

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІВАНОВ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ



УДК 519.866:[004.896:338.3] (043.5)

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ
В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи,
моделі та інформаційні технології в економіці

РЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора економічних наук

Хмельницький – 2023

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Робота виконана в Запорізькому національному університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий
консультант:**

доктор економічних наук, професор
Макшишко Наталія Костянтинівна,
Запорізький національний університет
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри економічної кібернетики.

Офіційні опоненти:

доктор економічних наук, професор
Пушкар Олександр Іванович
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця,
завідувач кафедри комп'ютерних систем і технологій;

доктор економічних наук, професор
Григорук Павло Михайлович
Хмельницький національний університет,
завідувач кафедри економіки, аналітики,
моделювання та інформаційних технологій в бізнесі;

доктор економічних наук, професор
Чорноус Галина Олександрівна
Київський національний університет імені Тараса
Шевченка Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри економічної кібернетики.

Захист відбудеться “15” червня 2023 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 70.052.01 Хмельницького національного університету Міністерства освіти і науки України за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, зал засідань вченої ради.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Хмельницького національного університету Міністерства освіти і науки України за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Кам'янецька, 110/1.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Ірина БАБІЙ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасна економіка орієнтована на використання інформаційних технологій у вирішенні завдань удосконалення процесів управління підприємством, спрямованих на організацію його ефективної діяльності, підтримку збуту та збільшення прибутку. Інформаційні технології стають інструментом для підвищення конкурентоспроможності підприємств, а їх розвиток – пріоритетним напрямом та стратегічною метою як у світі, так і в Україні. Тому сьогодні вчені та практики в розвинених країнах намагаються впровадити використання цифрових технологій у всі процеси управління підприємством. Так, за звітом Digital Spillover, за кожний долар, що був інвестований у цифрові технології, було отримано зростання доходу на 20 доларів.

На сьогодні необхідними вимогами до інформаційних технологій є врахування умов епохи четвертої промислової революції. За думкою академіка НАН України проф. Чухна А. А., «великі дані, хмарні технології та обчислення, нейронні системи, промисловий інтернет речей, реальна та віртуальна складова ринку товарів і послуг, нечітке моделювання – нові технології сьогодні входять у наше життя та формують образ майбутнього суспільства». Стрімке зростання обсягів даних, їх різноманітність та мінливість зумовлює необхідність використання підприємством саме інтелектуальних інформаційних систем, які забезпечують реалізацію інтелектуальних технологій (великих даних, хмарних технологій, штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, програм-роботів тощо) для ведення бізнесу, предиктивної аналітики, обміну інформацією, підтримки процесів управління. Зазначені інтелектуальні інформаційні системи базуються на процесах самонавчання та самоналаштування, завдяки яким розробка і використання інтелектуальних технологій відкриває нові можливості й напрями для ефективної організації та підтримки процесів управління підприємством.

Розбудові теоретико-методологічної бази економіко-математичного моделювання процесів управління підприємством, розробки інтелектуальних систем, використання адаптивних та проактивних систем управління присвячені наукові дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених: Башнянина Г. І., Берка А. Ю., Благуна І. С., Вітлінського В. В., Войнаренка М. П., Геєця В. М., Глушкова В. М., Григорука П. М., Гриценка А. А., Гур'янової Л. С., Завгородньої Т. П., Заруби В. Я., Ковальчука К. Ф., Левицького С. І., Лисенка Ю. Г., Максишко Н. К., Матвійчука А. В., Порохні В. М., Пушкаря О. І., Рамазанова С. К., Ткаченка І. С., Устенка С. В., Фролова Л. В., Холоденка А. М., Черняка О. І., Черноус Г. О., Анцакліса П. Ю., Авчі Д., Бояджиоглу М. А., Баєрса А., Вандевалле Дж., Енберга Дж., Еспінози Дж. та інших. Побудову математичних методів, моделей та інформаційних технологій для вдосконалення управління людськими ресурсами та бюджетною системою в наукових працях представили: Довгий С. О., Ведерніков М. Д., Лучик С. Д., Нижник В. М., Семикіна М. В., Сергієнко І. В., Стадник В. В., Чорна Л. О., Бріско Д. Р., Клаус Л., Шулер Р. С., Цуй Р., Ян Ч. та інші вчені. Розробці методів і моделей застосування Інтернет-технологій у діяльності підприємств, побудові систем програмно-цільового управління підприємствами та інноваційних інтелектуальних систем прийняття управлінських рішень присвячені наукові праці Бабій І. В., Гончар О. І., Згуровського М. З., Кравченка В. М.,

Лук'янової В. В., Нечипорук Л. В., Орлова О. О., Погорєлова Ю. С., Репіної І. М., Рудніченка Є. М., Тельнова А. С., Тупкало В. М., Хрущ Н. А., Гершвіна С., Каджиано А., Касільяса Дж., Кордона О., Ланга С., Чанга П. С., Фана С. Ю. та інших.

Проте аналіз наукових праць свідчить, що теоретичні та методологічні аспекти моделювання процесів управління підприємством в існуючих інтелектуальних інформаційних системах не завжди враховують особливості та вимоги до технологій четвертої промислової революції. Це особливо стосується моделювання процесів управління маркетингом та людськими ресурсами підприємства.

Через те, розробка науково-теоретичних основ, методів і моделей процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем в умовах четвертої промислової революції є актуальною науковою проблемою, що й визначило вибір теми дослідження, його мету та завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалася згідно з планом науково-дослідних робіт економічного факультету Запорізького національного університету за темами: «Моделювання складних соціально-економічних систем методами дискретної нелінійної динаміки та інтелектуального аналізу даних» (державний реєстраційний номер 0115U006765), де автором запропоновано удосконалення методології застосування моделей та методів інтелектуального аналізу в управлінні людськими ресурсами та маркетингу в умовах цифрової економіки, розроблена нечітка модель оцінки ефективності людських ресурсів і метод аналізу та управління ними; «Стратегічне управління маркетинговими технологіями вітчизняних підприємств» (державний реєстраційний номер 0119U000270), де автором розроблено модель дискретної автоматизованої системи, в основу якої покладено нейро-нечітке моделювання, що дозволяє підвищувати ефективність прийняття управлінських рішень за рахунок швидкого й якісного аналізу показників; «Удосконалення діяльності вітчизняних підприємств в сучасних умовах за рахунок впровадження цифрового маркетингу» (державний реєстраційний номер 0122U001127), де автором запропоновано науково-методичний підхід до прогнозування багатовимірних даних та управління в режимі реального часу; «Соціально-економічні передумови, використання та розвиток практик, інструментів та методів ефективного управління людськими ресурсами підприємств з урахуванням сучасних глобальних процесів» (державний реєстраційний номер 0121U114693), де автором запропоновано методичний підхід щодо оцінки показників ефективності роботи персоналу.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є теоретико-методологічне обґрунтування та розробка системи економіко-математичних моделей і методів процесів управління підприємством як інструменту забезпечення ефективного управління засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно було вирішити такі завдання:

– проаналізувати організацію процесів управління підприємством, які підтримуються інтелектуальними інформаційними системами, виявити проблеми та визначити можливості підвищення ефективності управління підприємством в умовах цифрової економіки;

– провести аналітичний огляд інструментарію економіко-математичного моделювання процесів управління підприємством та його використання в

інтелектуальних інформаційних системах;

- розробити концепцію моделювання процесів управління підприємством, які передбачають використання інтелектуальних інформаційних систем;
- розробити систему економіко-математичних моделей процесів управління підприємством, яка спрямована на використання інтелектуальних технологій у процесах управління та дає змогу координувати результати моделювання для підвищення економічної ефективності управління підприємством;
- удосконалити концептуальну модель управління людськими ресурсами за рахунок використання інструментарію нечіткого моделювання;
- розвинути метод оцінювання людських ресурсів підприємства з метою підвищення економічної ефективності процесів управління ними;
- удосконалити адаптивну модель управління людськими ресурсами;
- розробити структурну модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком;
- проаналізувати та систематизувати теоретичні основи застосування інформаційних технологій в маркетинговій діяльності підприємства;
- розвинути концептуальну модель управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки;
- удосконалити модель оперативної обробки даних у системі цифрового маркетингу для управління торговельним онлайн-підприємством із урахуванням особливостей джерел даних та властивості інтероперабельності;
- удосконалити методологію управління збутовою діяльністю підприємства за рахунок використання інструментарію когнітивного моделювання;
- розвинути інструментарій прогнозування збуту підприємства за рахунок удосконалення та використання нейромережевого моделювання;
- розробити нейро-нечітку модель управління виробництвом підприємства;
- розробити рекомендації щодо практичного застосування та оцінки економічної ефективності інструментарію моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Об'єктом дослідження є процеси управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем.

Предметом дослідження є теоретико-методологічні положення та інструментарій математичного моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Методи дослідження. Теоретико-методологічним підґрунтям дисертаційної роботи стали здобутки економічної теорії, наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених. Для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань використано такі методи: метод узагальнення, діалектичний метод наукового пізнання – для генезису теоретичного підґрунтя, аналізу основ організації процесів управління підприємством в інтелектуальних інформаційних системах (підрозділи 1.1, 1.2, 1.3); метод системного аналізу та системно-діяльнісний підхід до методології взаємодії на концептуальному, методичному, модельному та інструментальному рівнях – для аналізу сутності інформаційного забезпечення процесів управління підприємств в епоху четвертої промислової революції, побудови аналітичного огляду економіко-математичних моделей процесів управління та їх використання в інтелектуальних інформаційних системах в економіці, розробки концепції

моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем (підрозділи 2.1, 2.2, 2.3); методи системного аналізу, теорії множин, зокрема, методи вибору інструментальних засобів інтелектуальних обчислень реалізовано із використанням теорії нечітких множин – для класифікації цифрових маркетингових систем підприємств, побудови концептуальної моделі управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки та моделі оперативної обробки даних на основі OLAP-технологій (підрозділи 3.1, 3.2, 3.3); методи теорії складних систем, теорії статистичної обробки інформації, підготовки даних для інтелектуальних обчислень у сфері нейромережевого прогнозування, зокрема, навчання нейронних мереж та методи вибору інструментальних засобів інтелектуальних обчислень – для класифікації цифрових маркетингових систем підприємств, побудови концептуальної моделі управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки та моделі оперативної обробки даних на основі OLAP-технологій (підрозділи 4.1, 4.2, 4.3); методи: аналітичний, причинно-наслідкового зв'язку, теорії графів, теорії автоматичного регулювання, нейро-нечіткого моделювання для розробки інструментарію когнітивного моделювання збутової діяльності підприємства, розробки інструментарію прогнозування збуту підприємства на базі використання нейромережевого моделювання, розробки нейро-нечіткої моделі управління виробництвом підприємства (підрозділи 5.1, 5.2, 5.3, 5.4).

Інформаційну базу дослідження складають дані відкритої звітності міністерств та відомств України, Державної служби статистики, дані окремих підприємств та торговельних майданчиків, монографії, наукові статті вітчизняних та зарубіжних вчених, матеріали науково-практичних конференцій, мережі Інтернет, офіційна інформація міжнародних організацій, результати авторських напрацювань щодо поставленої проблеми, які висвітлено в дисертації.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертації поставлено та вирішено нову наукову проблему економіко-математичного моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем в умовах четвертої промислової революції.

