли підприємство здатне адаптувати свої маркетингові стратегії для спрямування попиту у вигідний для неї час.
	$V_{3.3}^3$	Впровадження гнучких рішень, таких як зміна цін або обсягу послуг, може допомогти адаптуватися до змін попиту. Цей варіант може бути корисним, коли потрібно швидко реагувати на зміни у попиті та ефективно управляти ресурсами.

Примітка: побудовано дисертантом

Отже, загалом сценарій 1 підходить, коли попит на продукцію (D) залишається сталим, але необхідно підвищити продуктивність системи. Збільшення пропускної здатності допоможе зменшити час очікування та підвищити продуктивність системи.

Сценарій 2 відповідає ситуації, коли важко збільшити пропускну здатність системи, але можна вплинути на попит. Диверсифікація попиту (розподіл попиту в часі) може допомогти зменшити навантаження на систему та підвищити продуктивність. Щодо сценарію 3, то він враховує баланс між можливістю збільшити пропускну здатність і впливом на попит. Оптимізація співвідношення між цими двома факторами допомагає досягти найкращої продуктивності системи.

Загалом, вибір конкретного сценарію залежить від обставин і мети аналізу. Корисно проводити час від часу аналіз продуктивності системи масового обслуговування для покращення ефективності і задоволення потреб бізнесу та клієнтів.

На рис. 3.5 наведено морфологічний граф для продуктивності системи масового обслуговування (L).

Застосування методу морфологічно-сценарного аналізу до наведених вище моделей, дозволяє систематизувати та аналізувати взаємозв'язки між різними аспектами, такими як попит на продукцію, продуктивність системи масового обслуговування та показники, що використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка. Так, морфологічно-сценарний аналіз моделі, яка включає в себе співвідношення між попитом на продукцію,

продуктивністю системи масового обслуговування і показниками, що використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка, може призвести до важливих висновків та стратегічних рішень.

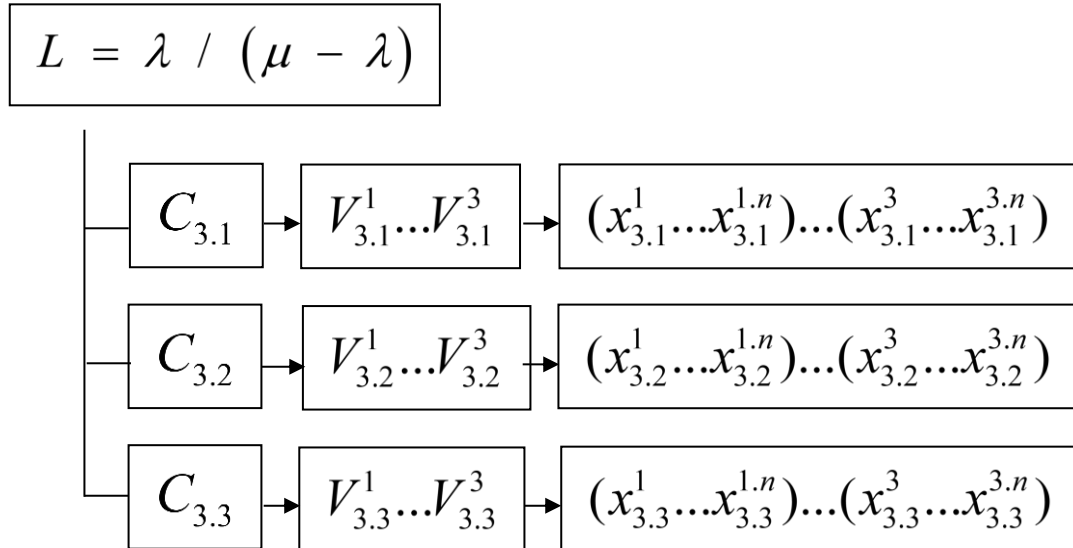


Рис. 3.5. Морфологічний граф для продуктивності системи масового обслуговування (L)

Примітка: побудовано дисертантом. Умовні позначення:

$(x_{3.1}^1...x_{3.1}^{1.n})...(x_{3.1}^3...x_{3.1}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{3.1}^1...V_{3.1}^3$;

$(x_{3.2}^1...x_{3.2}^{1.n})...(x_{3.2}^3...x_{3.2}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{3.2}^1...V_{3.2}^3$;

$(x_{3.3}^1...x_{3.3}^{1.n})...(x_{3.3}^3...x_{3.3}^{3.n})$ — змінні, які характеризують варіанти $V_{3.3}^1...V_{3.3}^3$.

В першу чергу аналіз показує, що продуктивність системи масового обслуговування відіграє ключову роль у визначенні рівня обслуговування та реакції на попит на продукцію. Зрозуміння цього взаємозв'язку може допомогти в оптимізації робочих потоків і розподілу ресурсів для досягнення бажаних рівнів обслуговування клієнтів.

Щодо показників, які використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка, то вони можуть бути розглянуті як функції від різних параметрів. Морфологічний аналіз допомагає ідентифікувати вплив різних параметрів на ці показники і визначити, які параметри мають найбільший ваговий вплив на планування ресурсів і виробничий графік. Крім того,

виконаний аналіз підкреслює можливість розробки сценаріїв і стратегій, які б оптимізували роботу системи, забезпечуючи баланс між попитом, продуктивністю та показниками планування ресурсів. Це може включати в себе розробку маркетингових стратегій для збільшення попиту або підвищення продуктивності системи масового обслуговування.

Отже, застосування методу морфологічно-сценарного аналізу до даної моделі дозволяє розкрити взаємозв'язок між різними аспектами системи та розробити оптимальні стратегії управління ресурсами та виробничим графіком для досягнення бажаних результатів.

3.3. Регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання

Узагальнення огляду наукової літератури [150-175; 217-233] та емпіричних даних таких підприємств, як: ALFA Smart Agro, Caparol Ukraine, Delta Medical, ENSO, Glovo, Kernel, KNESS, LG Electronics, Mary Kay, L'Oréal, Recycling Solutions, SWEET.TV, Retal Ukraine, Visa Inc., YASNO, WOG, ABK КОНФЕКШІНЕРІ, Агропросперіс, Інтерпайп, IT-Інтегратор, Київстар, Метінвест Діджитал, Агрохолдинг МХП, Регіональна газова компанія (РГК), Укргазбанк, показало, що коли система управління бізнес-процесами, яка побудована на основі імітаційного моделювання не характеризується ознаками розвитку та потребує регулювання, основними механізмами регулювання можуть бути такі (рис. 3.6):

1. Корекція бізнес-процесів. Після виявлення відхилень від встановлених цілей підприємства, зазвичай, вживають заходи для корекції бізнес-процесів. Механізм корекції бізнес-процесів включає:
 - критичний аналіз логічності взаємодії бізнес-процесів та їх окремих елементів. Підприємства переглядають послідовність виконання різних завдань у межах бізнес-процесів.



Рис. 3.6. Комплекс механізмів регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.

Примітка: побудовано дисертантом

Метою цього є виявлення можливих нераціональностей або зайвих кроків, які можуть сповільнювати процес або призводити до помилок.

Наприклад, у логістичному процесі виробництва продукції може бути такий зайвий крок, як надмірне переміщення сировини з одного складу на інший. Перегляд послідовності дій уможливорює скоротити час і витрати, не переносючи сировину на проміжний склад, якщо вона може бути доставлена безпосередньо на лінію виробництва.

Інший приклад – у бізнес-процесі обробки замовлень може існувати такий зайвий крок, як подвійна перевірка інформації. Автоматизація перетворює її на одноразовий акт, що зменшує час обробки замовлення та підвищує продуктивність.

Ще один приклад – у процесі бухгалтерського обліку можуть існувати надмірні кроки, наприклад, подвійний внесок даних у різні системи. Перегляд послідовності дій здатен показати, що деякі дані характеризуються можливістю автоматичної інтеграції між системами, щоб запобігти помилкам та зекономити час на облікові процедури;

- оптимізація робочих процесів. Після аналізу послідовності дій може виникнути необхідність в оптимізації робочих процесів. Це означає спрощення та раціоналізацію операцій, зменшення зайвих кроків, а також впровадження ефективних методів та практик. Ось кілька прикладів оптимізації робочих процесів: у логістичному ланцюгу постачання можна оптимізувати процес доставки товарів, зокрема, шляхом впровадження системи маршрутизації для вантажних машин, що зменшує час і витрати доставки, знаходячи найкоротший та оптимальний маршрут. У процесі обслуговування клієнтів банку робочі процеси оптимізуються шляхом роботизації стандартних операцій, таких як видача банківських карток. Це зменшує час очікування клієнтів і збільшує їхню задоволеність обслуговуванням. Оптимізація робочих процесів у виробництві включає в себе застосування методів «Lean Manufacturing»⁶, які спрямовані на зменшення

⁶ «Lean Manufacturing» (Лицарство виробництва) – це стратегія оптимізації виробничих процесів і систем управління, яка створюється з метою зменшення витрат, підвищення продуктивності та поліпшення якості продукції. Ця стратегія була розроблена на основі ідей

втрат часу та матеріалів. За допомогою «Just-In-Time»⁷ зменшують запаси сировини та готової продукції, що дозволяє зменшити витрати на зберігання та підвищує продуктивність;

- впровадження нових методів і стандартів. Для покращення бізнес-процесів підприємство може застосовувати нові методи роботи та стандарти, які відповідають сучасним найкращим практикам, в розрізі нових технологій, програмного забезпечення або методів управління та контролю. Наприклад, підприємства можуть впроваджувати хмарні технології для зберігання та обробки даних, що дозволяє забезпечити більшу доступність та масштабованість. Наприклад, перехід до хмарних систем управління проектами допомагає підприємствам збільшити ефективність спільної роботи над проектами. Використання сучасних методів аналізу даних, таких як машинне навчання та штучний інтелект, допомагає отримувати більше інсайтів⁸ зі своїх даних, зокрема, щодо впровадження аналітики для

і методів, спочатку впроваджених в японській автомобільній промисловості, зокрема компанією Toyota. Основна мета «Lean Manufacturing» - це досягнення максимальної ефективності, зниження витрат та підвищення якості продукції. Ця стратегія стала популярною у багатьох галузях виробництва і послуг, а не лише в автомобільній промисловості, і її методи можна успішно застосовувати в різних галузях бізнесу.

⁷ «Just-In-Time» (JIT) – це стратегія управління запасами та виробництвом, яка передбачає постачання матеріалів, компонентів і ресурсів на виробництво саме тоді, коли вони необхідні, без надлишкових запасів. Основна ідея JIT полягає в тому, щоб матеріали та ресурси прибували на виробництво в точній кількості, необхідній для виготовлення продукції, і в потрібний момент часу, щоб уникнути накопичення надлишкових запасів. Система JIT була розроблена в Японії, і вперше впроваджена в автомобільній промисловості Toyota. Вона стала ключовим компонентом «Lean Manufacturing» та «Lean Production», і в подальшому була успішно впроваджена в різних галузях виробництва та послуг. Ця стратегія допомагає підвищити продуктивність, знизити витрати і покращити конкурентоспроможність компаній.

⁸ Слово «інсайт» буквально означає «внутрішнє бачення» або «внутрішнє розуміння». Це термін виник з комбінації двох слів латинського походження: «in» (що означає «в») і «sight» (що означає «погляд» або «розуміння»). Таким чином, «інсайт» вказує на здатність розглядати або розуміти щось глибше або внутрішньо, ніж це може бути видно на поверхні. У контексті аналізу даних та бізнесу, термін «інсайт» використовується, щоб позначити нові знання або глибоке розуміння, які можна отримати з аналізу даних або обґрунтованої інтерпретації інформації. Інсайти можуть бути корисними для прийняття рішень, виявлення патернів (англ. patterns) вказує на стандартні, вже перевірені та добре обґрунтовані рішення для типових проблем або завдань), здійснення передбачень і розробки стратегій.

прогнозування попиту на товари. Це суттєво раціоналізує управління запасами та планування виробництва. Крім того, у зв'язку зі зростанням кількості кіберзагроз, підприємства можуть впроваджувати нові стандарти безпеки даних для захисту конфіденційної інформації, зокрема, використання двофакторної аутентифікації і шифрування даних, що покращує безпеку бізнес-процесів;

- зменшення помилок та ризиків. У даному випадку йдеться про розробку і впровадження стандартів контролю якості та процедур з виявлення та виправлення помилок. Так, у бізнес-процесах, які включають введення даних в електронних формах, важливим є впровадження автоматичної валідації, що передбачає перевірку правильності введених номерів телефонів або адрес електронної пошти, негайне повідомлення про помилки. Важливо також встановити механізми моніторингу та аналізу даних про помилки. Так, в системі управління бізнес-процесами можна вести журнал помилок, а потім аналізувати цей журнал для виявлення шаблонів та причин помилок. Це допомагає виявляти проблеми та своєчасно реалізовувати заходи для їх усунення. Отже, корекція бізнес-процесів передбачає аналіз та впровадження змін та самих процесів, які виконуються в організації, з метою покращення їх ефективності та відповідності встановленим цілям.

2. Перепланування та ресурсне забезпечення. У випадку, коли існуючі бізнес-процеси не дають бажаних результатів, необхідно переглянути плани та виділити додаткові ресурси для підтримки та розвитку системи управління бізнес-процесами. Механізм перепланування та ресурсного забезпечення передбачає:

- ревізію пріоритетів. Підприємство повинно переглянути та переоцінити свої пріоритети в контексті нових обставин. Це допомагає визначити, які бізнес-процеси або ініціативи мають найбільше стратегічне значення та вимагають найбільшого обсягу ресурсів. Підприємства переглядають свій портфель проектів та переоцінюють їх важливість у контексті сформованої системи цілей. Наприклад, якщо ринкові умови змінилися, підприємство

визначає, що деякі проекти стали менш пріоритетними, і ресурси слід перерозподілити на користь більш перспективних ініціатив. Підприємство може переглянути бізнес-процеси та визначити, які з них є найважливішими для досягнення стратегічних цілей. Наприклад, якщо підприємство вирішує зосередитися на підвищенні якості обслуговування клієнтів, то бізнес-процеси, пов'язані з клієнтським обслуговуванням, отримують вищий пріоритет;

- перегляд планів, в тому числі створення нових робочих графіків і таймлайнів⁹. Після виявлення відхилень у бізнес-процесах підприємство може звернутися до своїх стратегічних, тактичних та оперативних планів. Основна мета - переглянути та адаптувати ці плани так, щоб вони відповідали новій реальності та актуальним цілям. Наприклад, підприємство може переглянути свою маркетингову стратегію після аналізу ринкових тенденцій та реакції споживачів на продукт чи послугу. Якщо попит на певний продукт зменшується через зміни у споживацьких уподобаннях, то план маркетингу може бути переглянутий для впровадження нових акцій або рекламних стратегій; у виробничому секторі підприємство може переглянути свій оперативний план виробництва, якщо виявляються зміни у вартості сировини або у вимогах клієнтів до продукції. Зміни в цінах на нафту можуть вплинути на план виробництва транспортних засобів, що спонукає підприємство до зміни структури сировини або вдосконалення технології виробництва; у проектному управлінні часто виникає необхідність переглядати графіки та

⁹ У цьому контексті термін «таймлайн» вказує на графічне представлення часової лінії або графіка, який відображає послідовність подій, завдань, подій або важливих моментів в процесі виконання певного проекту або завдання. Таймлайн зазвичай включає дати, строки та іншу важливу інформацію про час, щоб допомогти організувати і візуалізувати хід виконання проекту або завдання. У контексті перегляду планів і створення нових робочих графіків і таймлайнів, це означає, що люди або команди вивчають або переглядають графіки та графіки виконання проектів, можуть вносити зміни до існуючих графіків, або створюють нові таймлайни, щоб краще управляти часовими рамками і дедлайнами для завдань та проектів. Таймлайни допомагають відстежувати прогрес і планувати часові ресурси для досягнення мети.