Найбільш суттєві наукові результати, які характеризують наукову новизну дослідження автора та його особистий внесок, полягають у наступному:

вперше:

- запропоновано концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем, яка базується на використанні інтелектуальної інформаційної системи як засобу забезпечення ефективного управління підприємством та за рахунок реалізації розбудованої системи економіко-математичних моделей (зокрема, моделей і методів інтелектуального аналізу, використання нейромережевих технологій для прогнозування багатовимірних даних та нейро-нечіткого управління в режимі реального часу) дає змогу підвищити ефективність управління підприємством. Розроблена концепція містить чотири теоретико-методологічні рівні, які забезпечують системний підхід до розвитку та удосконалення структури та інструментарію існуючих інтелектуальних інформаційних систем;

- розроблено систему економіко-математичних моделей процесів управління підприємством, яка складається з трьох підсистем (управління

маркетингом, управління людськими ресурсами та адаптивного управління), заснована на застосуванні інтелектуальних технологій у процесах управління та дає змогу координувати результати моделювання для підвищення економічної ефективності управління підприємством;

- розроблено структурну модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком, засновану на використанні перехресних зв'язків між підсистемою підтримки управління людськими ресурсами та підсистемою узгодження планів підрозділів підприємства в системі адаптивного управління, що дозволить підвищити стійкість системи управління до змін внутрішніх і зовнішніх чинників з урахуванням динаміки виконання завдань;

- розроблено нейро-нечітку модель управління виробництвом підприємства, яку побудовано на основі синтезу моделі дискретної автоматизованої системи управління та технології адаптивної нейро-нечіткої системи, що дає змогу підвищити ефективність системи управління виробництвом підприємства за рахунок налаштування нейро-нечіткого контролінгу виробничого плану;

удосконалено:

- концептуальну модель управління людськими ресурсами підприємства, яка побудована на множині функцій управління, враховує вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на управління людськими ресурсами та, на відміну від існуючих моделей, містить удосконалену (за рахунок використання інструментарію нечіткого моделювання) систему оцінювання людських ресурсів підприємства, яка дає змогу враховувати як кількісні, так і якісні (лінгвістичні) оцінки наявних людських ресурсів (даних обліку персоналу) та зумовлює підвищення економічної ефективності управління людськими ресурсами при управлінні підприємством;

- адаптивну модель управління людськими ресурсами, яка, на відміну від існуючих моделей, включає підсистеми «Узгодження завдань» та «Підтримки прийняття управлінських рішень» та дає змогу адаптувати існуючі управлінські плани підприємства до змін у динаміці їх виконання шляхом корегування завдань підрозділів, що дозволяє підвищити ефективність використання людських ресурсів підприємства;

- структурну модель оперативної обробки даних, яка побудована на процедурах імпорту даних із застосуванням мережі Інтернет та, на відміну від існуючих, передбачає інтегрованість у процесі опрацювання даних із різних джерел інформації із зануренням у вітрини даних із подальшим нормуванням та фільтрацією, а також дає змогу зберігати різномірні дані в реляційних базах та OLAP сховищах даних для інформаційного забезпечення процесів управління підприємством у режимі реального часу;

- методологію управління збутовою діяльністю підприємства за рахунок розробки та використання когнітивної моделі збутової діяльності, яка на відміну від існуючих дає змогу врахувати причинно-наслідковий вплив факторів маркетингу на результати збутової діяльності, що дозволяє підвищити економічну ефективність управління підприємством;

дістали подальшого розвитку:

- метод оцінювання людських ресурсів підприємства, який ґрунтується на підході до управління людськими ресурсами як стратегічним активом і, на відміну від існуючих, базується на оцінюванні показників «відповідність посаді» та

«ефективність людських ресурсів» із застосуванням нечіткої моделі, що за рахунок використання кількісних і якісних показників дає можливість підвищити економічну ефективність використання людських ресурсів на підприємстві;

- концептуальна модель управління маркетинговою діяльністю підприємства в умовах цифрової економіки, яка, на відміну від існуючих, за рахунок використання визначеної системи взаємопов'язаних маркетингових інструментів ґрунтується на застосуванні актуальної маркетингової аналітики в процесах управління, що забезпечує підвищення економічної ефективності маркетингової діяльності підприємства;

- метод прогнозування обсягів збуту підприємства на базі нейромережевої моделі, в якій, на відміну від існуючих, за рахунок розробки процедури навчання нейронної мережі на базі формування навчальної матриці та матриці цільових даних забезпечується отримання прогнозу реалізації товарів підприємства в режимі реального часу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці теоретико-методологічних та науково-прикладних основ застосування інструментарію математичного моделювання процесів управління підприємствами засобами інтелектуальних інформаційних систем. Теоретичні положення дисертаційної роботи доведені до рівня конкретних методик і рекомендацій та можуть бути використані на рівні галузі, міських рад, обласних адміністрацій та різних підприємств.

Зокрема, отримані в роботі результати використовуються: на ПАТ «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь» – використання запропонованої методології нейро-нечіткого моделювання дозволило підвищити ефективність управління підприємством та визначити попит товару на ринку (довідка № 13/2051489 від 22.10.2021); на АТ «Мотор Січ» – використання методологічного підходу та моделей дискретної автоматизованої системи управління дозволило підвищити ефективність прийняття управлінських рішень за рахунок швидкого й якісного аналізу показників (довідка № БПІ-14073 від 04.10.2021); на ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» – застосування методів та моделей інтелектуального аналізу даних в управлінні людськими ресурсами дозволило підвищити ефективність роботи персоналу комбінату (довідка № 8/1512 від 08.10.2021); на ПрАТ «Запоріжвогнетрив» – використання запропонованої методології нейро-нечіткого моделювання дозволило підвищити ефективність управління підприємством, визначити напрями роботи з постачальниками та підвищити якість роботи з ними (довідка № 17/2417 від 20.10.2021); на ПрАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» (м. Кривий Ріг) – втілення методів і моделей процесів управління засобами інформаційних систем обробки та аналізу даних із застосуванням нейронних мереж дозволило підвищити ефективність прийняття управлінських рішень на підприємстві (довідка № 57 від 15.09.2021); застосування на базі використання актуальної аналітики підприємства ТОВ «Весташляхбуд» (м. Кривий Ріг) запропонованих методів і моделей процесів управління в інформаційних системах управління людськими ресурсами та маркетингом дозволило підвищити економічну ефективність його функціонування (довідка № 21 від 10.08.2021).

Також отримані наукові результати використано в роботі Запорізької обласної ради (довідка №01-27/0707 від 14.11.2022) для підвищення ефективності управління підприємствами на рівні міста та області. Апробація на підприємствах м. Запоріжжя

концепції моделювання інтелектуальних інформаційних систем та моделі нейро-нечіткої системи управління дозволила визначити нові можливості в діяльності промислових підприємств і підвищити ефективність їх управління, що покращує розвиток економіки області (підтверджено довідкою Запорізької торгово-промислової палати). Використання результатів дисертації в роботі громадської організації «Асоціація сприяння глобалізації освіти та науки Спеїстайм» (м. Київ) (довідка № 1-04/21 від 20.04.2021) виявило переваги запропонованих методів та моделей в управлінні підприємствами в режимі реального часу, що дає змогу впроваджувати дієві інструменти інтелектуального управління та розвивати економіку країни в цілому.

Основні теоретичні положення та результати дослідження використано в навчальному процесі Запорізького національного університету Міністерства освіти і науки України при викладанні дисциплін: «Інформаційні технології в управлінні економічними системами», «Інтелектуальний аналіз даних», «Проектування складних інформаційних систем в економіці», а також у процесі проходження виробничої практики, виконанні курсових та кваліфікаційних робіт (довідка № 01/01-13/141 від 22.07.2022).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням, що містить обґрунтовані теоретико-методологічні положення та практичні рекомендації щодо організації процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем в умовах четвертої промислової революції. Усі наукові результати, що викладені в дисертації, отримані безпосередньо автором і знайшли відображення в опублікованих працях. Із наукових публікацій, які видані у співавторстві, у роботі використано лише ті результати, які становлять особистий внесок автора, що зазначено в переліку публікацій.

Апробація результатів дослідження. Основні наукові положення і результати дисертації доповідалися й обговорювалися на 18 конференціях: XII Міжнародній науково-практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком держави та регіонів» (м. Запоріжжя, 2018), X Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (м. Харків, 2018), XI Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (м. Харків, 2019), XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком держави та регіонів» (м. Запоріжжя, 2020), The 8th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (Odessa, 2019), The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (Zaporizhzhia, 2020), The Special Edition of International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (Odessa, 2020), The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (Kryvyi Rih, 2020), The 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (Deggendorf, 2020), The 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (Khmelnyskyi, 2021), The Fourth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (Zaporizhzhia, 2021), The 9th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (Odessa, 2021), XVII Міжнародній науково-практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком держави та

регіонів» (м. Запоріжжя, 2021), The 1st International scientific and practical conference «Topical issues of modern science, society and education» (Kharkiv, 2021), The 3rd International scientific and practical conference «Modern directions of scientific research development» (Chicago, 2021), Proceedings of I International Scientific and Practical Conference «Innovations and prospects of world science» (Vancouver, 2021), The 11th International scientific and practical conference «European scientific discussions» (Rome, 2021), The 2nd International scientific and practical conference «Science, innovations and education: problems and prospects» (Tokyo, 2021).

Публікації. Основні теоретичні положення та висновки дисертації опубліковані в 37 наукових працях, з яких: 1 одноосібна монографія загальним обсягом 18,83 друк. арк., розділи у 2 колективних монографіях загальним обсягом 19,46 друк. арк., з яких особисто автору належить 4,42 друк. арк., 14 статей у наукових фахових виданнях України, у т.ч., які входять до міжнародних наукометричних баз даних загальним обсягом 6,14 друк. арк., із яких особисто автору належить 5,46 друк. арк., 6 статей у закордонних періодичних наукових виданнях загальним обсягом 4,01 друк. арк., з яких особисто автору належить 2,43 друк. арк., в тому числі: 4 публікації, у виданнях, які індексуються у наукометричній базі Scopus, загальним обсягом 3,07 друк. арк., з яких особисто автору належить 1,73 друк. арк., 14 публікацій, що додатково відображають результати дослідження загальним обсягом 4,13 друк. арк., з яких особисто автору належить 2,91 друк. арк. Загальний обсяг наукових публікацій складає 52,57 друк. арк., з яких автору належать 34,05 друк. арк.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, п'ятих розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи викладений на 433 сторінках і включає 30 таблиць (з них 5 займають повні сторінки), 99 рисунків (з них 6 займають повні сторінки), список використаних джерел, що складається із 275 найменувань та викладений на 31 сторінці, анотацію на 32 сторінках та 3 додатки на 34 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, вказано зв'язок роботи з тематикою науково-дослідних робіт, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, окреслено інформаційну базу та апробацію одержаних результатів. Наведено відомості про публікації та особистий внесок здобувача, про впровадження результатів дисертаційної роботи, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі – **«Науково-теоретичні основи організації процесів управління підприємством із використанням інтелектуальних інформаційних систем»** – висвітлено еволюцію наукових поглядів відносно виникнення, становлення і розвитку інтелектуальних інформаційних систем як засобу підтримки процесів управління підприємством. На базі дослідження сучасної концепції четвертої промислової революції запропоновано авторське визначення інтелектуальних інформаційних систем в економіці, визначено тенденції розвитку застосування інтелектуальних інформаційних систем для підтримки процесів

управління підприємством, узагальнено аналітичний огляд процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

На основі проведеного аналітичного огляду визначено закономірність розвитку постіндустріального суспільства, що є підґрунтям впровадження в процеси управління підприємством інформаційно-інтелектуальних технологій.

Досліджено сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку інформаційних систем у процесах управління підприємством з урахуванням аналізу проблем побудови проактивного управління, що дозволило визначити основні напрями для застосування інтелектуальних технологій: управління трудовими ресурсами, маркетинг, адаптивне управління.

Проведений аналіз застосування інтелектуальних інформаційних систем для управління підприємством дозволив виділити специфіку впровадження технологій, що використовуються при побудові і реалізації моделей процесів управління засобами інформаційних систем в умовах четвертої промислової революції.

На основі проведеного дослідження автором сформульовано визначення інтелектуальних інформаційних систем в економіці (ІСЕ) – це інформаційні системи, побудовані з використанням хмарних технологій, великих даних, штучних нейронних мереж і нечітких множин, які мають алгоритми вирішення економічних задач на основі бази знань та дозволяють вирішувати задачі предиктивної аналітики, а саме задачі прогнозування майбутньої поведінки об'єктів і суб'єктів господарської діяльності на основі інтелектуальної обробки даних.

Наведено аналіз існуючих концепцій моделювання інтелектуальних інформаційних систем. Як висновок визначено, що зміни економічного стану суспільства стимулювали розвиток і появу нових досліджень науковців, які дозволили сформулювати інтелектуальні підходи в процесах управління підприємством. Для ефективного функціонування підприємства процеси управління потребують обробки великого масиву даних, що робить затребуваним використання сучасних інформаційних технологій. Тому прийняття управлінських рішень в економіці ґрунтується на використанні економіко-математичних методів і моделей процесів управління підприємством у сфері обробки інформації.

Досліджено системи, які побудовані на засадах проблемно-орієнтованого підходу, а також перспективність агентної багаторівневої моделі інтелектуальної інформаційної системи проактивного управління економічною системою. Проаналізовано застосування інноваційних інтелектуальних систем пошуку і вибору управлінських рішень.

Проведений аналіз підходів до моделювання процесів управління підприємством, що ґрунтується на методах теорій нейронних мереж та нечіткої логіки, дозволив визначити напрями розвитку в управлінні людськими ресурсами та маркетингу, що зумовило появу нових підходів до управління підприємством.

На основі проведеного аналізу застосування груп платіжних систем у мережі Інтернет та впливу стандартів сучасного планування ресурсів підприємств встановлено, що використання Data Mining та OLAP сумісно з хмарними-технологіями дозволяє визначити такі завдання для управління маркетингом: використовувати інтелектуальний аналіз даних, формувати та аналізувати оперативні дані, проводити обчислення на основі багатовимірних кубів даних із формуванням багатовимірних «зрізів».

Розглянуто стратегію і тенденції розвитку ПСЕ в цифровій економіці, а також визначені принципи їх побудови, що дозволило провести аналітичний огляд та визначити характеристики сучасних інформаційних технологій при використанні їх у процесах управління підприємством для вирішення задач відображення економічної інформації з застосуванням технологій електронних інформаційних панелей (Digital Dashboard), які є трирівневими веб-додатками, заснованими на використанні технології Distributed Authoring and Versioning (WebDAV).

За результатом проведеного дослідження визначено, що формування цифрової економіки в епоху четвертої промислової революції створює сприятливі умови для ефективного зростання промисловості і галузей народного господарства України та вимагає нових підходів до застосування інформаційних систем у процесах управління підприємством. Таким чином в розділі було досліджено і систематизовано теоретичні засади моделювання процесів управління засобами інтелектуальних інформаційних систем.

У другому розділі – **«Теоретико-методологічні засади економіко-математичного моделювання та організації інформаційних систем як засобів підтримки процесів управління підприємством»** – наведено результати дослідження сутності інформаційно-інструментального забезпечення процесів управління підприємством у сучасних умовах. Досліджено методологію моделювання процесів управління підприємством в інформаційних системах із врахуванням специфіки епохи четвертої промислової революції, на основі чого встановлено, що отримання нових економічних знань про середовище, в якому функціонує підприємство, потребує розробки сучасних концептуальних підходів, математичних методів і моделей для формування ефективних управлінських рішень. Розроблено концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем.

Особливу увагу в розділі приділено дослідженню особливостей, сутності й тенденцій розвитку інформаційного забезпечення процесів управління в епоху четвертої промислової революції, що дозволило виявити і описати закономірності в моделюванні процесів управління підприємством засобами ПСЕ.

Тому на підставі проведених досліджень розроблена концепція моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем (рис. 1).

Запропонована концепція показує взаємозв'язок чотирьох рівнів застосування інтелектуальної інформаційної системи для автоматизації процесів управління підприємством.

Перший рівень – концептуальний. Цей рівень включає три концептуальних моделі (концептуальна модель управління людськими ресурсами, концептуальна модель цифрової маркетингової системи управління, концептуальна модель адаптивного планування і управління) за ключовими напрямками використання інтелектуальних інформаційних систем у процесах управління підприємством.

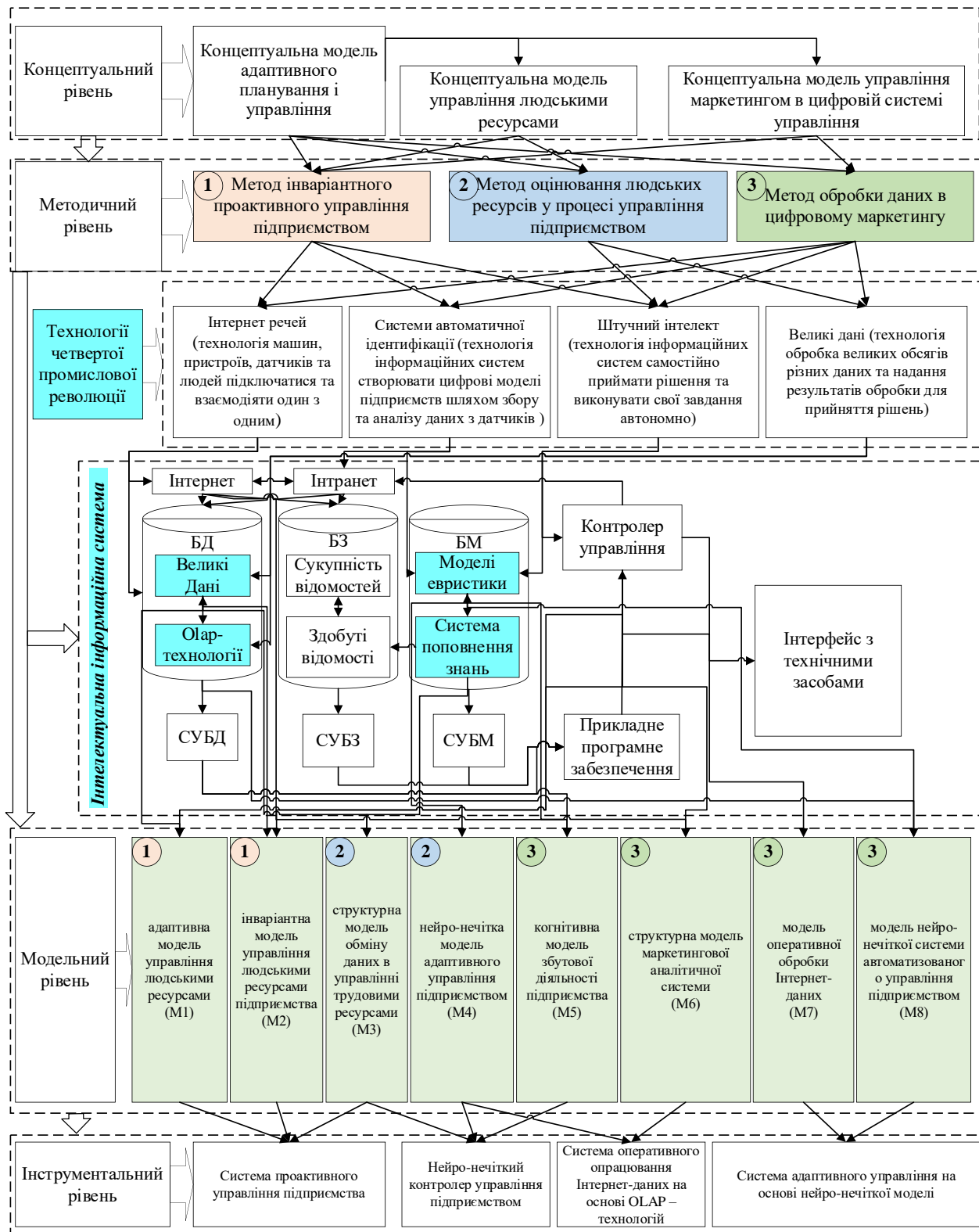


Рис. 1. Концепція моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем

Другий рівень – методичний. Він представлений множиною методів (метод проактивного управління людськими ресурсами підприємства, метод оцінювання людських ресурсів у процесі управління підприємством, метод обробки даних у цифровому маркетингу), направлених на вирішення задач процесів управління підприємством та які були виділені на основі концептуальних моделей.

Для підвищення рівня автоматизації процесів управління підприємством у розміщених у концепції методах використовуються принципи та технології четвертої промислової революції, що дозволяє провести модифікацію стандартної інформаційної системи до інтелектуальної.

У представленій інтелектуальній інформаційній системі виділено застосування принципів промислової революції 4.0 через структуру систем управління базою даних, управління базою знань та управління базою моделей. Ті структури, які перетворюють інформаційну систему в інтелектуальну, на рис. 1 виділені кольором (великі дані, OLAP-технології, моделі евристики, система поповнення знань).

Третій рівень – модельний. Цей рівень містить моделі (когнітивна модель збутової діяльності підприємства, модель прогнозування збуту на основі нейронної мережі, модель маркетингової діяльності підприємства, модель оперативної обробки Інтернет-даних, структурна модель маркетингової аналітичної системи, модель нейро-нечіткої системи автоматизованого управління підприємством, структурна модель обміну даних в управлінні трудовими ресурсами, нейро-нечітка модель адаптивного управління підприємством, адаптивна модель управління людськими ресурсами, структурна модель управління людськими ресурсами підприємства із зворотним зв'язком), які є основою інформаційних систем нового покоління та на базі яких розробляються конкретні інструменти для застосування в інтелектуальних інформаційних системах.

Для якісного застосування представленої на модельному рівні множини моделей процесів управління підприємством важливим є визначення зв'язку між ними, який характеризує досягнення цілей управління підприємством. Тобто, об'єднання моделей, заснованих на сучасних технологіях, у множину недостатньо для вдосконалення процесів управління. Потрібно представити цю множину як систему економіко-математичних моделей процесів управління підприємством, яка визначає використання моделей для стратегічного та оперативного управління.

Тому представимо множину моделей процесів управління підприємством (рис. 2) у вигляді системи – S .