ресурси проектів під впливом зміни оперативних планів або вимог клієнтів. Так, якщо замовник вимагає впровадження додаткових функцій у програмному продукті, то необхідно переглянути терміни та ресурси для виконання цих змін. Після внесення змін до планів та виділення додаткових ресурсів, підприємство повинно розробити нові робочі графіки та таймлайни для виконання завдань та досягнення встановлених цілей. Якщо впроваджується новий проект або ініціатива, то створення нового робочого графіка і таймлайну є необхідним. Новий проект може потребувати розробки плану виконання завдань, розподілу ресурсів та визначення нових термінів для досягнення цілей проекту. Попри це, у виробничому секторі підприємства часто змінюють робочі графіки та таймлайни відповідно до змін у попиті на продукцію, наявності сировини або ефективності виробничих ліній. Нові умови можуть вимагати перерозподілу робочого часу та ресурсів для оптимізації виробничих процесів. Окрім цього, підприємство, яке планує маркетингові кампанії, зазвичай створюють новий графік рекламних заходів і таймлайн для впровадження нових стратегій маркетингу. Наприклад, розробка та впровадження нових рекламних матеріалів або продажів може вимагати зміни графіку маркетингових заходів;

- виділення додаткових ресурсів. У випадку недостатності існуючих ресурсів для підтримки та розвитку системи управління бізнес-процесами, підприємство може приймати рішення щодо виділення додаткових фінансових, людських або технічних ресурсів. Це може включати в себе залучення додаткового бюджету, наймання нового персоналу або інвестування в технологічні рішення. Якщо існуюча ІТ-інфраструктура не забезпечує потрібну продуктивність або масштабованість системи управління бізнес-процесами, керівництво підприємства часто приймає рішення про виділення додаткових фінансових ресурсів для придбання нового обладнання, розробки спеціалізованого програмного забезпечення або підвищення потужності серверів. Можливі ситуації, коли в імітаційному моделюванні та управлінні бізнес-процесами важливо мати спеціалізований персонал, який

розуміє методології та інструменти моделювання. Тому спрямування ресурсів для навчання та підвищення кваліфікації свого персоналу або для найму додаткових експертів у сфері вдосконалення бізнес-процесів є цілком виправданим управлінським рішенням. Окрім цього, імітаційне моделювання може вимагати розробки нових моделей та інструментів для аналізу та оптимізації бізнес-процесів. У зв'язку з цим, часто виділяються фінансові ресурси для розробки або закупівлі таких інструментів для покращення управління бізнес-процесами;

- моніторинг стану практичної реалізації реалізованих коригувальних заходів. Важливо встановити систему моніторингу та контролю, щоб переконатися, що внесені зміни та виділені ресурси сприяють досягненню бажаних результатів. Це передбачає постійний аналіз та оцінку ефективності нових заходів. Так, підприємство може запровадити систему моніторингу для вимірювання продуктивності різних бізнес-процесів. Наприклад, використовувати показник часу виконання завдань, кількості помилок або інші метрики для визначення ефективності бізнес-процесів. Нерідко на підприємствах виникає необхідність використовувати контроль для того, щоб переконатися, що виділені ресурси використовуються оптимально, а це передбачає аналіз витрат та навчання і утримання персоналу для перевірки ефективності витрат ресурсів. Керівниками підприємств практикується також встановлення системи відстеження для перевірки виконання планів і таймлайнів, які були розроблені після внесення змін. Це допомагає переконатися, що процеси йдуть за графіком і досягають визначених цілей. Це, зазвичай, супроводжується створенням системи звітності та аналізу даних, яка допомагає відстежувати результати впроваджених змін та виявляти проблеми або можливості для подальших вдосконалень.

Отже, перепланування та ресурсне забезпечення – це процес реакції на виявлені відхилення в бізнес-процесах шляхом перегляду планів та виділення додаткових ресурсів в межах діючої системи цілей організації. Цей процес

допомагає підприємству адаптуватися до змін в оточенні та забезпечувати ефективну діяльність.

3. Оптимізація імітаційних моделей. Переробка імітаційних моделей, їх оновлення та удосконалення можуть допомогти врахувати нові умови та фактори, які впливають на бізнес-процеси. Це дозволить системі працювати більш точно та ефективно. Механізм оптимізації імітаційних моделей передбачає:

- оновлення параметрів імітаційних моделей. Перший крок - це оцінка та перегляд існуючих імітаційних моделей. Ці моделі використовуються для створення віртуальної копії бізнес-процесів, які відображають реальну діяльність підприємства. Під час цього етапу виявляються можливі недоліки, недостатня їх точність чи застарілість. Наприклад, при використанні імітаційних моделей для імітації логістичних бізнес-процесів, підприємство неминуче виявляє недоліки в поточних процесах. Може виявитися, що маршрути доставки не є оптимальними або, що час очікування на складі занадто великий. Після перегляду моделей можна внести зміни для покращення логістики. Використання імітаційних моделей для управління запасами дозволяє підприємству виявити надмірність або недостатність запасів. Після аналізу застосування імітаційних моделей впроваджуються нові підходи до управління запасами, зокрема, такі, які передбачають зменшення витрат або забезпечують наявність товарів у потрібний момент. Після перегляду моделей важливо оновити їх параметри та вхідні дані. Оновлення включає в себе врахування нових умов та факторів, що впливають на бізнес-процеси, таких як зміни в ринкових умовах, технологічні інновації або зміни в споживчому попиті. Наприклад, підприємство може використовувати імітаційні моделі для прогнозу фінансових результатів за різних умов, зокрема, таких, як зміни в цінах на сировину, матеріали, енергію тощо. При оновленні моделей можна врахувати нові економічні умови й оцінити їх вплив на фінансові прогнози. Якщо підприємство має імітаційну модель управління запасами, то оновлення параметрів цієї моделі може бути необхідним при

змінах в умовах постачання або попиті на товари. Нові дані допоможуть оптимізувати рівень запасів та зменшити витрати. Крім того, підприємство може оновлювати параметри імітаційної моделі виробництва, щоб врахувати нові технології або зміни в процесах виробництва. Це допомагає забезпечити високий рівень ефективності виробництва та якість продукції;

- удосконалення структури моделей. Під час оптимізації можуть бути внесені зміни до самої структури імітаційних моделей, що включає в себе додавання нових факторів, показників або розширення обсягу моделі, щоб більш точно відображати реальність. Якщо підприємство має модель для прогнозування попиту на свої товари, то є сенс в удосконаленні її структури, зокрема, шляхом додавання нових факторів, такі як погодні умови або рівень безробіття в залежності від сфери діяльності компанії. Це допоможе зробити прогнози більш точними й адаптованими до різних умов ринку. Удосконалення структури моделі управління ризиками може включати в себе додавання нових видів ризиків, розширення аналізу впливу ризиків на бізнес-процеси, а також вдосконалення методів мінімізації ризиків. У виробничому секторі модель управління виробництвом може бути покращена за допомогою додавання нових параметрів, таких як технологічні інновації або зміни в ланцюзі постачання. Це дозволяє краще враховувати фактори, які впливають на виробництво, і які можуть змінитися з часом;

- тестування та перевірка моделей. Після внесення змін в імітаційні моделі важливо їх протестувати та перевірити на точність та ефективність, що може включати в себе порівняння результатів моделювання з фактичними даними, а також виправлення помилок або недоліків. Наприклад, коли підприємство використовує імітаційну модель для прогнозу фінансових результатів на наступний фінансовий рік, то після завершення цього року може бути проведене порівняння прогнозованих результатів із фактичними фінансовими показниками, щоб оцінити точність моделі і внести необхідні корективи. Якщо імітаційна модель використовується для планування логістичних процесів та доставки, то проводиться тестовий експеримент, який відтворює реальну

ситуацію та порівнює результати з очікуваними. Це допомагає визначити ефективність та точність моделі;

- аналіз і використання результатів. Оптимізовані імітаційні моделі можуть бути використані для проведення аналізу бізнес-процесів та прийняття рішень. Вони дозволяють ефективно передбачати реакцію системи на зміни та впливати на неї, враховуючи різні сценарії. Підприємства можуть використовувати імітаційні моделі для прогнозу рівня запасів та оптимізації управління ними. Після аналізу результатів моделі приймаються рішення щодо замовлення товарів, управління запасами в різних складських пунктах та оптимізації витрат на запаси. У сфері логістики імітаційні моделі використовуються для вдосконалення логістичних процесів, таких як маршрутизація доставки та оптимізація складських операцій. Аналіз результатів моделей дозволяє зменшити час доставки, витрати на логістику та підвищити задоволеність клієнтів. У фінансовому плануванні підприємства використовують імітаційне моделювання для прогнозу фінансових результатів в залежності від різних стратегій та сценаріїв розвитку. Аналіз результатів моделі допомагає визначити оптимальну стратегію розвитку та виконати бюджетування. У виробництві імітаційні моделі використовуються для оптимізації процесів виробництва та розподілу ресурсів. Результати моделювання допомагають визначити оптимальні рішення щодо виробничих потужностей, графіків виробництва та закупівель сировини.

Процес оптимізації імітаційних моделей допомагає підприємству краще розуміти свої бізнес-процеси, реагувати на зміни в діловому середовищі та досягати вищої точності та ефективності управління. Він є важливою частиною регулювання системи управління бізнес-процесами для досягнення стратегічних цілей.

4. Вдосконалення звітності та аналізу. Розвинута система збору та аналізу даних має функціонувати як перманентний моніторинг ефективності бізнес-процесів, що дозволяє вчасно виявляти відхилення та приймати відповідні рішення. Механізм вдосконалення звітності та аналізу включає:

- акумулювання та зберігання даних. Підприємство розробляє систему для збору та зберігання різних типів даних, які стосуються бізнес-процесів. Ці дані можуть включати в себе інформацію про обсяги продукції, час виконання завдань, витрати ресурсів та багато іншого. Так, для прикладу, збір та зберігання даних про обсяги виробництва, якість продукції та витрати сировини та матеріалів допомагає відстежувати ефективність виробництва та розробляти оптимізаційні рішення. Окрім цього, збір та аналіз даних про покупців, їхні вподобання та покупки допомагає підприємству розробляти персоналізовані пропозиції та стратегії маркетингу;
- обробка (групування і аналіз) даних. Після збору даних вони піддаються обробці та аналізу. Сучасні програмні засоби та аналітичні методи дозволяють виявляти відхилення, визначати тенденції та проводити порівняльний аналіз даних. Це допомагає виявляти потенційні проблеми та можливості для вдосконалення бізнес-процесів. Обробка та аналіз фінансових даних, таких як транзакції та кредитний ризик, допомагає виявляти зловмисні дії та шахрайство, що забезпечує безпеку клієнтів;
- моніторинг ефективності. Розвинута система звітності та аналізу дозволяє підприємству проводити постійний моніторинг ефективності бізнес-процесів. Це означає, що дані оновлюються в реальному часі, й аналітична служба може виявляти зміни в процесах миттєво. Моніторинг якості зв'язку та часу обробки запитів клієнтів дозволяє підтримувати високий рівень обслуговування та вчасно виявляти збої. Постійний моніторинг продуктивності розроблюваних програм дозволяє виявляти помилки та виправляти їх перед релізом¹⁰, що зменшує витрати на подальший супровід;

¹⁰ Слово "реліз" є скороченою формою від англійського слова «release». У контексті розробки програмного забезпечення і технологічних проєктів воно буквально означає випуск, публікацію або виходження нової версії програми або продукту для використання користувачами. Реліз може включати в себе різні зміни і нововведення, такі як виправлення помилок, покращення функціональності, додаткові можливості та інші апгрейди («апгрейд» є транслітерацією англійського терміну «upgrades»). Буквально воно означає «підвищення», «підняття», або «покращення». Апгрейди вказують на процес покращення чи підвищення функціональності, продуктивності, безпеки тощо певного об'єкта, який

- виявлення відхилень і реалізація на їхній основі регулювальних рішень (змін). Під час моніторингу система може виявляти відхилення від планованих параметрів чи очікуваних результатів, що може включати в себе затримки в процесах, низьку продуктивність, збільшення витрат і т. д. Так, при виявленні простоїв у виробництві приймаються рішення щодо перерозподілу ресурсів або додаткового обладнання, а також при аналізі фінансового портфеля можуть прийматися рішення про перерозподіл активів для забезпечення їх оптимальної ризикованості та прибутковості. При виявленні відхилень система генерує звіти та сповіщення, які допомагають управлінцям приймати коригувальні рішення, що може включати в себе запуск механізмів корекції, зміну планів або виділення додаткових ресурсів для виправлення ситуації. Результати аналізу даних також використовуються для планування майбутніх дій та шляхів розвитку. Отже, планування змін є важливим механізмом регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Тобто на основі аналізу даних та результатів імітаційного моделювання підприємство може розробляти та коригувати свою стратегію розвитку, щоб досягти встановлених цілей та адаптуватися до змін в діловому середовищі.

Наприклад, роздрібна мережа магазинів електроніки використовує систему управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання для аналізу своїх операцій. Під час аналізу вони помітили, що популярність та попит на деякі типи електроніки, такі як смартфони, різко зросли, в той час як попит на інші товари, наприклад, фотокамери, зменшився. У такому випадку доцільно виконати такі дії: аналіз даних та імітаційне моделювання (підприємство використовує дані про продажі, імітаційні моделі попиту і аналіз витрат для визначення, які продукти найбільше сприяють

може бути програмою, обладнанням, операційною системою, апаратурою тощо. Апгрейди можуть включати в себе оновлення до нових версій, додавання нових можливостей, заміну складових частини на більш потужні або сучасні тощо.). Після релізу користувачі можуть оновити свої програми або системи до нової версії, яка містить ці зміни та вдосконалення.

прибутковості та які можуть бути менш прибутковими у майбутньому); моніторинг і оцінка (постійний моніторинг продажів, витрат та попиту на товари, щотижневий аналіз отриманих результатів та порівняння їх із стратегічними цілями дозволяє приймати актуальні коригувальні рішення та оптимізувати бізнес-процеси, якщо деякі продукти не відповідають очікуваному попиту або не приносять достатньої прибутковості, то необхідно коригувати асортимент); навчання та розвиток персоналу (персонал навчається реалізовувати нову стратегію та працювати з новими продуктами та постачальниками); систематизація та постійний процес (управління змінами є постійним процесом, оскільки технологічні та ринкові умови постійно змінюються). Цей приклад показує, як імітаційне моделювання та аналіз даних допомагають організації розробляти та коригувати свою стратегію розвитку на основі попередніх даних і прогнозів, що дозволяє досягти встановлених цілей і залишатися конкурентоспроможною на ринку.

Усі ці етапи спільно сприяють вчасному виявленню відхилень в бізнес-процесах та прийняттю відповідних рішень для їх корекції. Розвинута система звітності та аналізу даних є важливою складовою управління бізнес-процесами та дозволяє досягти більшої ефективності та результативності на підприємстві.

5. Управління змінами. Важливим механізмом регулювання є управління змінами в системі управління бізнес-процесами. Управління змінами – це перманентний процес, оскільки бізнес-середовище постійно змінюється. Організація повинна розвивати систематичний підхід до управління змінами для того, щоб ефективно реагувати на нові вимоги та виклики. Систематизація в управлінні змінами означає створення системи, яка функціонує на постійній основі і дозволяє організації постійно виявляти, впроваджувати та моніторити зміни для відповіді на динамічні умови бізнес-середовища. Цей підхід допомагає організації бути більш адаптивною та реагувати на нові вимоги та виклики. Розглянемо в якості прикладу функціонування системи управління

змінами в міжнародній компанії. Етапами її застосування і функціонування є: створення системи (міжнародна компанія розробляє систему управління змінами, яка включає в себе процедури та рекомендації для виявлення, оцінки і впровадження змін в організації); постійний моніторинг (організація встановлює механізми постійного моніторингу бізнес-середовища та внутрішніх процесів. Це включає в себе використання ключових показників ефективності та систематичний аналіз трендів); виявлення змін (за допомогою системи моніторингу компанія виявляє нові вимоги ринку, зміни в законодавстві або внутрішні відхилення в робочих процесах); впровадження змін (виявлені зміни аналізуються та розглядаються в рамках системи управління змінами. Приймаються рішення щодо необхідних корекцій та змін в бізнес-процесах); систематичне вдосконалення (організація постійно працює над удосконаленням своїх систем управління змінами, враховуючи накопичений досвід та нові вимоги). Таким чином, системність в управлінні змінами означає створення сталого механізму, який допомагає організації ефективно впроваджувати та моніторити зміни у своїй діяльності. Цей механізм включає такі компоненти:

- виявлення потреб у змінах. Перший крок управління змінами – це виявлення конкретних потреб у змінах в системі управління бізнес-процесами, що може включати в себе аналіз виявлених відхилень в процесах, фінансових показниках, вимогах клієнтів або нових цілей. Виявлення потреб у змінах в контексті управління бізнес-процесами означає ідентифікацію аспектів, в яких система або організація потребує змін для покращення ефективності, відповідності цілям або адаптації до нових умов. Це може включати в себе аналіз даних, який вказує на проблеми або відхилення від планованих цілей або стандартів. Так, наприклад, у виробництві автомобілів підприємство використовує систему управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання для відстеження різних аспектів виробництва, включаючи якість виготовлення, витрати, строки доставки та задоволення клієнтів. Виявлення потреб у змінах може виникнути, коли дані показують, що якість автомобілів

не відповідає стандартам, а клієнти починають виражати незадоволеність через часті поломки. Це вказує на необхідність змін в процесі виробництва. Таким чином, виявлення потреб у змінах означає виявлення проблем або відхилень у бізнес-процесах або системі та розуміння, що певні аспекти потребують коригування або оптимізації для досягнення кращих результатів або адаптації до змін внутрішнього або зовнішнього середовищ;

- планування змін. Після виявлення потреб у змінах створюється план змін, який визначає обсяг, призначення і графік впровадження змін. План також враховує ресурси, бюджет і відповідальність за реалізацію змін. Наприклад, підприємство виробляє і продає товари через онлайн-магазин. Виявляється, що в останній час споживачі висловлюють незадоволеність часом доставки товарів, а конкуренти швидко виконують замовлення клієнтів. Ця проблема може бути виявлена через аналіз даних про час доставки та відгуки клієнтів. Виявлення потреби в зміні означає, що важливо покращити час доставки, щоб задовольнити очікування клієнтів і залишити конкурентів позаду. Коли ця потреба виявлена, може бути розроблений план змін, який включає в себе заходи для скорочення часу доставки, розподіл ресурсів (наприклад, більше кур'єрів або використання оптимізованих маршрутів), визначення бюджету для впровадження цих змін і визначення відповідальних осіб або команди, яка буде відповідати за реалізацію змін. Отже, «виявлення потреби в зміні» означає виявлення аспектів, які потребують покращень або корекції на основі аналізу даних та спостережень;

- навчання та розвиток персоналу, а також комунікація в контексті впровадження змін. У процесі впровадження змін важливо забезпечити навчання і розвиток персоналу, щоб вони могли пристосуватися до нових процесів та вимог. Навчання та розвиток персоналу, в контексті управління змінами, означає процес підготовки та навчання співробітників, який спрямований на забезпечення їхньої здатності пристосовуватися до нових бізнес-процесів, технологій, процедур або стратегій, які впроваджуються в організації в результаті змін. Так, наприклад, підприємство впроваджує нову

CRM систему. Це передбачає таке: прийняття рішення про зміну системи (організація вирішила впровадити нову систему управління відносинами з клієнтами (CRM) для покращення обслуговування клієнтів та оптимізації продажів); навчання та розвиток персоналу (перед впровадженням нової CRM системи організовується навчальні курси та тренінги для співробітників. Це включає в себе навчання роботі з новою системою, вивчення її функціоналу та процесів, пов'язаних із CRM. Також проводяться навчальні сесії з питань змін у робочих процесах та методах взаємодії з клієнтами); впровадження змін (після навчання персоналу нова CRM система впроваджується в організації. Співробітники застосовують знання, отримані під час навчання, для роботи з новою системою та взаємодії з клієнтами). Таким чином, навчання та розвиток персоналу включає в себе процес навчання співробітників з метою підготовки їх до успішної адаптації до змін, що впроваджуються в організації. Реалізація змін вимагає ефективного комунікування всередині організації. Це передбачає інформування співробітників про призначення і користь змін, а також про характер зміни процесів та вимог. Потім зміни впроваджуються відповідно до розробленого плану. Таким чином, «комунікація і впровадження» є важливою частиною механізму управління змінами в системі управління бізнес-процесами. Цей компонент охоплює процес інформування і впровадження змін всередині організації. Наприклад, якщо підприємство вирішило впровадити нову систему управління запасами для покращення продуктивності, важливо роз'яснити переваги цієї системи для співробітників, які будуть працювати з нею; провести навчання (комунікація також включає в себе організування навчання та підготовки співробітників, які вперше зіштовхуються зі змінами). Наприклад, якщо організація впроваджує новий процес виробництва, робітники можуть отримати навчання з використання нового обладнання та методів роботи та впровадити зміни (це етап, коли зміни фактично вводяться в дію відповідно до розробленого плану. Організація повинна забезпечити, щоб впровадження було безперервним. Наприклад, під час впровадження нової інформаційної системи, ІТ-команда може

встановлювати програмне забезпечення та надавати підтримку користувачам для вирішення будь-яких проблем, які виникають під час переходу). Отже, «комунікація і впровадження» включає в себе засоби і методи, що допомагають організації успішно інформувати своїх співробітників про зміни та забезпечити їхнє ефективне впровадження, щоб досягти бажаних результатів;

- моніторинг та оцінка змін. Після впровадження змін проводиться моніторинг їх ефективності та впливу на бізнес-процеси, що може включати в себе аналіз ключових показників продуктивності, які визначаються як до, так і після впровадження змін. Моніторинг і оцінка у контексті управління змінами в системі управління бізнес-процесами означає систематичний аналіз і слідкування за тим, як зміни впливають на бізнес-процеси та чи досягають вони поставлених цілей. Цей процес дозволяє визначити, наскільки ефективними були зміни та чи були досягнуті очікувані результати. Наведемо приклад моніторингу і оцінки в контексті управління змінами - впровадження нової методології роботи з клієнтами. В даному випадку, після впровадження нової методики роботи з клієнтами компанія починає відстежувати, скільки часу співробітники витрачають на виконання кожного клієнтського запиту. Вони також повинні відслідковувати кількість успішно оброблених запитів за день. У цьому полягає функція моніторингу. У свою чергу, після місяця впровадження нової методики доцільним є оцінювання результатів. Так, якщо виявилось, що час обробки клієнтських запитів скоротився на 20%, а кількість успішно оброблених запитів зросла на 15%, то доходимо висновку, що нова методика призвела до покращення ефективності роботи з клієнтами. Отже, «моніторинг і оцінка» допомагають визначити, які зміни були успішними, і які можливі корекції або додаткові заходи необхідні для досягнення бажаних результатів у впровадженні змін;

- коригування змін, з метою оптимізації результатів їх реалізації. На основі результатів моніторингу розробляються корекції та оптимізації впроваджених змін, що включає в себе впровадження нововведень стосовно

вже реалізованих рішень. У контексті управління змінами «коригування та оптимізація» означає внесення змін до раніше ухвалених рішень з метою поліпшення їхньої ефективності, адаптації до нових вимог або досягнення більшого відповідності до стратегічних цілей організації. Наприклад, є необхідність оптимізувати бізнес-процес обробки замовлень, при цьому основними етапами буде: попередня зміна (компанія внесла зміни у бізнес-процес обробки замовлень, зменшивши кількість кроків у процесі та автоматизувавши певні завдання); моніторинг та оцінка (після впровадження цього рішення проводиться моніторинг продуктивності. Виявилось, що хоча процес став ефективнішим, але при великому обсязі замовлень виникають деякі затримки через недостатню кількість робочих ресурсів на певних етапах); коригування та оптимізація (на основі результатів моніторингу було прийнято рішення коригувати впроваджені зміни. Додаткові робочі ресурси були виділені на етапи, де виникали затримки. Також було внесено зміни до існуючих автоматизованих процесів для їхньої більшої ефективності). Отже, «коригування та оптимізація» означає уточнення та покращення прийнятих раніше рішень з метою досягнення кращої продуктивності, якості або відповідності стратегічним цілям організації;

Усі ці компоненти спільно створюють механізм управління змінами, який дозволяє підприємству адаптуватися до змін в бізнес-середовищі, вдосконалювати бізнес-процеси та досягати стратегічних цілей. Керування змінами стає необхідним механізмом регулювання, коли організація виявляє відхилення від встановлених цілей або стикається з несприятливими умовами в бізнес-середовищі.

Наведені вище механізми націлені на усунення відхилень та вдосконалення системи управління бізнес-процесами, коли ознаки розвитку не виявлені або є слабо вираженими. Вони сприяють підтримці та досягненню стратегічних цілей підприємства в умовах змін і невизначеності.

Ці п'ять механізмів регулювання системи управління бізнес-процесами взаємодіють між собою для забезпечення ефективного управління та

коригування системи відповідно до стратегічних цілей та виявлених відхилень. Одні механізми можуть сприяти виявленню проблем, інші - їх вирішенню та удосконаленню. У табл. 3.6 наведено матрицю відповідності механізмів регулювання секторам об'єкта регулювання.

Таблиця 3.6

Матриця відповідності механізмів регулювання секторам об'єкта регулювання

Механізми регулювання	Сектори об'єкта регулювання		
	Система бізнес-процесів	Система управління бізнес-процесами	Система імітаційного моделювання
Механізм корекції бізнес-процесів	X		
Механізм перепланування та ресурсного забезпечення		X	
Механізм оптимізації імітаційних моделей			X
Механізм вдосконалення звітності та аналізу		X	
Механізм керування змінами в системі управління бізнес-процесами		X	

Примітка: побудовано дисертантом

Так, механізм корекції бізнес-процесів відповідає за виявлення відхилень в бізнес-процесах і застосування відповідних заходів для їх коригування. Якщо підприємство виявляє, що бізнес-процеси не досягають стратегічних цілей, воно може реалізувати коригувальні заходи, які

забезпечують перегляд послідовності бізнес-процесів, їх оптимізацію і впровадження нових методів роботи.

Механізм перепланування та ресурсного забезпечення передбачає, що у випадку, коли корекція бізнес-процесів виявляється недостатньою для досягнення стратегічних цілей, необхідно переглянути плани та виділити додаткові ресурси для підтримки і розвитку системи управління бізнес-процесами. Це може включати в себе виділення більшої кількості коштів, перерозподіл ресурсів і перегляд робочих процесів.

Щодо механізму оптимізації імітаційних моделей, то у випадку, коли система управління бізнес-процесами базується на імітаційних моделях, оптимізація цих моделей може бути ключовою. Вона допомагає врахувати нові умови та фактори, що впливають на бізнес-процеси, та дозволяють системі працювати точніше й ефективніше.

Механізм вдосконалення звітності та аналізу передбачає, що коли розвинута система збору та аналізу даних підтримує моніторинг та аналіз ефективності бізнес-процесів, то це дозволяє вчасно виявляти відхилення та вирішувати їх. Досконала звітність та аналіз також можуть допомагати в прийнятті рішень щодо коригування раніше ухвалених рішень і планування змін.

Механізм керування змінами в системі управління бізнес-процесами дозволяє впроваджувати зміни, враховуючи виявлені відхилення і потреби. Планування та впровадження змін підтримуються інформацією, зібраною під час моніторингу та аналізу ефективності.

Усі ці механізми доповнюють один одного і сприяють підтримці та досягненню стратегічних цілей підприємства. Вони створюють цільовий цикл управління бізнес-процесами, що дозволяє реагувати на зміни в середовищі та досягати високої ефективності та результативності.

Висновки до третього розділу

1. Доведено, що системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі є потужним інструментом для аналізу та оптимізації бізнес-процесів підприємства та на основі визначення та систематичного повторення розроблених конкретних етапів управління бізнес-процесами підприємства, формування базової моделі бізнес-процесів, визначення переліку можливих факторів впливу на діяльність організації із урахуванням досвіду роботи інших суб'єктів господарювання, в результаті дає можливість імітації реалізації бізнес-процесів із застосуванням ІТ-систем та сучасного програмного забезпечення в сфері управління. Основою ефективності даного підходу є можливість мінімізувати розрив між реальними і прогнозованими значеннями використовуваної бізнес-моделі, що є важливим для прийняття раціональних управлінських рішень, в результаті багаторазових ітерацій вхідних даних за допомогою запропонованої еклектичної імітаційної моделі.