Елементами системи є три підсистеми ($S_i, i = \overline{1,3}$): маркетингу (S_1), адаптивного управління (S_2), управління людськими ресурсами (S_3). Кожна з підсистем складається з моделей (M_{ik_i}), які через інформаційну систему підприємства отримують доступ до інформації про ресурсні можливості (людські ресурси), ринок товарів, асортимент, конкурентів та іншу комерційну інформацію:

$$S_i = \{M_{i1}, \dots, M_{iK_i}\}, i = \overline{1,3}, \quad (1)$$

де i – кількість підсистем моделей управління підприємством,

K_i – загальна кількість моделей в підсистемі i ($K_1 = 3, K_2 = 5, K_3 = 2$). Підсистема маркетингу (S_1) представлена множиною моделей: когнітивна модель збутової діяльності підприємства (M_{11}), модель маркетингової діяльності підприємства (M_{12}), модель прогнозування збуту на основі нейронної мережі (M_{13}).

Підсистема адаптивного управління (S_2) включає множину моделей: модель оперативної обробки Інтернет-даних (M_{21}), структурна модель маркетингової аналітичної системи (M_{22}), модель нейро-нечіткої системи автоматизованого

управління підприємством (M_{23}), адаптивна модель управління людськими ресурсами (M_{24}), структурна модель управління людськими ресурсами (M_{25}). Моделі підсистеми S_2 направлені на реалізацію процесів управління підприємством, тому результати від їх застосування використовуються для визначення множини рішень управління маркетингом та управління людськими ресурсами.

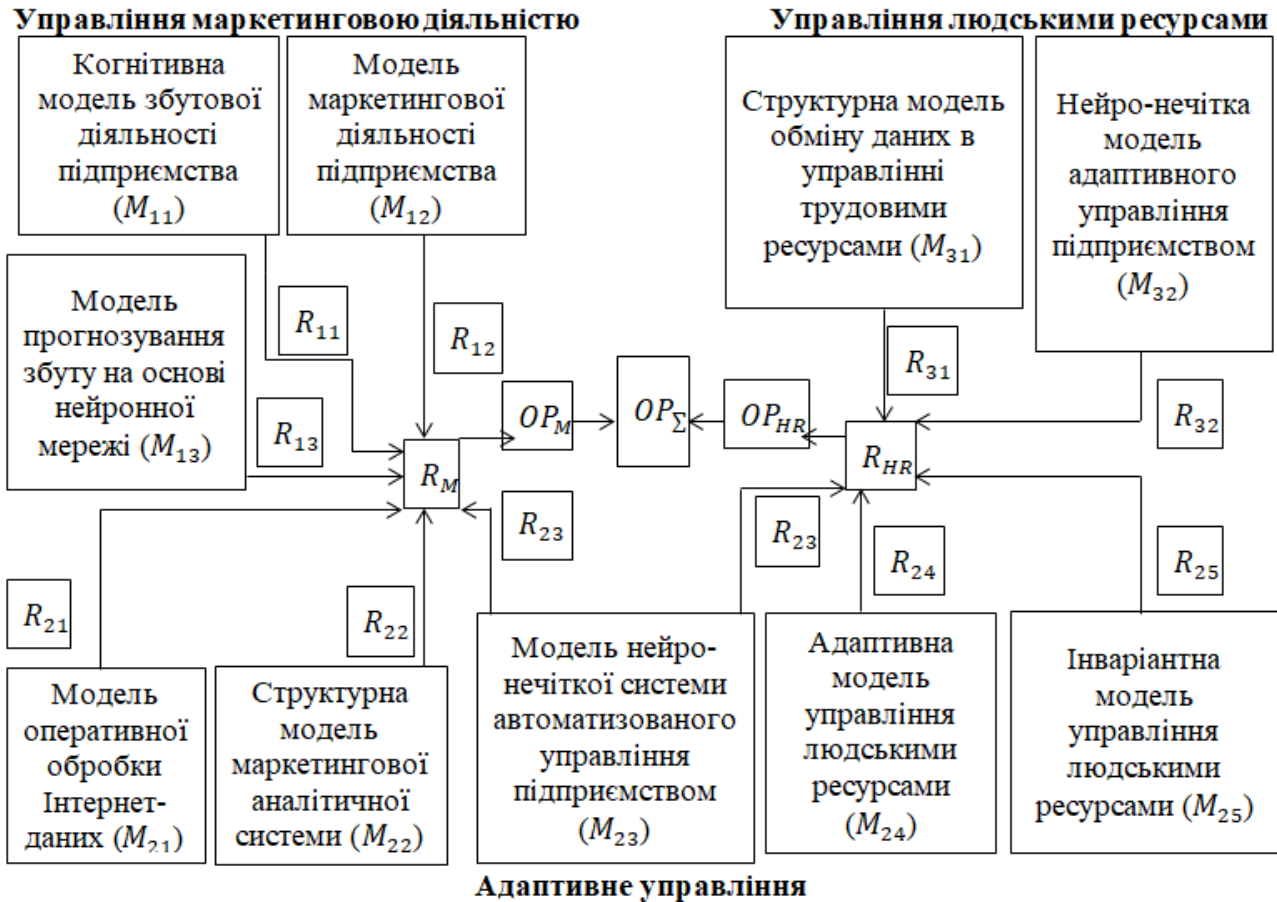


Рис. 2. Система економіко-математичних моделей процесів управління підприємством

Розроблена система ґрунтується на чотирьох положеннях щодо застосування моделей процесів управління для оперативного управління підприємством, що дає змогу координувати результати моделювання для прийняття актуальних рішень в управлінні:

1. У системі економіко-математичних моделей процесів управління підприємством моделі є рівноцінними з погляду формування оперативного управління OP_{Σ} .

2. Формування множини управлінських дій для організації процесів управління підприємством відбувається за двома напрямками: маркетингу (R_M) та людських ресурсів (R_{HR}):

$$R_M = \{R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{21}, R_{22}, R_{23}\} , \quad (2)$$

$$R_{HR} = \{R_{23}, R_{24}, R_{25}, R_{31}, R_{32}\} , \quad (3)$$

де R_{iK_i} – управлінське рішення отримане при використанні моделі M_{iK_i} .

3. Визначення оперативного управління підприємством відбувається за двома напрямками: маркетингу (OP_M) та людських ресурсів (OP_{HR}). Оперативне управління

визначається функціями як сукупність кращих рішень з множин рішень R_M та R_{HR} відповідно:

$$F_{OP1}: R_M \rightarrow OP_M, \quad (4)$$

$$F_{OP2}: R_{HR} \rightarrow OP_{HR}, \quad (5)$$

де F_{OP1} – функція визначення оперативного управління маркетингом підприємства з множини рішень R_M ,

F_{OP2} – функція визначення оперативного управління людськими ресурсами підприємства з множини рішень R_{HR} .

4. Визначення оперативного управління підприємством як об'єднання напрямів маркетингу (OP_M) та людських ресурсів (OP_{HR}):

$$OP_\Sigma = \{OP_M, OP_{HR}\}. \quad (6)$$

Отже, розроблена система моделей дозволяє сформулювати результат взаємодії моделей, який покладений у розроблену концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем.

Четвертий рівень – інструментальний. Він містить практичні рішення реалізації процесів управління підприємством як механізмів автоматизації його діяльності на базі інтелектуальних технологій.

На підставі запропонованих концептуального, методичного, модельного та інструментального рівнів та розробленої системи моделей запропоновано принципово нову концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем.

У третьому розділі – «**Методи та моделі управління людськими ресурсами підприємства в інтелектуальних інформаційних системах**» – на підставі проведеного аналізу етапів розвитку управління персоналом розроблено концептуальну модель управління людськими ресурсами підприємства. На основі дослідження показників функціонування людських ресурсів побудовано метод оцінювання людських ресурсів підприємства. Розроблено концептуальну модель адаптивного планування й управління підприємством, а також адаптивну модель управління людськими ресурсами та структурну модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком. На базі застосування моделей запропоновано метод проактивного управління людськими ресурсами підприємства.

Систематизовано етапи розвитку управління персоналом, які пов'язані з тенденціями розвитку економіки, та запропоновано систему відмінностей управління персоналом та управління людськими ресурсами, що дозволило визначити стадії розвитку управління людськими ресурсами.

Побудовано концептуальну модель управління людськими ресурсами як систему методів, принципів, функцій, яка включає процеси планування, прогнозування людських ресурсів, набір і відбір персоналу, визначення заробітної плати і розробку системи мотивації, професійну орієнтацію й адаптацію співробітників, навчання персоналу, оцінку трудових ресурсів, підготовку керівних кадрів (рис. 3).

На основі проведеного аналізу та розробленої концепції запропоновано метод оцінювання людських ресурсів у процесі управління підприємством, який включає чотири етапи (рис. 4).



Рис. 3. Концептуальна модель управління людськими ресурсами підприємства



Рис. 4. Метод оцінювання людських ресурсів підприємства

На *першому етапі* визначаються вихідні показники оцінки людських ресурсів. На їх основі в подальшому формується інформація, необхідна для розрахунків методу оцінювання людських ресурсів у процесі управління підприємством.

На *другому етапі* застосовуються процедури, які направлені на визначення вхідної інформації для оцінки людських ресурсів.

На *третьому етапі* відбувається процедура оцінки відповідності спеціальності займаній посаді працівника. Функція f_{β} визначає значення відповідності

спеціальності та займаній посади ($namesp_r$ до d_j), функція f_q визначає значення оцінки відповідності та взаємозамінності займаній посади.

Визначити ефективність діяльності працівника можна як рівень відповідності його займаній посаді спільно з досвідом роботи на аналогічних або споріднених посадах:

$$op_i = op11_i * \omega_1 + op12_i * \omega_2 + op13_i * \omega_3, \quad (7)$$

$$op11_i = \frac{\sum_{r=1}^{L^{sp}} (f_{\beta}(namesp_r, dper_i) * lsp_{ri})}{\sum_{r=1}^{L^{sp}} lsp_{ri}} * \frac{rikp_i}{rikT}, \quad (8)$$

$$op12_i = f_q(dper_i) * \frac{\sum_{j=1}^{L^d} kL_{ij}}{100}, \quad (9)$$

де i – працівник підприємства,

$op11_i$ – кваліфікаційний рівень здобутої освіти ($0 \leq op11_i \leq 1$),

$op12_i$ – кваліфікаційний рівень, який визначається досвідом роботи ($0 \leq op12_i \leq 1$),

$op13_i$ – якість виконання роботи, визначена експертом ($0 \leq op13_i \leq 1$),

$\omega_{1,2,3}$ – коефіцієнти показників оцінки людських ресурсів ($\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 1, \omega_{1,2,3} \geq 0$),

L^{sp} – кількість спеціальностей,

lsp_{ri} – приналежність i -го працівника спеціальності r ($lsp_{ri} = 1$, якщо працівник відповідає спеціальності та $lsp_{ri} = 0$ якщо не відповідає),

$rikp_i$ – значення року отримання останнього рівня освіти працівником i ,

$rikT$ – значення поточного року,

$dper_i$ – посада, на якій працює працівник i ,

$namesp_r$ – назва спеціальності (економіст, програміст, будівельник та інші),

kL_{ij} – стаж роботи (кількість років) на посаді d_j працівника i ;

klp_j – необхідний досвід роботи (мінімальна кількість років) для цієї посади відповідно до кваліфікаційного рівня,

L^d – загальна кількість посад на підприємстві,

j – одна з посад підприємства.

На четвертому етапі методу оцінювання людських ресурсів у процесі управління підприємством реалізується процедура побудови нечіткої моделі оцінки ефективності людських ресурсів.