Цей тип моделей базується на різних підходах та методах моделювання, що дозволяють уникнути невизначеності, результатів впливу зміни факторів та ризиків, які присутні в бізнес-середовищі. Застосування еклектичної імітаційної моделі дозволяє аналізувати вплив різних факторів на продуктивність, ефективність та якість виробництва, а також визначати оптимальні стратегії для мінімізації ризиків та максимізації результатів. Аргументовано, що використання запропонованого підходу на основі формування еклектичної імітаційної моделі дозволяє обґрунтовано виявити наявні проблеми, розробити ефективні стратегії управління бізнес-процесами, визначити оптимальні рішення та спланувати майбутні дії.

Обґрунтовано, що конкретна еклектична імітаційна модель буде варіюватися залежно від конкретного підприємства та його бізнес-процесів, але доведено, що вона може стати якісним інструментом для прийняття обґрунтованих рішень та підвищення ефективності управління бізнес-процесами підприємства. Враховуючи особливості конкретного підприємства

та його бізнес-процесів, застосування запропонованої технології формування еклектичної імітаційної моделі може мати важливе прикладне значення для досягнення бажаних цілей управління.

2. На основі виконаних досліджень доведено, що застосування методу морфологічно-сценарного аналізу до наведених моделей сприяє систематизації та аналізуванню взаємозв'язків між різними аспектами управління бізнес-процесами підприємств, які відбуваються на основі імітаційного моделювання. Зокрема, аналізу піддаються такі аспекти як попит на продукцію, продуктивність системи масового обслуговування та показники, що використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка. Отримані результати обґрунтовано підтверджують, що продуктивність системи масового обслуговування відіграє ключову роль у визначенні рівня обслуговування та реакції на попит. Розуміння цього взаємозв'язку аргументовано підкреслює можливість оптимізації робочих потоків та розподілу ресурсів для досягнення бажаних рівнів обслуговування клієнтів.

Крім того, результати аналізу показують, що показники, які використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка, можуть бути розглянуті як функції від різних параметрів. Морфологічний аналіз допомагає ідентифікувати вплив різних параметрів на ці показники і визначити, які параметри мають найбільший ваговий вплив на планування ресурсів і виробничий графік. Обґрунтовано можливість розробки оптимальних стратегій управління ресурсами та виробничим графіком для досягнення бажаних результатів. Ці стратегії можуть включати розробку маркетингових стратегій для збільшення попиту або підвищення продуктивності системи масового обслуговування.

Таким чином, застосування методу морфологічно-сценарного аналізу до наведених моделей дозволяє розкрити взаємозв'язок між різними аспектами системи управління бізнес-процесами та розробити оптимальні стратегії

управління ресурсами та виробничим графіком для досягнення бажаних результатів.

3. Обґрунтовано, що регулювання системи управління бізнес-процесами, яка побудована на основі імітаційного моделювання може базуватись на п'яти механізмах. Усі ці механізми взаємопов'язані, проте вони націлені на різні сектори об'єкта регулювання. Обґрунтовано, що такими секторами є: сектор 1 – система бізнес-процесів, сектор 2 – система управління ними та сектор 3 – система імітаційного моделювання. Аргументовано, що механізм корекції бізнес-процесів застосовується для регулювання сектору 1, механізм перепланування та ресурсного забезпечення, механізм вдосконалення звітності та аналізу, а також механізм керування змінами в системі управління бізнес-процесами – сектору 2, механізм оптимізації імітаційних моделей сектору 3.

Структурування механізмів регулювання за секторами об'єкта регулювання має декілька важливих переваг: чіткість і фокус (кожен сектор має свої специфічні завдання і цілі. Ізольоване регулювання кожного сектору допомагає зосередити увагу на конкретних аспектах системи, не відволікаючи ресурси на непотрібні або неспільні завдання); ефективність управління (якщо регулювання розділено на сектори, то кожен сектор може використовувати спеціалізовані інструменти та підходи, що підвищує ефективність управління кожним аспектом системи); зручність аналізу і моніторингу (відокремлення секторів робить процес аналізу, моніторингу та оцінки продуктивності більш зрозумілим і керованим, оскільки можна оцінювати результати кожного сектору окремо); полегшення визначення відповідальності (кожен сектор може бути відповідальним за конкретну частину системи. Це допомагає з'ясувати, хто несе відповідальність за певні аспекти управління та регулювання); гнучкість та адаптивність (якщо один з секторів потребує змін або покращень, це не обов'язково впливає на інші сектори. Структура може бути легко адаптована до нових потреб і вимог); зменшення ризику впливу помилок (якщо помилка або проблема виникає в одному секторі, вона не

обов'язково поширюється на інші сектори, що зменшує ризик системних збоїв і дозволяє швидко виправити помилки на конкретному рівні).

Отже, структурування механізмів регулювання за секторами об'єкта регулювання сприяє ефективному управлінню та контролю різними аспектами системи, підвищує гнучкість, полегшує відстеження та поліпшує загальний контроль над об'єктом регулювання.

Основні положення дисертації, які викладено у третьому розділі і які є предметом наукової новизни виконаного дослідження, опубліковано в таких друкованих працях автора: (Свірський, Ю.В., 2023а; Свірський, Ю.В., 2023b; Русин-Гриник, Р.Р., Косарєв, М.Ю. та Свірський, Ю.В., 2023; Свірський, Ю.В., 2024а; Свірський, Ю.В., 2023с; Свірський, Ю.В., 2023d; Свірський, Ю.В., 2023 е; Свірський, Ю.В., 2024b; Кузьмін, О.Є. та Свірський, Ю.В., 2024; Свірський, Ю.В., 2024с).

ВИСНОВКИ

У виконаному дослідженні на підставі методологічного систематизування і структурування сучасних економіко-управлінських положень і прикладних підходів, що застосовуються в управлінні бізнес-процесами запропоновано нове, оригінальне вирішення наукової проблеми – удосконалення існуючих і розроблення нових теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

1. Сучасна наукова література широко вживає поняття «бізнес-процес» і розглядає його з різних наукових підходів, основні з яких - процесний і системний. Вибір підходу залежить від дослідницьких завдань. Незважаючи на це, однією з основних характеристик цього поняття залишається наявність у підприємства конкретних бізнес-цілей, на досягнення яких спрямовані бізнес-процеси. Таке розуміння бізнес-процесу визначає його як систему взаємопов'язаних компонентів підприємства, які, взаємодіючи, виконують послідовні операції для досягнення встановлених бізнес-цілей. Класифікації бізнес-процесів будують за різними ознаками, однак, виходячи з інформаційно-аналітичних потреб суб'єктів управління, доведено, що бізнес-процеси необхідно класифікувати за їх змістом, характером, рівнями інформатизації, інтелектуаломісткості та капіталомісткості.

2. Обґрунтовано, що ознаками розвитку управління бізнес-процесами є застосування системного підходу, використання сучасних технологій, спрямованих на управління бізнес-процесами, і постійне вдосконалення цих підходів і методів. Орієнтація на результат також відіграє важливу роль у розвитку управління бізнес-процесами, оскільки сучасна система управління повинна досягати конкретних бізнес-цілей. Таким чином, розвиток управління бізнес-процесами – це процес постійного вдосконалення підходів і практик для досягнення встановлених цілей підприємства.

3. Аргументовано, що однією з особливостей формування системи факторів, що розглядаються в контексті управління бізнес-процесами через імітаційне моделювання є групування факторів у кластери, які вказують на адекватність вибору імітаційної моделі та результати її застосування. Це дозволяє враховувати як спільні, так і відмінні властивості факторів, а також їх взаємозв'язки при аналізі ефективності імітаційного моделювання.

4. У результаті проведеної кластеризації за допомогою методу к-середніх та призначення факторів до кластерів виявлено, що фактори розподілилися на кілька кластерів. Перший кластер, за своєю сутністю, представляє собою порожню множину, оскільки жоден з факторів не був призначений до цього кластеру на основі розрахованих відстаней. Другий кластер включає фактори 2, 3 та 4, пов'язаних з процесом оцінки та перевірки моделей. Цей кластер наголошує на важливості валідації результатів та використання моделей для перевірки їхньої ефективності та точності. Третій кластер, що об'єднує фактори 1 та 5, стосується використання результатів моделювання. Фактор 1 підкреслює значення правильного вибору відповідної імітаційної моделі, тоді як фактор 5 акцентує увагу на компетентності аналітиків для ефективного використання результатів моделювання.

Обґрунтовано, що у такий спосіб наявна інформація не лише дозволяє визначити спільні властивості та взаємозв'язки між факторами, але й виявляє ключові аспекти в процесі управління бізнес-процесами за допомогою імітаційного моделювання.

5. Доведено, що розроблений системний підхід до використання еkleктичної імітаційної моделі розвитку управління бізнес-процесами є важливим інструментом для адаптації до невизначеності, змінних факторів та ризиків, які характерні для бізнес-середовища. Запропонований підхід передбачає формування базової моделі бізнес-процесів, визначення переліку можливих факторів впливу на діяльність підприємства із урахуванням досвіду роботи інших суб'єктів господарювання. В результаті імітації реалізації бізнес-процесів із застосуванням ІТ-систем та програмного забезпечення

отримуються багаторазові ітерації вхідних даних за допомогою запропонованої еклектичної імітаційної моделі, що дає можливість мінімізувати розрив між реальними і прогнозованими значеннями використовуваної бізнес-моделі та приймати на її основі раціональні управлінські рішення. Запропонований підхід уможливорює забезпечення ефективності планування та прогнозування діяльності підприємства в динамічних умовах сучасного бізнес-середовища.

Еклектична імітаційна модель, що є основою даного підходу є потужним інструментом для аналізу та оптимізації бізнес-процесів підприємства. Попри це, доведено, що, враховуючи конкретні особливості підприємства та його бізнес-процесів, еклектична імітаційна модель зазнаватиме варіативності. Обґрунтовано, що вона виконує функцію уникнення невизначеності, змінних факторів та ризиків, які виникають в бізнес-середовищі. Застосування цієї моделі дозволяє детально проаналізувати вплив різних факторів на продуктивність, ефективність та якість виробництва. Крім того, це дає можливість визначити оптимальні стратегії для мінімізації ризиків та максимізації результатів.

Аргументовано, що використання запропонованого системного підходу до використання еклектичної імітаційної моделі дає можливість систематично виявляти проблеми, розробляти ефективні стратегії управління бізнес-процесами, визначати оптимальні рішення та планувати подальші кроки.

6. Удосконалена методологія моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства визначається застосуванням інноваційного інструментарію морфологічно-сценарного аналізу. Аргументовано, що цей підхід відрізняється від існуючих підходів, оскільки він дозволяє ідентифікувати взаємозв'язки між різними компонентами системи управління бізнес-процесами і, виходячи з цього, ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення з метою досягнення бажаних результатів із застосуванням імітаційного моделювання для розвитку управління бізнес-процесами.

7. На підставі проведених досліджень доведено, що використання методу морфологічно-сценарного аналізу до еклектичної імітаційної моделі сприяє систематизації та аналізу взаємозв'язків між різними напрямками управління бізнес-процесами підприємства, зокрема, йдеться про попит на продукцію, продуктивність системи масового обслуговування і показники, що використовуються для планування ресурсів і формування графіку виробничого процесу.

Отримані результати дали можливість стверджувати, що продуктивність системи масового обслуговування має значущий вплив на рівень обслуговування та реагування на попит. Розуміння цього взаємозв'язку дозволяє ефективно оптимізувати робочі процеси та розподіляти ресурси з метою досягнення ефективності діяльності підприємства та задоволення потреб її клієнтів.

8. Доведено, що показники, які використовуються для планування ресурсів та виробничого графіка, можуть бути розглянуті як функції від різних параметрів. Застосування морфологічного аналізу допомагає ідентифікувати вплив різних параметрів на ці показники і визначити, які параметри мають найбільший ваговий вплив на планування ресурсів і графіку виробничого процесу.

Обґрунтовано, що використання методу морфологічно-сценарного аналізу дозволяє розкрити взаємозв'язок між різними аспектами системи управління бізнес-процесами та розробити оптимальні стратегії управління ресурсами та формування графіку виробничого процесу для досягнення бажаних результатів. Ці стратегії можуть включати розробку маркетингових кампаній для збільшення попиту або підвищення продуктивності системи масового обслуговування. Таким чином, дослідження підтверджує важливість застосування методу морфологічно-сценарного аналізу для досягнення стратегічних цілей управління бізнес-процесами.

9. Аргументовано, що удосконалення механізмів регулювання системи управління бізнес-процесами, що відбувається на основі імітаційного

моделювання доцільно здійснювати на основі секторального підходу, який передбачає використанням п'яти механізмів, які спрямовані на різні сектори об'єкта регулювання. Зазначені сектори включають в себе систему бізнес-процесів, систему управління ними та систему імітаційного моделювання. Зокрема, механізм корекції бізнес-процесів застосовується для регулювання сектору 1, механізм перепланування та ресурсного забезпечення, механізм вдосконалення звітності та аналізу, а також механізм керування змінами в системі управління бізнес-процесами – сектору 2, механізм оптимізації імітаційних моделей сектору 3.

Доведено, що структурування механізмів регулювання за секторами об'єкта регулювання приносить кілька вагомих переваг. По-перше, це надає чіткість та фокус, оскільки кожен сектор має свої специфічні завдання та цілі. Це сприяє усвідомленню конкретних аспектів системи без розсіювання ресурсів на непотрібні завдання. Крім того, такий підхід забезпечує ефективність управління, оскільки кожен сектор може використовувати спеціалізовані інструменти та підходи, що підвищує його продуктивність. Крім того, структурований аналіз і моніторинг стають більш зрозумілими та керованими, що спрощує процес оцінки ефективності кожного сектору окремо.

Обгрунтовано, що такий підхід спрощує визначення відповідальності за конкретні аспекти управління та регулювання, що сприяє чіткому розподілу обов'язків. Крім того, структура дозволяє легко адаптувати систему до нових потреб та вимог, забезпечуючи гнучкість та адаптивність. Нарешті, цей підхід знижує ризик системних помилок, оскільки проблеми в одному секторі не впливають автоматично на інші, що забезпечує швидке виправлення недоліків в конкретному секторі об'єкта регулювання. В цілому, структурування механізмів регулювання за секторами об'єкта регулювання сприяє ефективному управлінню та контролю різними аспектами системи, підвищує гнучкість, полегшує відстеження та поліпшує загальний контроль над об'єктом регулювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке бізнес-процеси та які їхні основні елементи? URL:<https://it-artel.ua/instruction/chto-takoe-byznes-proczessu-y-kakye-yh-osnovnye-elementu/>
2. Опис бізнес-процесів компанії. Кому, навіщо і як? URL:<https://gc.ua/uk/opis-biznes-procesiv-kompani%D1%97-komu-navishho-i-yak/>
3. Управління бізнес-процесами (Business Process Management)! URL:<https://biznesua.com.ua/upravlinnya-biznes-protsesami-business-process-management/>
4. Що таке бізнес-процеси? URL:<https://manageable.com.ua/shho-take-biznes-protsesy/>.
5. Організація бізнес-процесів URL: <https://spe.org.ua/blog/bi/orhanizatsiia-biznes-protsesiv/>.
6. Волосатова М. Поняття категорії «бізнес-процес» та характерні риси його змісту URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/12/45.pdf>].
7. Макотерська, І. Як по нотах: покрокова інструкція з налаштування бізнес-процесів URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/biznes-procesi-yak-organizuvati-robotu-komandi-50034857.html>.
8. ПРОГРАМА BAS - структурна основа вашої організації URL: https://www.netsoft.com.ua/?gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHBjzIGOLNixwhaUxbXjfzlFCIEqsQBxIsoqEXCNVPPw3xRkwDqoJFRoC-_4QAvD_BwE.
9. Шеховцова, І. А. Сутність та властивості бізнес-процесів на підприємстві ЗЕД URL: <http://www.spilnota.net.ua/us/article/id-1265/>
10. Командровська, В.Є., Морозенко, О.Ю. (2011). Бізнес-процеси підприємства: сутність та методи удосконалення. *Open Journal Systems*, № 30 URL: <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/view/325>].

- 11.Ареф'єва, О.В., Луцька, Т.В. (2009). Бізнес-процеси підприємств сфери послуг: фактори, формування, конкурентоспроможність: монографія. Київ: Вид. Європейського ун-ту, 96 с.
- 12.Elliott, J. J. (2000). Design of a product-focused customer-oriented process. *Information and Software Technology*, 42(14), P.973–981.
- 13.ISO 9001:2000. Quality management systems – Requirements URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=21823.
- 14.Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. – NY: Free Press, 540 p.
- 15.Багорка, Д., & Верцева, А. (2024). Управління бізнес-процесами та методи їх вдосконалення для забезпечення інноваційного розвитку підприємств. *Економіка та суспільство*, (66). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-40>.
- 16.Кузьмін , О., Юринець, О. (2021). Визначення головних завдань, які постають при застосуванні на підприємствах інвестиційних ургентних інструментів антикризового управління. *Збірник наукових праць ЛОГОΣ*. <https://doi.org/10.36074/logos-30.04.2021.v1.08>
- 17.Біловодська, О.А. (2010). Економічне обґрунтування реінжинірингу бізнес-процесів виробничих підприємств: монографія. Суми: Мрія-1, 440 с.
- 18.Корзаченко О. В. (2015). Моделювання бізнес-процесів підприємств: методології, підходи та методи // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». Вип. 11. Ч. 1. С. 171–175.
- 19.Кузьмін, О. Є., Юринець, О. В., Ємельянов, О. Ю. (2021). Розвиток інвестиційної привабливості підприємств в умовах антикризового управління. *Інвестиції: практика та досвід*. № 10. С. 5–12. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.10.5

- 20.Бондарук, Т. Г., Бондарук, І. С. (2020). Економічна природа організаційно-економічного механізму соціальної відповідальності бізнесу. *Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту: зб. наук. пр.*, № 1–2. С. 57–64. DOI: 10.31767/nasoa.1-2.2020.06.
- 21.Виноградова, О.В. (2005). Реінжиніринг бізнес-процесів у сучасному менеджменті: монографія. Донецьк: Вид. ДонДУЕТ, 196 с.
- 22.Davenport, T. H. (1990). The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign [Text] / T. H. Davenport, J. E. Short. *Sloan Management Review*. № 11. – 27 p.
- 23.Шемаєва, Л.Г., Безгін, К.С., та ін. (2009). Управління якістю бізнес-процесів на підприємстві: монографія. Харків: Вид. ХНЕУ, 240 с.
- 24.Чорнобай, Л. І. (2015). Бізнес-процеси підприємства: класифікація та структурно-ієрархічна модель. *Економічний аналіз : зб. наук. праць*. Том 22. – № 2. – С. 171-182.
- 25.Сідоренко, М. Типи бізнес-процесів та як обрати потрібний URL: <https://helpdesk.bitrix24.ua/open/5888493/>
- 26.Bantash, A., Koval, V., Bashynska, M. & Kozlovtseva, V. (2020). Balanced Territorial Economic Development in the Conditions of Providing Stability of Human Resources Management. *Economics. Ecology. Socium*. Vol 4, No 3, pp. 58-66. DOI: <https://doi.org/10.31520/2616-7107/2020.4.3-6>
- 27.Ilchenko, S., Khumarova, N., Natalia Maslii, N., Demianchuk, M. & Skribans, V. (2021). Instruments for ensuring the balanced development of maritime and inland waterway transport in Ukraine. *E3S Web of Conferences*. Vol. 255. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125501021>
- 28.Bantash, A., Koval, V., Bashynska, M. & Kozlovtseva, V. (2020). Balanced Territorial Economic Development in the Conditions of Providing Stability of Human Resources Management. *Economics. Ecology. Socium*. Vol 4, No 3, pp. 58-66. DOI: <https://doi.org/10.31520/2616-7107/2020.4.3-6>

29. Biryukova, V V. (2020). Production System Management Based on a Balanced Development Model. International science and technology conference «FarEastCon-2019». Volume 753, Chapter 5. DOI: 10.1088/1757-899X/753/6/062014
30. Igor N. Dubina, & David F. J. Campbell, Elias G. Carayannis, Anna A. Chub, Evangelos Grigoroudis & Olga V. Kozhevina. (2017). The Balanced Development of the Spatial Innovation and Entrepreneurial Ecosystem Based on Principles of the Systems Compromise: A Conceptual Framework. *Journal of the Knowledge Economy, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET)*, Vol. 8(2), pp. 438-455. DOI: 10.1007/s13132-016-0426-0
31. Shifa Ma, Yunnan Cai, Dixiang Xie, Xiwen Zhang & Yabo Zhao. (2022). Towards balanced development stage: Regulating the spatial pattern of agglomeration with collaborative optimal allocation of urban land, Cities. *Cities: The International Journal of Urban Policy and Planning*. Vol. 126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103645>.
32. Jiaming Li, Chengdong Xu, Mingxing Chen & Wei Sun. (2019). Balanced development: Nature environment and economic and social power in China. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 210. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.293>.
33. Christopher, V. Hawkins, Sung-Wook Kwon & Jungah Bae. (2016). Balance Between Local Economic Development and Environmental Sustainability: A Multi-level Governance Perspective. *International Journal of Public Administration*. Vol. 39:11. pp. 803-811. DOI: 10.1080/01900692.2015.1035787
34. Adeniran, A. O. (2019). Anti-corruption Strategies for Balanced Development: A Case Study of Economic and Financial Crimes Commission (EFCC). *Advanced Journal of Social Science*, Vol. 5(1). URL: <https://doi.org/10.21467/ajss.5.1.52-64>

- 35.Malyavkina, L.I., Ilyukhina, I.B. & Marchenkova, L.M. (2018). Modeling Well-Balanced Development of Innovational and Investment Activities of Economic Systems. *The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony*. Vol. 57. pp 883–895. DOI: 10.1007/978-3-030-00102-5_95
- 36.Oksana Drebot, Valentyna Bilotil & Halyna Oliinyk. (2022). Balanced Development of Rural Territories of Ukraine: Social, Economic and Ecological Aspects. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. Vol. 4(40). doi: 10.31435/rsglobal_ijite/30122022/7883
- 37.Karpinska, A.V. (2020). Methodology ensuring balanced development industrial enterprises on the principles of complementarity. *Economic Innovations*. Vol. 22(4(77)). pp. 83-91. DOI:10.31520/ei.2020.22.4(77).83-91
- 38.Stadnyk, V., Pchelianska, G., Holovchuk, Y., & Dybchuk, L. (2020). The concept of marketing of balanced development and features of its implementation in the food market. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. Vol. 6(3), pp. 80-95. DOI:10.51599/are.2020.06.03.05
- 39.Demianchuk, M. (2020). «The use of neural networks in the activities and development of a digitized enterprise while achieving balanced development». *Investytsiyi: praktyka ta dosvid*, Vol. 4. pp. 11–17. DOI: 10.32702/2306-6814.2020.4.11
- 40.Дем'янчук, М. А. (2020). Застосування нейронних мереж у діяльності та розвитку діджиталізованого підприємства при досягненні збалансованого розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*. № 4. С. 11–17. DOI: 10.32702/2306-6814.2020.4.11
- 41.Zhengxiaoming, A. & Fernando, Y. (2019). A Concept Paper of Balanced Scorecard for New Product Development. *FGIC 2nd Conference on Governance and Integrity*. pp. 569–578. DOI: 10.18502/kss.v3i22.5075

42. Ruyue Deng. (2022). The Origin, Development, Diffusion and Managerial Effects of the Balanced Scorecard. *Frontiers in Economics and Management*. Vol. 8. pp. 667-671. DOI: 10.6981/FEM.202202_3(2).00
43. Теребух, А. А., Русин-Гриник, Р. Р., & Підвальний, М. В. (2023). Бізнес-процеси підприємства: суть та класифікаційні ознаки. *Ефективна економіка*, (4). URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.4.13>
44. Теребух, А. А., Русин-Гриник, Р. Р., & Підвальний, М. В. (2023). Принципи розвитку системи управління бізнес-процесами на основі рефлексивного підходу. *Економіка та суспільство*, (49). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-49-70>
45. Теребух, А. А., Русин-Гриник, Р. Р., & Підвальний, М. В. (2023). Характеристика класифікаційних ознак бізнес-процесів підприємства. У Розвиток, освіта, культура: тенденції інтеграції в сучасному світі (с. 101–103). *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (Осло, Норвегія, 11–14 квітня 2023 р.)*.
46. Теребух, А. А., Русин-Гриник, Р. Р., & Підвальний, М. В. (2023). Вибір та характеристика принципів розвитку системи управління бізнес-процесами. У Актуальні питання науки, освіти та технологій в умовах сучасних викликів (с. 65–66). *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Кременчук, 9 травня 2023 р.)*.
47. Babenko, V., Nakisko, O., & Mykolenko, I. (2017). Research of the aspects of modeling of the project management of risk of implementation system information support. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (39), 64–69. URL: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.124538>
48. Roman Zamecnik, Rastislav Rajnoha (2015). Strategic Business Performance Management on the Base of Controlling and Managerial Information Support, *Procedia Economics and Finance*, Volume 26. URL: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00843-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00843-6).

49. Altındağ, Ö., Öngel, V. (2021). Information Management, Organizational Intelligence, and Innovation Performance Triangle: Empirical Research on Turkish IT Firms. *SAGE, Open* 11, 215824402110525. doi:10.1177/21582440211052550
50. Vahdat, S. (2021). The role of IT-based technologies on the management of human resources in the COVID-19 era. *Kybernetes, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print*. URL: <https://doi.org/10.1108/K-04-2021-0333>
51. Скриньковський, Р. М., Князь, С. В., Цюх, С. І., Русин-Гриник, Р. Р., Коновалюк, І. В., Старченко, А. Ю. (2022). Регулювання системи управління економічною безпекою бізнес-структур. *Електронне наукове видання «Публічне адміністрування та національна безпека»*, №5. URL: <https://doi.org/10.25313/2617-572X-2022-5-8135>
52. Madonsela, N.S. (2020). Integration of the Management Information System for Competitive Positioning. *Procedia Manufacturing*, 43, 375–382. doi:10.1016/j.promfg.2020.02.176
53. Bryant, Rebecca, Jan Fransen, Pablo de Castro. Brenna Helmstutler, and David Scherer (2021). Research Information Management in the United States. Part 1—Findings and Recommendations. Dublin, OH: OCLC Research. URL: <https://doi.org/10.25333/8hgy-s428>.
54. Ågerfalk, P.J., Conboy, K., Myers, M.D. (2020). Information systems in the age of pandemics: COVID-19 and beyond. *European Journal of Information Systems*, 29, 203–207. doi:10.1080/0960085x.2020.1771968
55. Rajiv Kohli & Ting-Peng Liang (2021). Special Section: Strategic Integration of Blockchain Technology into Organizations. *Journal of Management Information Systems*, 38,2, 282-287. DOI: 10.1080/07421222.2021.1912910
56. Miksa, T., Walk, P., Neish, P., Oblasser, S., Murray, H., Renner, T., Jacquemot-Perbal, M.-C., Cardoso, J., Kvamme, T., Praetzellis, M., Suchánek, M., Hooft, R., Faure, B., Moa, H., Hasan, A., Jones, S. (2021).

- Application Profile for Machine-Actionable Data Management Plans. *Data Science Journal*, 20, 32. doi:10.5334/dsj-2021-032
57. Rao Siriginidi, S. (1996). Business information: its sources and role in globalization, *New Library World*, Vol. 97 No. 1. URL: <https://doi.org/10.1108/03074809610105619>
 58. Norton, B. (1992). Sources and uses of business information. *Aslib Proceedings*, Vol. 44 No. 4, pp. URL: <https://doi.org/10.1108/eb051266>
 59. Hall, H. (2000). Online information sources: tools of business intelligence? *Journal of Information Science*, 26(3), 139–143. URL: <https://doi.org/10.1177/016555150002600303>
 60. Massimiliano Volpi (2017). Sources of information for innovation: the role of companies' motivations. *Industry and Innovation*, 24, 8, 817-836, DOI: 10.1080/13662716.2016.1271974
 61. Chukwuemeka Peter Ugbala, Kehinde Abayomi Owolabi, Aderonke Olaitan Adesina & Taiwo Bosede Ajayi (2021). Public Library as a Source of Business Information for Small-Scale Business Enterprises in Nigeria, *Public Library Quarterly*, 40, 5, 454-467. DOI: 10.1080/01616846.2020.1794768
 62. Gómez, J., Salazar, I., Vargas, P. (2016). Sources of Information as Determinants of Product and Process Innovation. *PLOS ONE*, 11, e0152743. doi:10.1371/journal.pone.0152743
 63. Sree Nilakanta, Richard W. Scamell, (1990). The Effect of Information Sources and Communication Channels on the diffusion of Innovation in a Data Base Development Environment. *Management Science*, 36(1):24-40. URL: <https://doi.org/10.1287/mnsc.36.1.24>
 64. Michael Weiss (2018). Business of Open Source: A Case Study of Integrating Existing Patterns Through Narratives. In Proceedings of the 23rd European Conference on Pattern Languages of Programs (EuroPLoP '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 23, 1–4. URL: <https://doi.org/10.1145/3282308.3282332>

- 65.Chan, J, Brier, J, Farhadi, Z, et al. A (2020). theoretical analysis of independent business owners' preferences for informal information sources. *Proc Assoc Inf Sci Technol*, 57, e352. URL: <https://doi.org/10.1002/pr2.352>
- 66.D'Amato, Alessio & Giaccherini, Matilde & Zoli, Mariangela (2019). The Role of Information Sources and Providers in Shaping Green Behaviors. Evidence from Europe. *Ecological Economics, Elsevier*, vol. 164(C), pp. 1-2.
- 67.Братушка, С. М. (2009). Імітаційне моделювання як інструмент дослідження складних економічних системі. *Вісник Української академії банківської справи*. № 2 (27), С. 113–118.
- 68.Матвійчук, А.В. (2005). Аналіз і управління економічним ризиком. Київ: Центр навчальної літератури, 347 с.
- 69.Вітлінський, В.В., Верченко, П.І. (2000). Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком. Київ: КНЕУ, 292 с.
- 70.Середюк, В.Б. (2014). Застосування методів імітаційного моделювання при прогнозуванні фінансових показників діяльності підприємства. Чернівці, с. 126–136.
- 71.MEJÍA, Gonzalo, et al. (2012). Petri nets and genetic algorithms for complex manufacturing systems scheduling. *International Journal of Production Research*, 50.3, 791–803.
- 72.Tecnomatix Siemens Software. Siemens Digital Industries Software. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/tecnomatix/>
- 73.Siemens y Bentley yntehryruiut PLM s 3D-proektyrovanyem. TAdviser URL: <http://www.tadviser/index.php/Produkt:Tecnomatix>.
- 74.Стеценко, І. В. (2014). Дослідження дискретно-подійних систем з використанням технології Петрі-об'єктного моделювання. *Управляющие системы и машины*. № (5), 77–85.
- 75.Неруш, В.Б., Курдеча, В.В. (2012). Імітаційне моделювання систем та процесів. Київ: НН ІТС НТУУ «КПІ», 115 с.