Результати моделювання оцінки ступеня ефективності персоналу представлена на рис. 5 у вигляді поверхонь відгуку.

Розроблений метод був впроваджений в інформаційну систему ПАТ «Запоріжсталь» та застосований для визначення співробітника для заміщення вакантної посади d^* .

Розроблений метод дозволяє проводити удосконалення управління HR та будувати графік перестановки персоналу людських ресурсів підприємства. Але завдання контролю за результатами діяльності персоналу залишилось поза меж

методу оцінювання людських ресурсів підприємства, що негативно впливає на стає функціонування підприємства на ринку.

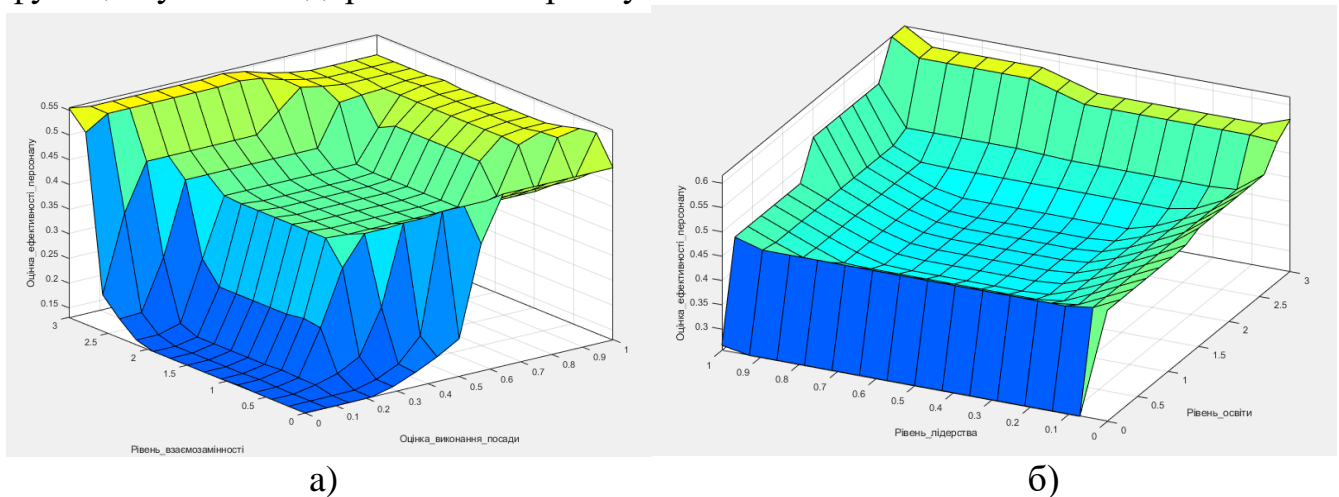


Рис. 5. Результат моделювання залежності ефективності людських ресурсів (реалізовано в системі Matlab) від: а) рівня виконання посади та рівня взаємозамінності персоналу на підприємстві; б) рівня освіти та рівня лідерства персоналу на підприємстві

Для вирішення цієї проблеми побудовано концептуальну модель адаптивного планування і управління, загальну схему якої наведено на рис. 6.

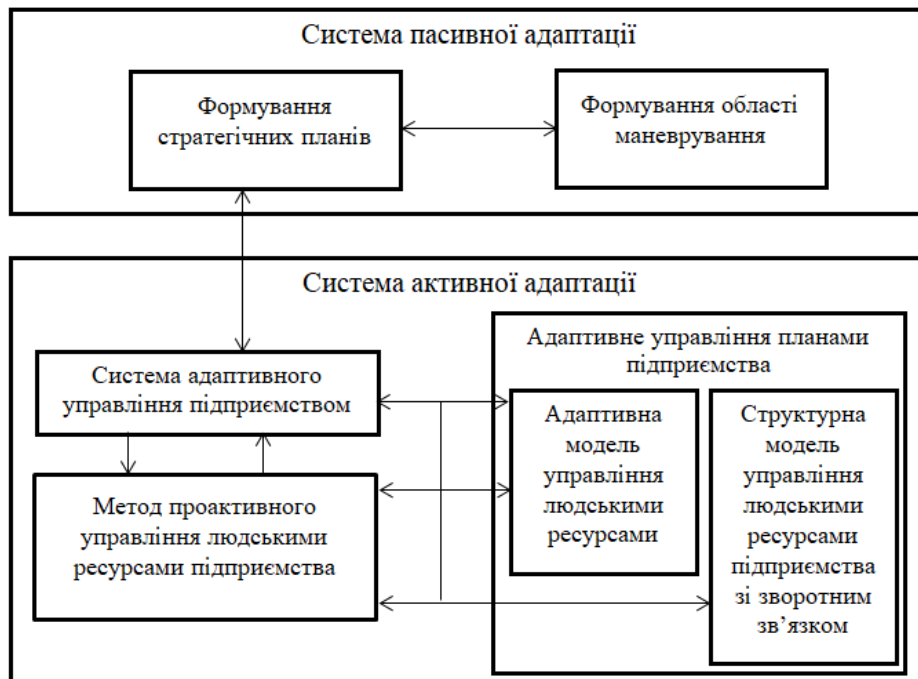


Рис. 6. Концептуальна модель адаптивного планування і управління

Система активної адаптації заснована на базі адаптивного управління планами підприємства, яке складається з двох моделей: адаптивної моделі управління людськими ресурсами (рис. 7) та структурної моделі управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком (рис. 8).

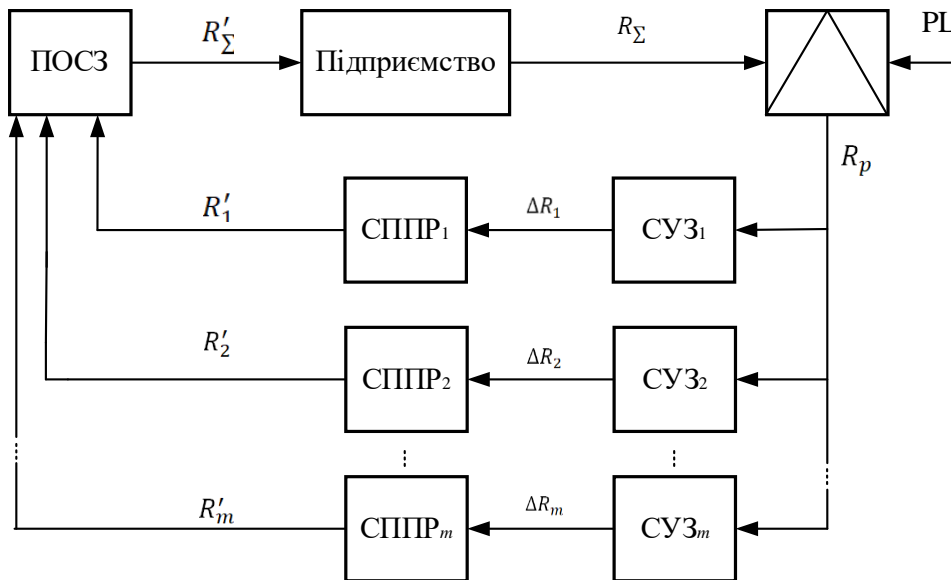


Рис. 7. Адаптивна модель управління людськими ресурсами,

де $СППР_o$ – система підтримки прийняття управлінських рішень щодо HR o -го підрозділу, $o = \overline{1, m}$;

m – загальна кількість підрозділів на підприємстві;

ПОСЗ – це підсистема об'єднання скорегованих завдань R_m' в R'_Σ – множину нових операційних завдань для підприємства,

△ – це підсистема визначення регулюючого значення R_p як неузгодженості між планами R_Σ та PL ,

$СУЗ_o$ – система узгодження завдань та їх виконання o -м підрозділом, $o = \overline{1, m}$.

Для застосування та взаємозв'язку результатів зазначених моделей та адаптації стратегічних планів у системі активної адаптації розроблена система адаптивного управління підприємством. На основі цього взаємозв'язку ця система дозволяє об'єднати результати блоків активної та пасивної адаптації для сталого функціонування підприємства.

Реалізація стратегічного та оперативного планів визначається областю маневрування (ОМ). На основі ОМ виконуються аналіз, розрахунки та корегування стратегічного плану підприємства.

Отже, з урахуванням запропонованих моделей побудовано метод проактивного управління людськими ресурсами підприємства, який наведено на рис. 9. Метод проактивного управління людськими ресурсами підприємства, який включає п'ять етапів:

Етап 1. Проводиться формування даних (Big Data) у вигляді історичних зрізів по кожному підрозділу підприємства.