- 76.Томашевський, В.М., Нехай, В.В. (2015). Засоби імітаційного моделювання для навчання, які ґрунтуються на мові GPSS. *Технічні науки та технології*. № 2, 101–105.
- 77.Ситник, В.Ф., Орленко, Н.С. (1998). Імітаційне моделювання. Київ: КНЕУ, 230 с.
78. Tecnomatix Siemens Software. Siemens Digital Industries Soft-ware. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/tecnomatix/>.
- 79.Стеценко, І.В. (2010). Моделювання систем. Черкаси: ЧДТУ, 399 с.
- 80.Стеценко І. В. (2011). Технологія Петрі-об'єктного моделювання систем. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. №4, 25–30.
- 81.Вашків, П.Г., Пастер, П.І., Сторожук, В.П., Ткач, Є.І. (2000). Теорія статистики. Київ: Либідь, 320 с.
- 82.Костіна, О. М. (2017). Діагностика та управління бізнес-процесами у контексті антикризового управління підприємством. *Економіка та суспільство*. №10.
URL:https://economyandsociety.in.ua/journals/10_ukr/51.pdf
- 83.Плікус, І. Й. (2020). Інструментарій антикризового управління: проблемні питання застосування. *Молодий вчений*. № 1(77), 259-264.
DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-1-77-57>
- 84.Рубан, В. М. (2015). Антикризові інструменти та основні функції антикризового менеджменту. *Галицький економічний вісник*. Т.: ТНТУ, Том 48. № 1, 109-114.
- 85.Тюріна, Н. М., Баксалова, О. М. (2015). Кадрова безпека як складова економічної безпеки підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. № 2., т. 2, 230-234.
86. Якименко-Терещенко, Н. В., Палієнко, О. І. (2018). Антикризове управління промисловими підприємствами. *Молодий вчений*. № 5.1 (57.1), 98-101.

- 87.Череп, А. В., Корженевська, В. М. (2017). Дослідження економічних інструментів антикризового управління діяльністю підприємств машинобудування. *Вісник Приазовського державного технічного університету : зб. наукових праць ДВНЗ «ПДТУ»*. Вип. 33, 303–311.
- 88.Гавриленко, В. В., Шумейко, О. А. (2007). Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. *Збірник наукових праць МННЦ ІТіС*. Випуск 12., 211-220.
- 89.Коробова, М.В., Ляшенко, І.М., Столяр, А.М. (2006). Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Тернопіль: Навчальна книга - Богдан, 304 с.
- 90.Соколовська, З.М., Клепікова, О.А. (2011). Комп'ютерне моделювання складних економічних систем: монографія. Одеса: Астропринт, 512 с.
- 91.Babenko, V., Romanenkov, Yu., Yakymova, L., Nakisko, A. (2017). Development of the model of minimax adaptive management of innovative processes at an enterprise with consideration of risks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5, No. 4 (89), 49-56. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112076>
- 92.Malyarets, L., Draskovic, M., Babenko, V., Kochuyeva, Z., Dorokhov, O. (2017). Theory and practice of controlling at enterprises in international business. *Economic Annals-XXI*, Vol. 165, Iss. 5-6, 90-96. URL: <https://doi.org/10.21003/ea.V165-19>
- 93.Malyarets, L.M., Babenko, V.O., Nazarenko, O.V., Ryzhikova, N.I. (2019). The Modeling of Multi-criteria Assessment Activity in Enterprise Management, *Int. J Sup. Chain. Mgt*, vol. 8, no. 4, 997-1004. URL: <http://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/3342>
- 94.Погребняк, А. Ю. (2015). Сутність складових елементів механізму антикризового управління на промисловому підприємстві. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. № 12, 300-310. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evntukpi_2015_12_45

95. Shorikov, A.F., Babenko, V.A. (2014). Optimization of assured result in dynamical model of management of innovation process in the enterprise of agricultural production complex. *Economy of Region*, Issue 1, 196-202. URL: <http://dx.doi.org/10.17059/2014-1-18>
96. Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in e-business. *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 493–520. URL: <https://doi.org/10.1002/smj.187>
97. Amit, R., & Zott, C. (2015). Crafting business architecture: The antecedents of business model design. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 9(4), 331–350. URL: <https://doi.org/10.1002/sej.1200>
98. Aspara, J., Lamberg, J. A., Laukia, A., & Tikkanen, H. (2013). Corporate business model transformation and inter-organizational cognition: The case of Nokia. *Long Range Planning*, 46(6), 459–474. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2011.06.001>
99. Axelrod, R., Mitchell, W., Thomas, R. E., Bennett, D. S., & Bruderer, E. (1995). Coalition formation in standard-setting alliances. *Management Science*, 41(9), 1493–1508. URL: <https://doi.org/10.1287/mnsc.41.9.1493>
100. Baden-Fuller, C., & Morgan, M. S. (2010). Business models as models. *Long Range Planning*, 43(2–3), 156–171. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.005>
101. Bélair, J., Campbell, S. A., & Van Den Driessche, P. (1996). Frustration, stability, and delay-induced oscillations in a neural network model. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 56(1), 245–255. URL: <https://doi.org/10.1137/S0036139994274526>
102. Bock, A., & George, G. (2018). The business model book: Design, build and adapt business models that drive business growth. Pearson. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2011.01030.x>
103. Bock, A., Opsahl, T., George, G., & Gann, D. M. (2012). The effects of culture and structure on strategic flexibility during business model

- innovation. *Journal of Management Studies*, 49(2), 279–305. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2011.01030.x>
104. Burton, R. M., & Obel, B. (2011). Computational modeling for what-is, what-might-be, and what-should-be studies and triangulation. *Organization Science*, 22(5), 1195–1202. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0635>
 105. Wood, D., & Harger, E. (2003). Reducing human error in simulation in General Motors. *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, 2003., 2, 1199-1203 vol.2. URL: <https://doi.org/10.1109/WSC.2003.1261550>.
 106. Quaddus, M., & Chung, E. (1995). Modelling with Visual Simulation: An Application in Business Process Reengineering. *IFAC Proceedings Volumes*, 28, 263-268. URL: [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)47120-5](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)47120-5).
 107. Hauser, K., & Paper, D. (2007). Simulation of Business Re-Engineering Processes: Case Study of a United States Motor Manufacturing Company. *The International Journal of Management*, 24, 676.
 108. Dickmann, C., Klein, H., Birkhölzer, T., Fietz, W., Vaupel, J., & Meyer, L. (2007). Deriving a Valid Process Simulation from Real World Experiences. 272-282. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72426-1_23.
 109. Miragliotta, G., Brun, A., & Soydan, I. (2009). Coordinating multi-business sales through management simulators. *International Journal of Production Economics*, 121, 533-549. URL: <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2006.10.006>.
 110. Chudov, A., Rebrova, Y., & Pastyak, A. (2011). Performance Modeling of Worldwide Distributed IT Support System at Siemens IT Solutions and Services. *2011 UKSim 5th European Symposium on Computer Modeling and Simulation*, 415-417. URL: <https://doi.org/10.1109/EMS.2011.15>.
 111. Tofaş <https://www.tofas.com.tr/>

112. Oggier, C., Fragnière, E., & Stuby, J.-J. (2005). Nestlé improves its financial reporting with management science. *Interfaces*, 35(4), 271-280.
113. Huawei Technologies URL: <https://www.huawei.com/en/>
114. Tencent Holdings URL: <https://www.tencent.com/en-us/>
115. Anadolu Efes URL: <https://www.anadoluefes.com/>
116. Kernel URL: <https://www.kernel.ua/ua/>
117. Агрохолдинг URL: «Мрія» mriya.ua
118. JPMorgan Chase & Co URL: <https://www.jpmorganchase.com/>
119. Allianz URL: <https://www.allianz.com/en.html>
120. AXA URL: <https://www.axa.com/>
121. BlackRock URL: <https://www.blackrock.com/corporate>
122. Goldman Sachs URL: <https://www.goldmansachs.com/>
123. ПриватБанк URL: <https://privatbank.ua/>
124. DHL URL: <https://www.dhl.com/ua-uk/home.html>
125. FedEx URL: <https://www.fedex.com/uk-ua/home.html>
126. Alibaba Group URL: <https://www.alibabagroup.com/en-US/>
127. JD.com URL: <https://corporate.jd.com/>
128. British Airways URL: https://www.britishairways.com/travel/home/public/en_us/
129. AP Moller-Maersk URL: <https://www.maersk.com/about>
130. Метро Кеш енд Керрі Україна URL: <https://www.metro.ua/>
131. Укрпошта URL: <https://www.ukrposhta.ua>
132. Schneider Electric URL: <https://www.se.com/ww/en/>
133. Укртрансгаз URL: <https://utg.ua/>
134. Київстар URL: <https://kyivstar.ua/>
135. Turkcell URL: <https://www.turkcell.com.tr/>
136. Turk Telekom URL: <https://www.turktelekom.com.tr/>
137. Calori, R., Johnson, G., & Sarnin, P. (1994). CEOs' cognitive maps and the scope of the organization. *Strategic Management Journal*, 15(6), 437–457. URL: <https://doi.org/10.1002/smj.4250150603>

138. Cucculelli, M., & Peruzzi, V. (2020). Post-crisis firm survival, business model changes, and learning: Evidence from the Italian manufacturing industry. *Small Business Economics*, 54(2), 459–474. URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-018-0044-2>
139. Davis, J. P., Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2009). Optimal structure, market dynamism, and the strategy of simple rules. *Administrative Science Quarterly*, 54(3), 413–452. URL: <https://doi.org/10.2189/asqu.2009.54.3.413>
140. Demil, B., & Lecocq, X. (2010). Business model evolution: In search of dynamic consistency. *Long Range Planning*, 43(2–3), 227–246. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.004>
141. Fisher, W. R. (1994). Narrative rationality and the logic of scientific discourse. *Argumentation*, 8(1), 21–32. URL: <https://doi.org/10.1007/BF00710701>
142. Foss, N. J., & Saebi, T. (2017). Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go? *Journal of Management*, 43(1), 200–227. URL: <https://doi.org/10.1177/0149206316675927>
143. Gabriel, Y. (2000). *Storytelling in Organizations*. Oxford University Press. 355p.
144. Gavetti, G., & Rivkin, J. W. (2007). On the origin of strategy: Action and cognition over time. *Organization Science*, 18(3), 420–439. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.1070.0282>
145. George, G., & Bock, A. J. (2011). The business model in practice and its implications for entrepreneurship research. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 35(1), 83–111. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2010.00424.x>
146. George, G., & Bock, A. J. (2012). *Models of opportunity: How entrepreneurs design firms to achieve the unexpected*. Cambridge University Press.

147. George, G., Merrill, R., & Schillebeeckx, S. (2020). Digital sustainability and entrepreneurship: How digital innovations are helping tackle climate change and sustainable development. *Entrepreneurship Theory & Practice*, in press. URL: <https://doi.org/10.1177/1042258719899425>
148. Glöckner, A., Hilbig, B. E., & Jekel, M. (2014). What is adaptive about adaptive decision making? A parallel constraint satisfaction account. *Cognition*, 133(3), 641–666. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.08.017>
149. Glöckner, A., & Hodges, S. D. (2011). Parallel constraint satisfaction in memory-based decisions. *Experimental Psychology*, 58(3), 180. URL: <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000084>
150. Hampel, C., Perkmann, M., & Phillips, N. (2020). Beyond the lean start-up: Experimentation in corporate entrepreneurship and innovation. *Innovation: Organization & Management*, 22(1), 1–11.
151. Hampel, C. E., Tracey, P., & Weber, K. (2020). The art of the pivot: How new ventures manage identification relationships with stakeholders as they change direction. *Academy of Management Journal*, 63(2), 440–471. URL: <https://doi.org/10.5465/amj.2017.0460>
152. Harman, G. (1986). Change in view: Principles of reasoning. MIT Press. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262580915/change-in-view/>
153. Harris, S. G. (1994). Organizational culture and individual sensemaking: A schema-based perspective. *Organization Science*, 5(3), 309–321. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.5.3.309>
154. Hertz, J., Krogh, A., & Palmer, R. G. (1991). Introduction to the theory of neural computation. Westview Press. URL: https://www.researchgate.net/publication/200033871_Introduction_To_The_Theory_Of_Neural_Computation
155. Hopfield, J. J. (1982). Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National*

- Academy of Sciences*, 79(8), 2554–2558. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.79.8.2554>
156. Howes, A., Vera, A., Lewis, R. L., & McCurdy, M. (2004). Cognitive constraint modeling: A formal approach to supporting reasoning about behavior. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Vol. 26, pp. 595–600.
 157. Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. MIT Press. URL: <https://direct.mit.edu/books/monograph/4892/Cognition-in-the-Wild>
 158. Johnson, D., Bock, A., & George, G. (2019). Entrepreneurial dynamism and the built environment in the evolution of university entrepreneurial ecosystems. *Industrial & Corporate Change*, 28(4), 941–959.
 159. Kasparov, G. (2018). Chess, a drosophila of reasoning. *Science*, 362(6419), 1087.
 160. Kunc, M. H., & Morecroft, J. D. (2010). Managerial decision making and firm performance under a resource-based paradigm. *Strategic Management Journal*, 31(11), 1164–1182. URL: <https://doi.org/10.1002/smj.858>
 161. Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43(7), 934–950. URL: <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.7.934>
 162. Lyon, D. W., Lumpkin, G. T., & Dess, G. G. (2000). Enhancing entrepreneurial orientation research: making process. *Journal of Management*, 26(5), 1055–1085. URL: <https://doi.org/10.1177/014920630002600503>
 163. Martens, M. L., Jennings, J. E., & Jennings, P. D. (2007). Do the stories they tell get them the money they need? The role of entrepreneurial narratives in resource acquisition. *Academy of Management Journal*, 50(5), 1107–1132. URL: <https://doi.org/10.5465/amj.2007.27169488>
 164. Martins, L. L., Rindova, V. P., & Greenbaum, B. E. (2015). Unlocking the hidden value of concepts: A cognitive approach to business model