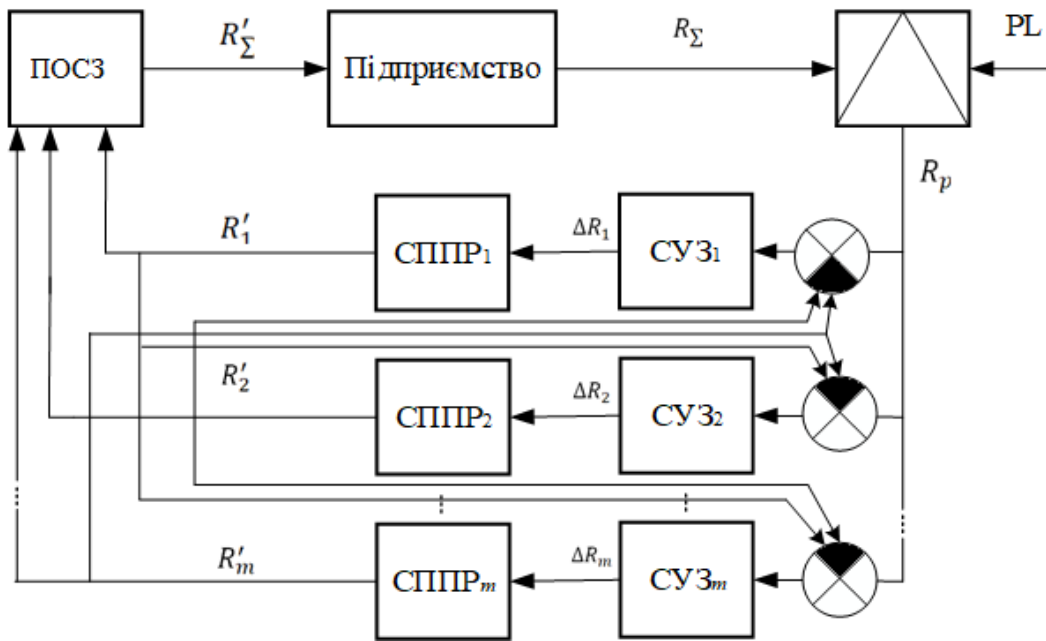


Рис. 8. Структурна модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком

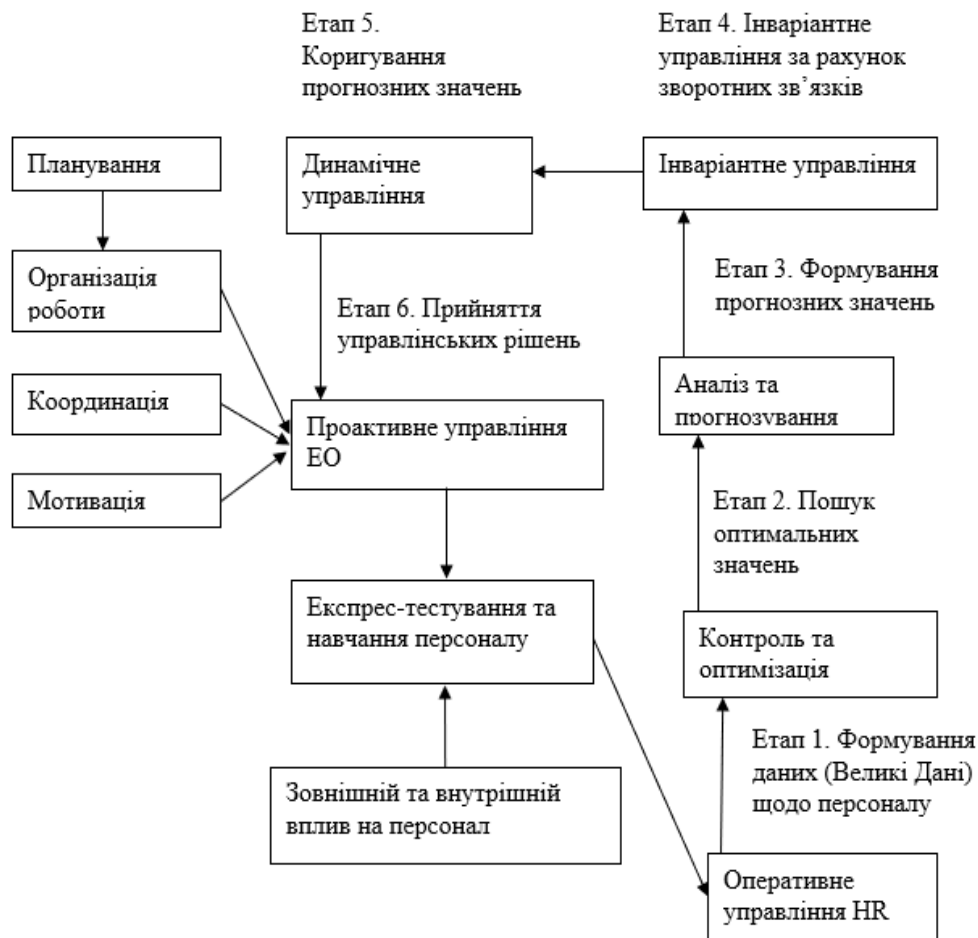


Рис. 9. Схема процесу проактивного управління людськими ресурсами підприємства

Етап 2. Вирішується задача оптимізації завдань для кожного з підрозділів підприємства.

Етап 3. На статистичних даних діяльності вирішується задача прогнозування виконання завдань на підприємстві.

Етап 4. Проводиться корегування прогнозних значень управління підрозділів.

Етап 5. Проводиться корегування управління за рахунок зворотних зв'язків у системі адаптивного управління підприємством.

Кожний етап включає аналіз даних (планування, система організації роботи, координація та мотивація).

Отримані результати були використані для підвищення ефективності управління людськими ресурсами. Зокрема, на ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» використано метод та модель інтелектуального аналізу даних в управлінні людськими ресурсами, модель оцінки показників ефективності роботи персоналу, що дозволило підвищити ефективність персоналу на 8%.

У четвертому розділі – **«Розробка методів та моделей управління маркетингом підприємства в інтелектуальних інформаційних системах»** – на базі аналізу принципів цифрового маркетингу запропоновано класифікацію цифрових маркетингових систем підприємств; побудовано концептуальну модель управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки; удосконалено структурну модель оперативної обробки даних.

За результатами проведеного аналізу побудовано класифікацію цифрових маркетингових систем економічних об'єктів за вхідною та вихідною інформацією, яка, разом з дослідженням застосування служб і стандартів управління маркетингом, дала можливість розробити концептуальну модель управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки (рис. 10).

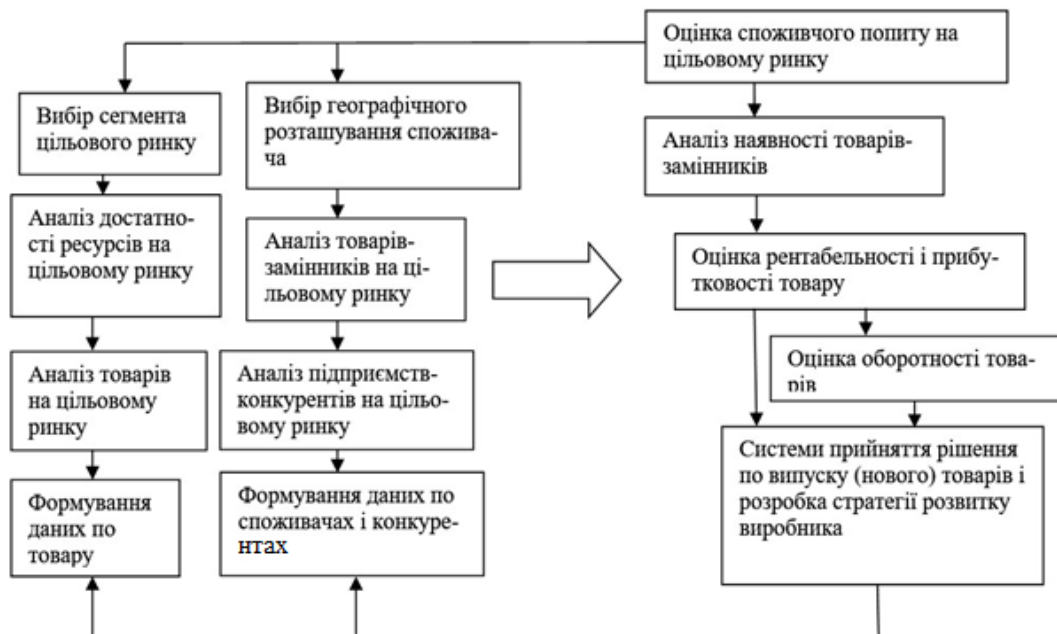


Рис. 10. Концептуальна модель управління маркетинговою діяльністю підприємства в умовах цифрової економіки

Запропонована концептуальна модель управління маркетинговою діяльністю підприємства, що включає послідовність дій, спрямованих на: аналіз достатності ресурсів на цільовому ринку, формування даних по товару, вибір географічного розташування споживача, аналіз товарів-замісників, аналіз підприємств-конкурентів

на цільовому ринку, формування даних по споживачах і конкурентах, оцінка споживчого попиту на цільовому ринку, аналіз наявності товарів-замісників, оцінка рентабельності і прибутковості товару з подальшим прийняттям рішень по випуску (нових) товарів і розробка стратегії розвитку виробництва.

У запропонованій концептуальній моделі основою є метод комплексної оцінки споживчого ринку, що ґрунтується на моделі визначення корисності та привабливості товару на цільовому ринку.

Такий набір даних формує масив, що дозволяє використовувати багатовимірні бази даних (OLAP). Структурна модель оперативної обробки даних представлена на рис. 11.

Побудована модель реалізує процедури доступу до оперативних даних Інтернет, які збираються з різних інформаційних джерел, з подальшим завантаженням їх у вітрини даних, нормуванням та фільтрацією, що дає змогу забезпечити їх релевантність для подальшого використання в оперативному аналізі даних, враховуючи історичні шари.

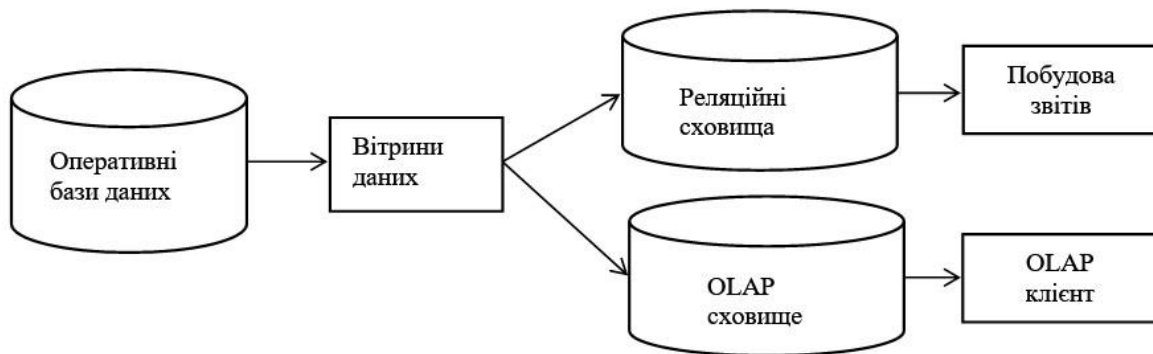


Рис. 11. Структурна модель оперативної обробки даних.

Модель вітрини даних розповсюдження-замовлення-продаж представлено на рис. 12.

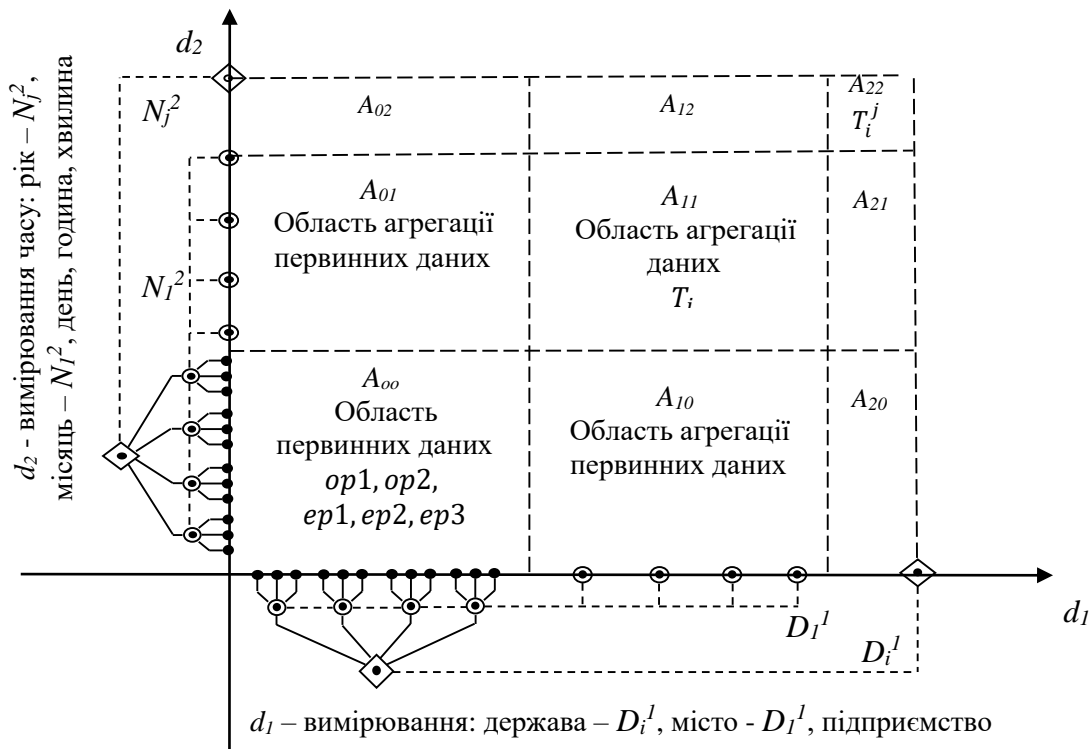


Рис. 12. Модель вітрини даних розповсюдження-замовлення-продаж

Запропонована модель вітрини даних розповсюдження-замовлення-продаж враховує багатовимірність OLAP сховищ та дозволяє визначати систему таблиць даних розповсюдження-замовлення-продаж товару і зберігати їх у гіперкубі даних.

Гіперкуб даних містить один або більше вимірів і являє собою впорядкований набір складових.

Використання моделі вітрин даних дає можливість застосовувати агреговані статистичні функції, що дозволяє проводити оперативну обробку інформації з подальшою її аналітикою.

Побудовані метод і моделі впроваджені на ПрАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» м. Кривий Ріг. Зазначено, що перевага цього підходу полягає в можливості створення і наповнення багатовимірних баз даних, оскільки їх наповнення відбувається з надійних джерел (вітрин) даних та дозволяє знизити навантаження на роботу з базами даними, а саме одним багатовимірним запитом обробляються безліч шарів багатовимірних даних, що дозволяє збільшити швидкість обробки та аналізу даних.

У п'ятому розділі – **«Реалізація моделей процесів управління підприємством в інтелектуальних інформаційних системах»** – побудовано метод когнітивного моделювання збутової діяльності підприємства, який засновано на трьох етапах із застосуванням SWOT-аналізу та діаграми Ісікави. Удосконалено модель збутової діяльності в управлінні підприємством на базі використання когнітивної карти. Проаналізовано методи аналізу інформації у цифровому маркетингу за рахунок чого дано авторське визначення актуальної маркетингової аналітики. Запропоновані структурна модель маркетингової аналітичної системи та модель прогнозування збуту підприємства на основі нейронної мережі. Розроблено метод прогнозування обсягів збуту підприємства. Розроблено нейро-нечіткий контролер управління підприємством на базі використання представленої нейро-нечіткої моделі управління виробництвом підприємства. Розроблено методика щодо застосування інструментарію моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Для управління збутовою діяльністю підприємства запропоновано використання методу когнітивного моделювання, який містить виконання трьох етапів та дає змогу здійснювати генерацію управлінських рішень щодо збутової діяльності підприємства із урахуванням зовнішніх та внутрішніх впливів у часі.

Перший етап включає проведення SWOT-аналізу.

Другий етап спрямовано на формалізацію причинно-наслідкових зв'язків із використанням діаграми Ісікави.

Третій етап – побудова та дослідження моделі – когнітивної карти.

Вершинами орієнтованого графу є результати збутової діяльності підприємства (вершина V6) та фактори впливу на неї: конкурентне середовище (V1), сегментація ринку (V2), якість реклами (V3), інструменти цифрового маркетингу (V4), якість товару (V5).

Встановлення зв'язків між вхідними (V1, ..., V5) та вихідною (V6) вершинами графу дозволяє побудувати когнітивну карту збутової діяльності в управлінні підприємством у вигляді зваженого орієнтованого графу на основі матриці суміжності. Значення ваг дуг є чисельними оцінками сили впливу відповідних

факторів та їх вектору – знак може бути і додатним (прямий зв'язок), і від'ємним (зворотній зв'язок).

На рис. 13 наведено когнітивну карту збутової діяльності, в якій ваги дуг зваженого орієнтованого графу визначено з урахуванням висновків експертів підприємств АТ «Мотор Січ», ПАТ «Запоріжсталь» та ПрАТ «Запоріжвогнетрив».

Використання моделі базується на припущенні щодо впливу зміни значення параметра однієї вершини на параметри інших вершин. Моделювання динаміки імпульсу у вершині V_6 при відповідному імпульсному впливі та результат моделювання динаміки значень ваги у вершині V_6 при імпульсному впливі представлено на рис. 14.

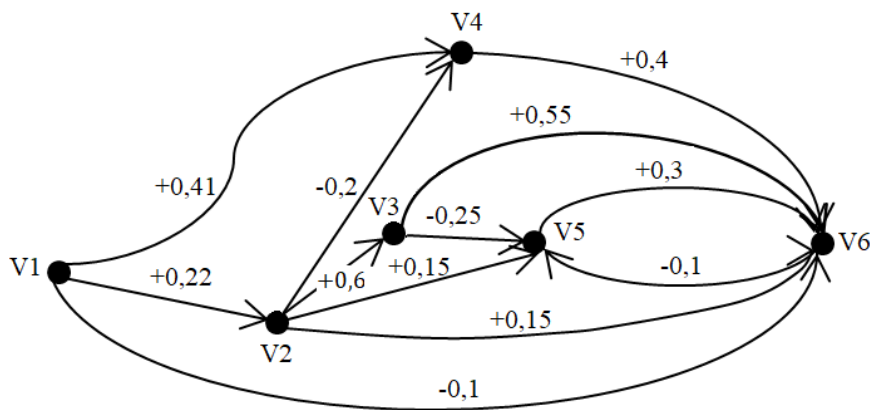


Рис. 13. Когнітивна карта збутової діяльності в управлінні підприємством

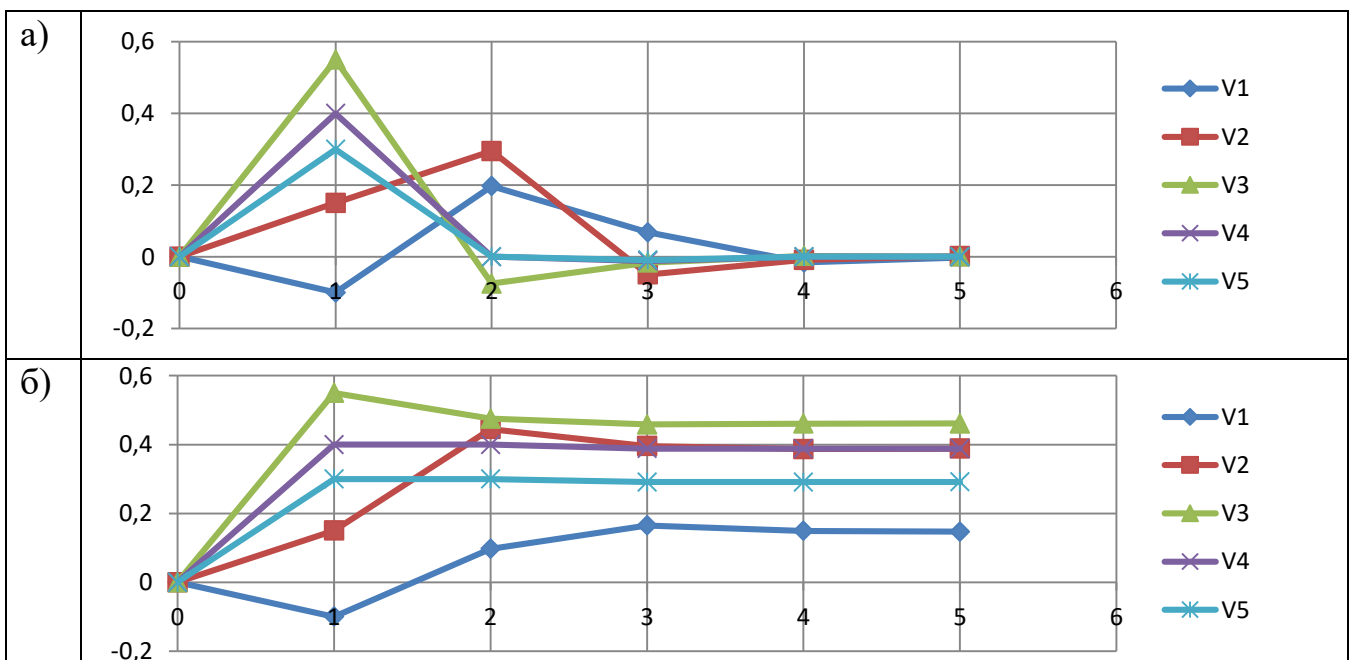


Рис. 14. Результати моделювання динаміки імпульсу:

а) динаміка впливу на збутову діяльність (V_6) при імпульсному впливі на відповідну вершину (V_i , $i = \overline{1,5}$); б) накопичене значення впливу на збутову діяльність.

Розроблені метод та модель зваженого орієнтованого графу з невід'ємною вагою ребер, в основу яких покладено діаграму формалізації причинно-наслідкових зв'язків

(діаграма Ісікави), дозволяють визначити вплив факторів: конкурентне середовище (V1), сегментація ринку (V2), якість реклами (V3), інструменти цифрового маркетингу (V4) і якість товару (V5) на збутову діяльність підприємства та дослідити індекс впливу факторів.

Розроблено метод прогнозування обсягів збуту підприємства (рис. 15), в якому знаходження прогнозних значень відбувається в результаті роботи нейронної мережі (НМ), застосування якої дає можливість підприємству працювати на базі актуальної маркетингової аналітики (процес здобуття маркетингової інформації відбувається протягом короткого проміжку часу (від секунди до кількох годин), за який можна вплинути на економічні процеси, а не констатувати їх).

Перший етап – аналіз показників і формування навчальної матриці з вибраних значень з історичних зрізів багатовимірних баз даних (технологія OLAP).

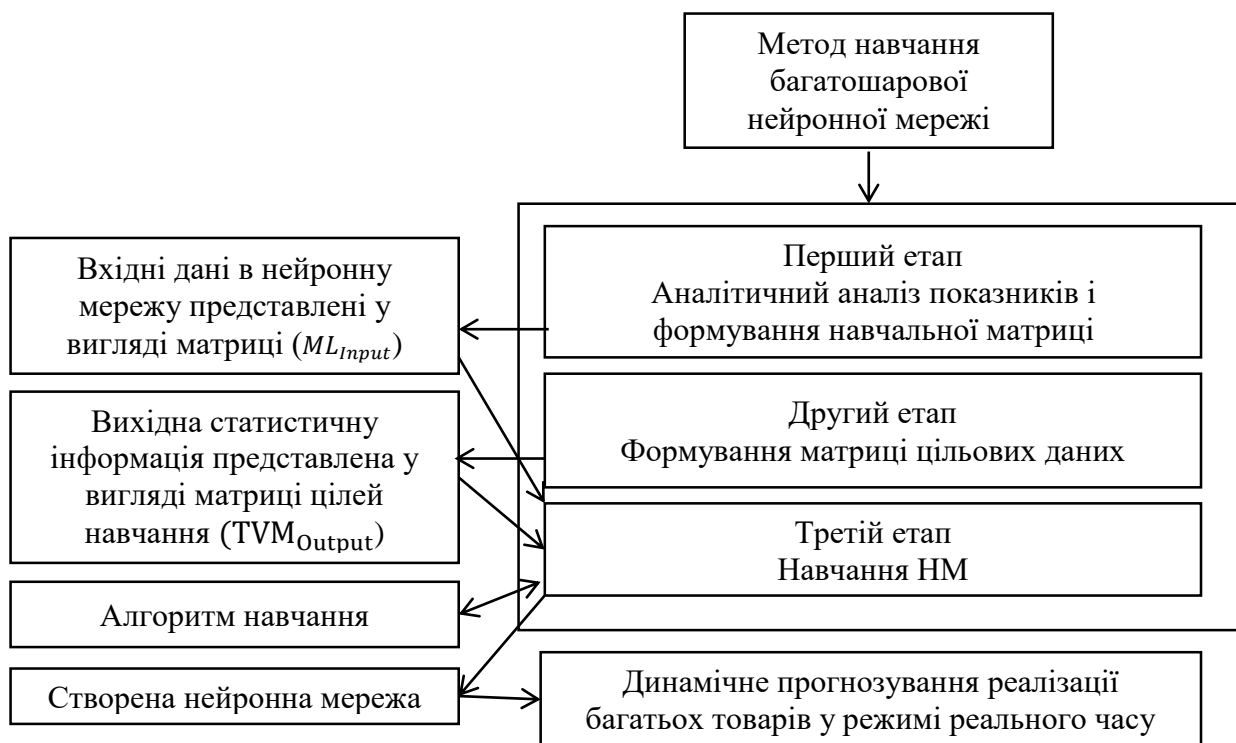


Рис. 15. Схема методу прогнозування обсягів збуту підприємства

Матрицю навчання (ML – matrix learning) можна записати як вхідні дані для представлення в нейронній мережі:

$$ML_{Input} = \begin{bmatrix} in_{01} = f_{01}(t_0) & in_{02} = f_{02}(t_0 + \Delta) & \dots & in_{0m} = f_{0m}(t_0 + (m-1)\Delta) \\ in_{11} = f_{11}(t_0) & in_{12} = f_{12}(t_0 + \Delta) & \dots & in_{1m} = f_{1m}(t_0 + (m-1)\Delta) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ in_{N1} = f_{N1}(t_0) & in_{N2} = f_{N2}(t_0 + \Delta) & \dots & in_{Nm} = f_{Nm}(t_0 + (m-1)\Delta) \end{bmatrix}, m = \overline{1, k}, \quad (10)$$

де Δ – горизонт (часовий інтервал) прогнозування.