- innovation. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 9(1), 99–117. URL: <https://doi.org/10.1002/sej.1191>
165. Massa, L., Gianluigi, V., & Tucci, C. (2018). Business models and complexity. *Journal of Business Models*, 6(1), 59–71.
166. Massa, L., Tucci, C. L., & Afuah, A. (2017). A critical assessment of business model research. *Academy of Management Annals*, 11(1), 73–104. URL: <https://doi.org/10.5465/annals.2014.0072>
167. McClelland, J. L., Mirman, D., Bolger, D. J., & Khaitan, P. (2014). Interactive activation and mutual constraint satisfaction in perception and cognition. *Cognitive Science*, 38(6), 1139–1189. URL: <https://doi.org/10.1111/cogs.12146>
168. McDonald, R. M., & Eisenhardt, K. M. (2020). Parallel play: Startups, nascent markets, and effective business-model design. *Administrative Science Quarterly*, 65(2), 483–523. URL: <https://doi.org/10.1177%2F0001839219852349>
169. Milgrom, P., & Roberts, J. (1995). Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 19(2–3), 179–208. URL: [https://doi.org/10.1016/0165-4101\(94\)00382-F](https://doi.org/10.1016/0165-4101(94)00382-F)
170. Osiyevskyy, O., & Dewald, J. (2015). Explorative versus exploitative business model change: The cognitive antecedents of firm-level responses to disruptive innovation. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 9(1), 58–78. URL: <https://doi.org/10.1002/sej.1192>
171. Parrish, B. D. (2010). Sustainability-driven entrepreneurship: Principles of organization design. *Journal of Business Venturing*, 25(5), 510–523. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.05.005>
172. Pentland, B., & Feldman, M. (2007). Narrative networks: Patterns of technology and organization. *Organization Science*, 18(5), 781–795. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.1070.0283>

173. Ritter, T., & Lettl, C. (2018). The wider implications of business-model research. *Long Range Planning*, 51(1), 1–8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.07.005>
174. Rumelhart, D. E., Smolensky, P., McClelland, J. L., & Hinton, G. (1986). Sequential thought processes in PDP models. In D. E. Rumelhart & J. L. McClelland, (Eds.), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructures of cognition*,. 1, pp. 7–57. MIT Press.
175. Shepherd, D. A., & Gruber, M. (2020). The lean start-up framework: Closing the academic-practitioner divide. *Entrepreneurship Theory & Practice*, in press. URL: <https://doi.org/10.1177/1042258719899415>
176. Siggelkow, N. (2002). Evolution toward fit. *Administrative Science Quarterly*, 47(1), 125–159. URL: <https://doi.org/10.2307/3094893>
177. Siggelkow, N., & Levinthal, D. A. (2003). Temporarily divide to conquer: Centralized, decentralized, and reintegrated organizational approaches to exploration and adaptation. *Organization Science*, 14(6), 650–669. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.14.6.650.24840>
178. Simon, D. (2004). A third view of the black box: Cognitive coherence in legal decision making. *University of Chicago Law Review*, 71(2), 511–586. URL: <https://www.jstor.org/stable/1600674>
179. Simon, D., Snow, C. J., & Read, S. J. (2004). The redux of cognitive consistency theories: Evidence judgments by constraint satisfaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86(6), 814. URL: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.86.6.814>
180. Simon, H. A. (1977). *Models of discovery*. Springer. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-010-9521-1>
181. Snihur, Y., & Zott, C. (2019). The genesis and metamorphosis of novelty imprints: How business model innovation emerges in young ventures. *Academy of Management Journal*, 63(2), 554–583. URL: <https://doi.org/10.5465/amj.2017.0706>

182. Sohl, T., Vroom, G., & Fitza, M. (2020). How much does business model matter for firm performance? A variance decomposition analysis. *Academy of Management Discoveries*, 6(1), 61–80. URL: <https://doi.org/10.5465/amd.2017.0136>
183. Stole, L. A., & Zwiebel, J. (1996). Organizational design and technology choice under intrafirm bargaining. *American Economic Review*, 86(1), 195–222.
184. Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research techniques and procedures for developing grounded theory. Sage Publications. URL: https://research-proposal.ir/wp-content/uploads/2019/06/Basics_of_Qualitative_Research__Techniques_and_Procedures_for_Developing_Grounded_Theory.pdf
185. Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
186. Thagard, P. (2007). Coherence, truth, and the development of scientific knowledge. *Philosophy of Science*, 74(1), 28–47. URL: <https://doi.org/10.1086/520941>
187. Thagard, P., & Verbeurgt, K. (1998). Coherence as constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 22(1), 1–24. URL: https://doi.org/10.1207/s15516709cog2201_1
188. Thompson, J. D. (1967). Organizations in action: Social science bases of administrative theory. McGraw Hill. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315125930/organizations-action-james-thompson>
189. Van de Ven, A. H., Hudson, R., & Schroeder, D. M. (1984). Designing new business startups: Entrepreneurial, organizational, and ecological considerations. *Journal of Management*, 10(1), 87–108. URL: <https://doi.org/10.1177/014920638401000108>

190. Zott, C., & Amit, R. (2007). Business model design and the performance of entrepreneurial firms. *Organization Science*, 18(2), 181–199. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.1060.0232>
191. Zott, C., & Amit, R. (2010). Business model design: An activity system perspective. *Long Range Planning*, 43(2–3), 216–226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.004>
192. Andryani, R., Negara, E. S., & Triadi, D. (2019). Social Media Analytics: Data Utilization of Social Media for Research. *Journal of Information Systems and Informatics*, 1(2), 193–205. doi:10.33557/journalisi.v1i2.23
193. Pooja Nanda, Vikas Kumar (2022). Information Processing and Data Analytics for Decision Making: A Journey From Traditional to Modern Approaches. *Information Resources Management Journal*, Volume 35, Issue 2, 1–14. URL: <https://doi.org/10.4018/IRMJ.291693>
194. Islam, M. (2020). Data Analysis: Types, Process, Methods, Techniques and Tools. *International Journal on Data Science and Technology*, 6, 10. doi:10.11648/j.ijdst.20200601.12
195. Sharma, B. (2018). Processing of data and analysis. *Biostatistics and Epidemiology International Journal*, 1, 3–5. doi:10.30881/beij.00003
196. Hariri, R.H., Fredericks, E.M., Bowers, K.M. (2019). Uncertainty in big data analytics: survey, opportunities, and challenges. *Journal of Big Data* 6. doi:10.1186/s40537-019-0206-3
197. Ismail, A., Truong, H.-L., Kastner, W. (2019). Manufacturing process data analysis pipelines: a requirements analysis and survey. *Journal of Big Data*, 6. doi:10.1186/s40537-018-0162-3
198. Makkonen, H. (2021). Information processing perspective on organisational innovation adoption process. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33, 612–624. doi:10.1080/09537325.2020.1832218

199. Faizullah Mahar. (2003). Role of Information Technology in Transaction Processing System. *Information Technology Journal*, 2, 128-134. URL: <https://scialert.net/abstract/?doi=itj.2003.128.134>
200. Afolayan, A.O., De La Harpe, A.C. (2020). The role of evaluation in SMMEs' strategic decision-making on new technology adoption. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32, 697–710. doi:10.1080/09537325.2019.1702637
201. Y. C. Liu and Y. -A. Huang (2020). Information Systems Outsourcing Success. *A Perspective of Information Processing Theory*," 2020 14th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM), Taichung, Taiwan, 2020, pp. 1-3. doi: 10.1109/IMCOM48794.2020.9001801.
202. Chernova, I.S., Lysenko, V.P. (2022). Expert system of choice of the optimum strategy for managing the production of entomophages. *MCCS_Supervision and Management in an Individual Fields* doi:10.31649/mccs2022.06
203. Poliukhovych, N., Raicheva, L., & Ivanov, A. (2022). Mathematical modeling of risk assessment of enterprise management. *Baltic Journal of Economic Studies*, 8(3), 166-173. URL: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2022-8-3-166-173>.
204. Wang, Z., Rangaiah, G.P. (2017). Application and Analysis of Methods for Selecting an Optimal Solution from the Pareto-Optimal Front obtained by Multiobjective Optimization. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56, 560–574. doi:10.1021/acs.iecr.6b03453
205. Nuo Wang, Wei-jie Zhao, Nuan Wu, Di Wu (2017). Multi-objective optimization: A method for selecting the optimal solution from Pareto non-inferior solutions. *Expert Systems with Applications*, Volume 74, 96-104. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.01.004>.

206. Кузьмін О.Є., Свірський Ю.В. (2024) Еклектичне імітаційне моделювання розвитку управління бізнес-процесами підприємства // *Věda a perspektivy*. 2024. № 11 (42). Praha, České republika.
207. Свірський^a Ю.В. (2023) Сутність і принципи управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*, (37), 113-118.
208. Свірський^b Ю.В. (2023). Аналізування імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами. *Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія Економіка», Серія «Державне управління», Серія «Техніка», Серія «Історія та археологія»): журнал*. № 12(18) 2023. С. 151-164.
209. Русин-Гриник Р.Р., Косарєв М.Ю., Свірський Ю.В. (2023). Ознаки розвитку інформаційного забезпечення логістичних процесів в торгівлі. *Економічні науки: збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. Серія «Регіональна економіка»*. Випуск 20 (79). Луцьк : ВІП ЛНТУ. С. 200-208.
210. Свірський^a Ю.В. (2024). Вектори застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами. *Економіка та суспільство*. № 61. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3789> DOI: 10.32782/2524-0072/2024-61-71.
211. Свірський^c Ю.В. (2023). Імітаційне моделювання в управлінні бізнес-процесами. *II Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Стратегічні орієнтири сталого розвитку в Україні та світі»*, м. Чернігів. С. 356-358.
212. Свірський^d Ю.В. (2023). Управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. *II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Економіка та менеджмент сучасних організацій: проблеми теорії та практики»*, м. Кривий Ріг. С.123-125.

213. Свірський^е Ю.В. (2023). Характеристика імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами. *Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності: матеріали I Міжнародної наукової конференції*. Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп. С. 104-106.
214. Свірський^б Ю.В. (2024). Принципи розвитку управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. *Modern trends are the driving force of scientific progress: Collection of abstracts of XIX International scientific and practical conference* (Lisbon, Portugal, April 17-19, 2024). International Scientific Unity, 2024. P.144-147. URL: [https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/04/Modern trends are the driving force of scientific progress April 17 19 2024 Lisbon Portugal.pdf](https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/04/Modern_trends_are_the_driving_force_of_scientific_progress_April_17_19_2024_Lisbon_Portugal.pdf)
215. Свірський^с Ю.В. (2024). Еклектична імітаційна модель рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства. *Слобожанські наукові читання: соціально-економічні та гуманітарно-правові виміри: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 24-25 жовтня 2024 р., Харків. – 2024.
216. Завербний А.С., Шаровський Я.О. (2025). Особливості систем управління організаційною поведінкою дистрибуційних компаній як ключовий елемент формування їх оптимальних бізнес-процесів та підвищення рівня конкурентоспроможності. *Економіка та суспільство*. 71.
URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5546>
217. Завербний А. С., Залізна Л. В., Трач М. Я. (2024). Діджиталізація як важливий фактор формування конкурентоспроможності експортно-орієнтованого підприємства: інформаційний аспект [Електронний ресурс]. *Економіка та суспільство*. Вип. 60.

218. Levchenko O., Levchenko A., Kolisnichenko R., Tsumariyev M., Zaverbnyj A. (2023). Formation of a model of legal protection of competitive advantages in the system of innovation management of sustainable development and planning (переклад: Формування моделі правового захисту конкурентних переваг в системі інноваційного менеджменту сталого розвитку та планування). *International Journal of Sustainable Development and Planning*. Vol. 18, No. 4. P. 1227–1233.
219. Завербний А. С., Ільницький В. С. (2022). Цифрова трансформація бізнесу як необхідна умова його розвитку. *Інфраструктура ринку*. Вип. 69. – С. 57–60.
220. Kuzmin O. Y., Stanasiuk N. S., Berdnik D. A., Gaiduchok O. V. (2021). Forecasting economic result of business logic improvements using Game Theory for modeling user scenarios. *Mathematical Modeling and Computing*. Vol. 8, № 3. P. 560–572.
221. Станасюк Н. С. (2025). Бізнес-процеси як об'єкт імітаційного моделювання [Електронний ресурс]. *Економіка та суспільство*. Вип. 71
222. Kuzmin O., Stanasiuk N., Berdnik D. (2021). Forecasting economic result of manipulation using game theory modeling. *Economics, Entrepreneurship, Management*. Vol. 8, No. 1. P. 1–13.
223. Yaremko, S.A., Kuzmina, E.M., Savina, N.B., Yepifanova, I.Yu., Gordiichuk, H.B. and Mussayeva, D. (2022). Forecasting business processes in the management system of the corporation. *Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Srodowiska*. 12(4). Pp.53-59.
224. Voynarenko, M., Dzhezdzhula, V., Hurochkina, V., Yepifanova, I. and Menchynska, O. (2021). Applying fuzzy logic to modeling economic emergence. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 18, pp.424-433.
225. Dzhezdzhula, V., Hurochkina, V., Yepifanova, I. and Telnov, A. (2022). Fuzzy technologies for modeling social capital in the emergent economy. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 19, pp.915-923.

226. Stanislavyk, O.V. and Kovalenko, O.M. (2024). Essence and features of international business management in modern conditions. *Наука і техніка сьогодні* [online] 8, с.201-218. Доступно: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/14327/14397>
227. Станіславик, О.В. та Коваленко, О.М. (2025). Управління бізнес-процесами в умовах цифрової трансформації: стратегічні та тактичні аспекти. *Наукові інновації та передові технології*, 1, с.288-305.
228. Станіславик, О.В. та Коваленко, О.М. (2025). Цифрова трансформація бізнес-процесів: роль імітаційного моделювання в розробці та впровадженні інновацій. *Успіхи і досягнення у науці*, [online] 1, с.689-706. URL: <<http://perspectives.pp.ua/index.php/sas/article/view/19188/19202>>
229. Pyroh, O., Prokopenko, M., Chernobay, L., Kovalenko, R., Papizh, Yu. and Syta, Ye. (2021). Management of business processes and export-import activity of industrial enterprises in the digital economy. *Estudios de Economia Aplicada*, [online] 39(5). Available at: <<https://ojs.ual.es/ojs/index.php/eea/article/view/5204>>
230. Чернобай, Л.І. та Дума, О.І. (2021). Структура факторів впливу на ефективність керівництва підприємством: моделі PMTL/TPR та TPL. *Ефективна економіка*, [online] 12. URL: <<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9738>>
231. Чернобай, Л.І. та Дума, О.І. (2024). Порівняльний аналіз інструментарію економічного оцінювання ефективності керівних систем бізнес-процесів підприємства. *Економічний простір*, 190, с.404-409.
232. Чернобай, Л.І. та Дума, О.І. (2024). Прикладні аспекти застосування інструментарію економічного оцінювання ефективності керівних систем бізнес-процесів підприємства. *Via Economica*, 5, с.112-120.

ДОДАТКИ

АНКЕТА

Просимо Вас взяти участь в опитуванні, спрямованому на вивчення проблем і пошук шляхів визначення факторів впливу на ефективність застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами підприємства

Вимоги до експертів:

- експерт повинен бути працівником підприємства, яке застосовує імітаційне моделювання в управлінні бізнес-процесами;
- експерт повинен обіймати керівну посаду будь-якого рівня управління;
- експерт повинен володіти методами імітаційного моделювання;
- досвід роботи на керівній посаді не менше 3-х років.

Результати обробки експертної інформації будуть використані у дисертаційній роботі Свірського Юрія Васильовича на здобуття наукового ступеня доктора філософії щодо розроблення нових і удосконалення існуючих теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо розвитку управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання.

Всі відповіді є конфіденційними.

Будь ласка, подивіться запропонований перелік та позначте одну з правильних відповідей.

Значущість впливу факторів визначається у балах за шкалою від 10 до 100 балів, де 10 – найменша оцінка, а 100 – найбільша оцінка

Знак «+» чи «-» вказує як саме впливає фактор: позитивно чи негативно

1. Організаційно-правова форма Вашого підприємства:
 - 1) АТ;
 - 2) ТОВ;
 - 3) ПП;
 - 4) ДП.
2. Форма власності підприємства:
 - 1) державна;
 - 2) колективна;
 - 3) приватна.
3. Кількість працівників на підприємстві (осіб) і обсяг річного доходу:
 - 1) до 50 осіб і дохід еквівалентний 10 млн. євро;
 - 2) понад 250 осіб і дохід еквівалентний 50 млн. євро;
 - 3) інший варіант;

4. Кількість працівників задіяних до управлінської інформації, яка необхідна для виявлення потреби прийняття певних управлінських рішень (осіб):
 - 1) до 30;
 - 2) 31-50;
 - 3) 51-70;
 - 4) 71 -100;
 - 5) 101 -150;
 - 6) більше 150.
5. Ваша освіта:
 - 1) вища освіта;
 - 2) незакінчена вища;
 - 3) середня спеціальна;
 - 4) середня.
6. На якому етапі знаходиться система управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання на Вашому підприємстві:
 - 1) перепрофілювання;
 - 2) оновлення;
 - 3) розширення поточної діяльності;
 - 4) стабільного розвитку;
 - 5) спаду;
 - 6) не використовується.
7. Як змінився стан системи управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання на Вашому підприємстві протягом 2020-2024 рр.:
 - 1) значно покращився;
 - 2) покращився;
 - 3) не змінився;
 - 4) погіршився;
 - 5) значно погіршився.
8. Які із заходів покращення системи управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання застосовувались на Вашому підприємстві:
 - 1) реорганізація;
 - 2) підвищення кваліфікації працівників;
 - 3) мотиваційні заходи;
 - 4) підвищення рівня взаємодії між керівниками та працівниками;
 - 5) підвищення якості інформаційного забезпечення суб'єктів управління;
 - 6) інше
(вказіть) _____
9. Чи ще потребує Ваше підприємство удосконалення системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання?
 - 1) так;
 - 2) ні.

10. Виберіть та оцініть фактори, які здійснюють вплив на систему управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання на Вашому підприємстві:

	Найменування факторів	Експерти
1	Вибір підходящої імітаційної моделі	
2	Валідація та перевірка моделей	
3	Використання результатів моделювання	
4	Джерела даних	
5	Компетентність аналітиків	

11. Які проблеми забезпечення результативності функціонування системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання є актуальними для Вашої бізнес-структури?

Дякуємо за участь у анкетуванні та творчу співпрацю!

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації

1.1. Публікації у наукових фахових виданнях України

1. Свірський, Ю.В., 2023. Сутність і принципи управління бізнес-процесами на засадах імітаційного моделювання. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права, (37), 113-118. (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Google Scholar*).

2. Свірський Ю.В., 2023. Аналізування імітаційних моделей в управлінні бізнес-процесами. Актуальні питання у сучасній науці (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія Економіка», Серія «Державне управління», Серія «Техніка», Серія «Історія та археологія»)): журнал. № 12(18). С. 151-164. (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Index Copernicus, Google Scholar, Research Bible*).

3. Русин-Гриник Р.Р., Косарєв М.Ю., Свірський Ю.В., 2023. Ознаки розвитку інформаційного забезпечення логістичних процесів в торгівлі. Економічні науки : збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. Серія “Регіональна економіка”. Випуск 20 (79). С. 200-208. (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Google Scholar*) (*Особистий внесок автора: визначено ознаки розвитку інформаційного забезпечення логістичних процесів, розвинуто систему факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання*).

4. Свірський Ю.В., 2024. Вектори застосування імітаційного моделювання в управлінні бізнес-процесами. Економіка та суспільство. № 61. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3789>

DOI: 10.32782/2524-0072/2024-61-71 (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Vernadsky National Library, Google Scholar, Index Copernicus, CiteFactor, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)*).

1.2. Публікації у періодичних виданнях інших держав

1. Shunevych, B. and Svirskyi, Yu., 2024. Educational process organization in Ukraine under martial law. Lecture Notes in Networks and Systems, 1166, pp.184-194. (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Scopus, EI Compendex, INSPEC, WTI Frankfurt eG, zbMATH, SCImago*). (*Особистий внесок автора: удосконалено метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами; розвинуто положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання*).

2. Кузьмін О.Є., Свірський Ю.В., 2024. Еклектичне імітаційне моделювання розвитку управління бізнес-процесами підприємства // *Věda a perspektivy*. № 11 (42). Praha, České republika. (*Міжнародна представленість та індексація журналу: Index Copernicus, Google Scholar, Research Bible*). (*Особистий внесок автора: розроблено системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами*).

2.Відомості про апробацію наукових результатів дослідження

№ з/п	Тип конференції	Назва конференції	Місце і дата проведення	Форма участі
1	2	3	4	5
1	II Міжнародна науково-практична конференція молодих учених	Стратегічні орієнтири сталого розвитку в Україні та світі	Чернігів, 21 квітня 2023 року	Заочна
2	II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція	Економіка та менеджмент сучасних організацій: проблеми теорії та практики	Кривий Ріг, квітень 2023 року	Заочна
3	I Міжнародна наукова конференція	Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності	Одеса, 22 грудня 2023 року	Заочна

1	2	3	4	5
4	XIX International scientific and practical conference	Modern trends are the driving force of scientific progress	Lisbon, Portugal, April 17-19, 2024	Заочна
5	Всеукраїнська науково-практична конференція	Слобожанські наукові читання: соціально-економічні та гуманітарно-правові виміри	Харків, 24-25 жовтня 2024	Заочна



0003301

УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, тел. (380-32) 237-49-93, 258-21-11, факс: (380-32) 258-26-80
ел. пошта: coffice@lpnu.ua, інтернет: www.lpnu.ua

24.04.2025 № 67-01-552

на № _____

До спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи на тему «Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання» Свірського Юрія Васильовича у навчальному процесі

Основні положення та результати дисертаційної роботи Свірського Юрія Васильовича на тему «Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент», впроваджені у навчальний процес Національного університету «Львівська політехніка» та використовуються під час викладання дисципліни «Процесно-структурований менеджмент» (для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 073 «Менеджмент»).

Зокрема, у навчальному процесі впроваджено запропоновані Свірським Юрієм Васильовичем:

- трактування сутності понять «бізнес-процес» і «розвиток управління бізнес-процесами», а також конкретизування класифікації бізнес-процесів (Тема 3 «Концептуальні положення формування процесно-структурованого менеджменту»;

- системний підхід до використання еклектичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами (Тема 6 «Інструментарій процесно-структурованого менеджменту»)

- система факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання (Тема 7 «Інформаційно-комунікаційне забезпечення процесно-структурованого менеджменту»).

Проректор з науково-педагогічної роботи
к.т.н., доцент

Олег ДАВИДЧАК

Виконавець
Олена МУКАН (032)258-27-12



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
"Львівська політехніка"

д.т.н., проф. Іван ДЕМИДОВ
2025 р.

про використання результатів дисертації

“Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання”

аспіранта кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва

Свірського Юрія Васильовича,

представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 07 *Управління та адміністрування*, при виконанні науково-дослідних робіт Національного університету “Львівська політехніка”

Ми, що нижче підписалися, начальник НДЧ д.т.н. Небесний Р.В. та члени комісії: завідувач відділу науково-організаційного супроводу наукових досліджень к.т.н. Лазько Г.В.; в.о. заст. нач. планово-фінансового відділу Фаст І.І. та завідувач кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Чернобай Л.І. цим актом підтверджуємо, що результати дисертаційної роботи “Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання” аспіранта кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Свірського Юрія Васильовича використано під час виконання науково-дослідної роботи кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Національного університету «Львівська політехніка»: “Ресурсно-інформаційне забезпечення моделей розвитку національних економік та їх суб’єктів у глобальній економічній системі” (№ державної реєстрації 0121U108836).

Свірський Юрій Васильович розробив системний підхід до використання еkleктичної імітаційної моделі з метою розвитку управління бізнес-процесами, який дозволяє адаптуватись до невизначеності, змінних факторів та ризиків, які присутні в бізнес-середовищі та уможливорює аналізування проблем розвитку, ідентифікування оптимальних рішень та планування їхньої реалізації.

Начальник НДЧ
д.т.н., ст.досл.

Роман НЕБЕСНИЙ

Члени комісії:
Зав. відділу НОСНД,
к.т.н.

Галина ЛАЗЬКО

В.о. заст. нач. ПФВ

Ірина ФАСТ

Зав. кафедри ММП
к.е.н., професор

Ліана Чернобай



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з наукової роботи
Національного університету
“Львівська політехніка”

д.т.н., проф. Іван ДЕМИДОВ
2025 р.

про використання результатів дисертації

“Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання”
аспіранта кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва

Свірського Юрія Васильовича,

представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 07 *Управління та адміністрування*, при виконанні науково-дослідних робіт Національного університету “Львівська політехніка”

Ми, що нижче підписалися, начальник НДЧ д.т.н. Небесний Р.В. та члени комісії: завідувач відділу науково-організаційного супроводу наукових досліджень к.т.н. Лазько Г.В.; в.о. заст. нач. планово-фінансового відділу Фаст І.І. та завідувач кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Чернобай Л.І. цим актом підтверджуємо, що результати дисертаційної роботи “Розвиток управління бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання” аспіранта кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Свірського Юрія Васильовича використано, під час виконання науково-дослідної роботи кафедри менеджменту та міжнародного підприємництва Національного університету «Львівська політехніка»: “Аналітика та розвиток міжнародної економічної діяльності: методи реалізації, адміністративні інструменти, інноваційно-інвестиційні результати» (№ державної реєстрації 0125U001352).

Свірський Юрій Васильович удосконалив систему факторів, які доцільно брати до уваги в управлінні бізнес-процесами шляхом імітаційного моделювання, що дозволяє враховувати спільні та відмінні властивості факторів і взаємозв'язками між ними в аналізі ефективності імітаційного моделювання, а також розвинув положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання, що конкретизувало фокус регулювання, посприяло інформативності моніторингу, полегшило розподіл відповідальності у виборі та застосуванні механізмів регулювання, знизило ризик впливу помилок.

Начальник НДЧ
д.т.н., ст.досл.

Роман НЕБЕСНИЙ

Члени комісії:
Зав. відділу НОСНД,
к.т.н.

Галина ЛАЗЬКО

В.о. заст. нач. ПФВ

Ірина ФАСТ

Зав. кафедри ММП
к.е.н., професор

Ліана Чернобай



«DUNA-VESTA» Ltd
+ 38 (03249) 3-17-99
67 Khmelnytskyi B. Street
Sheptytskyi, Lviv region,
80100, Ukraine
www.duna.ua

ТОВ «ДЮНА-ВЕСТА»
+ 38 (03249) 3-17-99
вул. Хмельницького Б., 67
м. Шептицький, Львівська обл.
80100, Україна

Голові
Спеціалізованої Вченої ради

ДОВІДКА

про впровадження у діяльність ТОВ «ДЮНА-ВЕСТА»

результатів наукових досліджень

Свірського Юрія Васильовича – аспіранта Національного університету

«Львівська політехніка» за

спеціальністю 073 «Менеджмент»

У 2024 році робочою групою ТОВ «Дюна-Веста» було розглянуто можливість практичного впровадження авторських розробок Свірського Юрія Васильовича в діяльність компанії. У результаті спільного обговорення з автором запропонованих розробок і деякої їхньої адаптації до специфіки ТОВ «Дюна-Веста» прийнято рішення про застосування системного підходу до розвитку управління бізнес-процесами компанії, методу моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства, а також положень щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання. Очікуваними результатами впровадження цих авторських розробок у діяльність ТОВ «Дюна-Веста» є зниження рівня суб'єктивізму в ухваленні управлінських рішень і підвищення рівня поінформованості менеджерів про стан перебігу бізнес-процесів, можливі ризики і загрози.

Виконавчий Директор
ТОВ «ДЮНА-ВЕСТА»



Лукачович М.В.

Голові
Спеціалізованої Вченої ради

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукових досліджень
Свірського Юрія Васильовича
у діяльність ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «УКРПОЛ»

Засвідчуємо, що авторські розробки аспіранта Національного університету «Львівська політехніка» Свірського Ю.В. впроваджено у діяльність ТОВ «Видавничий Дім «УКРПОЛ», а саме:

- розроблений підхід до вдосконалення управління бізнес-процесами на основі формування еклектичної імітаційної моделі;
- удосконалений метод моніторингу рівня розвитку управління бізнес-процесами підприємства;
- розвинуті положення щодо регулювання системи управління бізнес-процесами на основі імітаційного моделювання.

У результаті практичного використання авторських ідей ТОВ «Видавничий Дім «УКРПОЛ» отримано такі економіко-управлінські ефекти: прискорено процес моніторингу, досягнуто вищого рівня поінформованості керівників підприємства про зміну стану об'єктів моніторингу, отримано економію на витратах, пов'язаних з користуванням ТОВ «Видавничий Дім «УКРПОЛ» консалтинговими послугами сторонніх організацій.

Генеральний Директор
ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «УКРПОЛ» _____ Ковальчук С.М.