Другий етап – формування матриці цільових даних – базується на часовому інтервалі, який визначає горизонт прогнозування. Значення цільових даних є вихідною статистичною інформацією для нейронного виходу та можуть бути представлені у вигляді матриці цілей навчання багатошарової нейронної мережі (TVM_{Output}):

$$TVM_{Output} = \begin{bmatrix} in_{01} = f_{01}(t_0 + \Delta) & in_{02} = f_{02}(t_0 + (k + 1)\Delta) \dots & in_{0m} = f_{0m}(t_0 + m\Delta) \\ in_{11} = f_{11}(t_0 + \Delta) & in_{12} = f_{12}(t_0 + (k + 1)\Delta) \dots & in_{1m} = f_{1m}(t_0 + m\Delta) \\ \dots & \dots & \dots \\ in_{N1} = f_{N1}(t_0 + \Delta) & in_{N2} = f_{N2}(t_0 + (k + 1)\Delta) \dots & in_{Nm} = f_{Nm}(t_0 + m\Delta) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Третій етап – навчання НМ. Процес навчання нейронної мережі полягає в тому, щоб зіставити кожному елементу ML_{Input} значення матриці TVM_{Output} , що відповідає значенням елементів вагової матриці w_j .

За представленими етапами побудована нейронна мережа, яка дає змогу отримати прогнози, які дозволяють здійснювати збутову функцію маркетингу та розглядати динаміку реалізації багатьох товарів у режимі реального часу.

Більш широке використання цифрових систем дає можливість застосувати запропонований підхід до прогнозування. Слід зазначити, що використання нейронних мереж у прогнозуванні може мати недоліки. У процесі формування навчальних матриць, якщо у вихідній інформації відсутні дані або вони представлені в нечіткому вигляді (лінгвістична змінна, поява нового товару чи відсутність попиту на товар), то виникає помилка. Цей недолік у вирішенні задачі прогнозування можна усунути, якщо використовувати системи з нечіткими множинами, що дозволить формалізувати нечіткі змінні.

Для вирішення зазначеної проблеми запропонована система нейро-нечіткого управління, яка базується на процесі навчання штучної нейронної мережі (ANN), що передбачає формулювання правил нечіткого висновку (FIS).

Модель ANFIS (Адаптивна мережева система нечіткого виводу) з реалізацією нечіткої системи Такагі Т., Сугено М. представляється як п'ятишарова нейронна мережа, що показана на рис. 16.

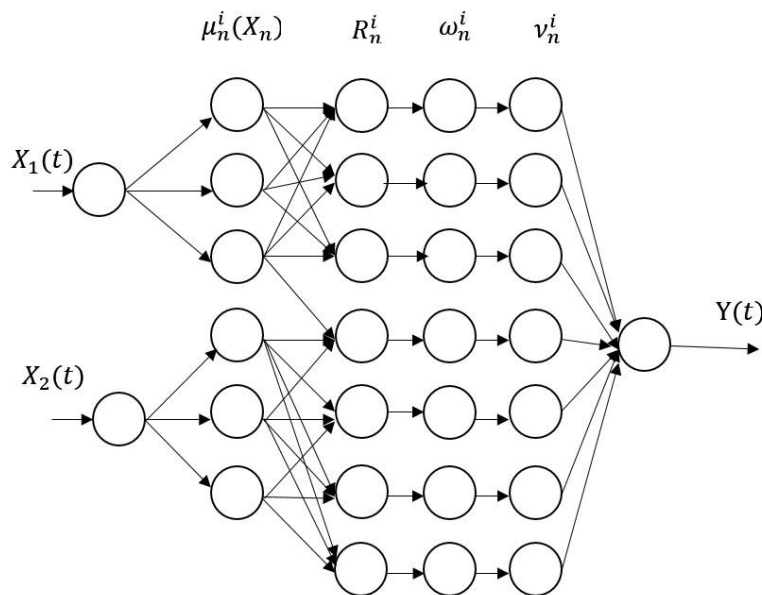


Рис. 16. Структурний вигляд нейро-нечіткої моделі управління виробництвом підприємства

Вхідні змінні моделі $X_1(t)$ і $X_2(t)$ дозволяють визначити невідповідність між поточним і плановим значенням змінної. Вихідна змінна $Y(t)$ є контрольним параметром для активізації роботи автоматизованої системи.

Застосування ANFIS як контролера нечіткого автоматизованого регулятора уможливило подальшу оптимізацію параметрів об'єкту управління.

Побудована система управління дозволила отримати поверхню нейро-нечіткої моделі ANFIS (рис. 17), що дає змогу визначити параметри управління підприємством (output) відповідно до вхідних даних (input1, input2).

На основі застосування розробленої моделі при введенні вхідних змінних X_1 «Оптимістичний сценарій реалізації товарів» та X_2 «Песимістичний сценарій реалізації товарів» розраховується прогноз значення попиту товару на ринку Y , що дає змогу корегувати план виробництва.

Дане корегування відбувається на основі показника - вектору невідповідності $\Delta x(t)$:

$$\Delta x(t) = \frac{Y(t) - X_p(t)}{X_p(t)}, \quad (12)$$

де $Y(t)$ – розраховане за допомогою нейро-нечіткої моделі значення попиту на товари в момент часу t , кількість;

$X_p(t)$ – заплановане виробництво товарів в момент часу t , кількість.

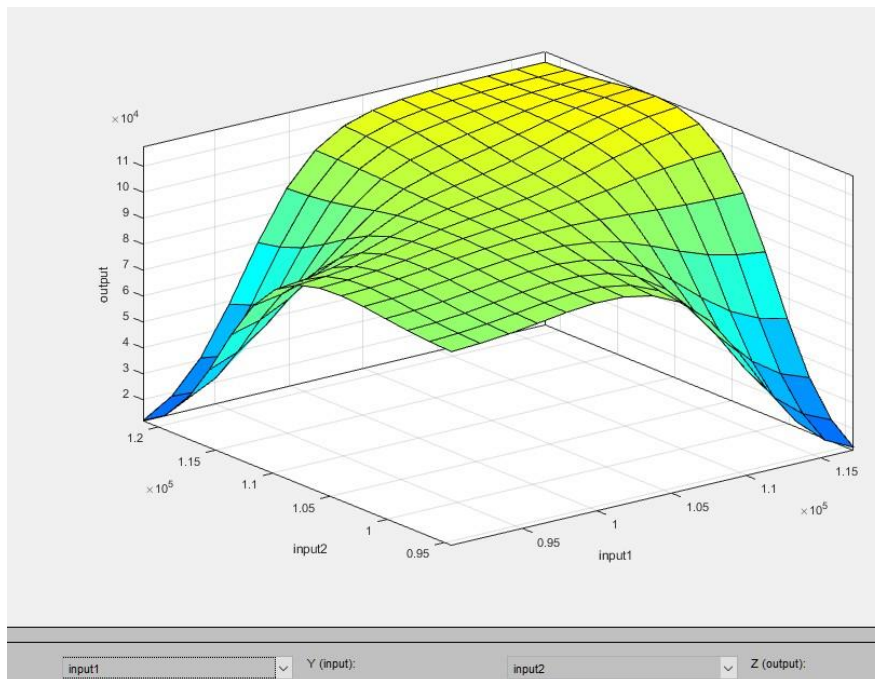


Рис. 17. Контрольна поверхня нейро-нечіткої моделі управління виробництвом підприємства ANFIS

Отже, нейро-нечітка система управління надає актуальні рішення щодо адаптації виробництва на підприємстві. Це пов'язано із декількома факторами:

- нечітка модель оновлюється на основі перенавчання нейронної мережі на актуальних даних;
- інформація для роботи моделі надходить напряму з зовнішніх вітрин даних;
- на основі запропонованих меж змін виробничого плану, за розробленими діапазонами управління, вирішується задача оптимізації виробництва, враховуючи характеристики та потужності підприємства.

Одним із головних питань для підприємств, за умови нової епохи четвертої промислової революції, є процес впровадження нових інтелектуальних технологій, зокрема, методів та моделей процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем. Тому розробка методики щодо застосування інструментарію моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем це актуальне завдання.

Для вирішення цього завдання і використання представлених у розділах 2-5 концепції та економіко-математичних методів та моделей процесів управління підприємством розроблено методичний підхід, який включає комплекс етапів по впровадженню розроблених інструментів у діяльність підприємства із використанням інформаційної системи.

Етап 1. Визначення напрямів для впровадження.

Етап 2. Визначення інструментарію моделювання процесів управління підприємством для впровадження.

Етап 3. Впровадження та оцінка економічної ефективності інструментарію процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Після впровадження визначеного на другому етапі інструментарію необхідно оцінити економічну ефективність для підприємства.

Для цього розглянуті зміни річного прибутку підприємства, які є результатом ефективного управління людськими ресурсами і визначення маркетингової стратегії $((P_2 - P_1) - \text{різниця прибутку після та до впровадження методів та моделей процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем})$.

Результати розрахунків оцінки економічної ефективності від впровадження інструментарію управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем наведено в табл. 1.

Тоді зміну в річній оцінці економічної ефективності можна записати, враховуючи прибуток до і після впровадження інструментарію процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем з урахуванням змін у витратах, що можна записати в такому вигляді (грн.):

$$\Delta E = (P_2 / \Delta V_{\text{IC}+}) - (P_1 / \Delta V_{\text{IC}-}), \quad (13)$$

де $\Delta V_{\text{IC}+}$ – витрати після впровадження інструментарію процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем,

$\Delta V_{\text{IC}-}$ – витрати до впровадження інструментарію процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Отримані результати оцінки економічної ефективності від впровадження інтелектуальних інформаційних систем на підприємстві визначили можливість застосовувати інтелектуальні інформаційні системи на підприємстві як в управлінні людськими ресурсами, так і в управлінні маркетинговою стратегією підприємства.

Запропоновані в розділі рішення були впроваджені на АТ «Мотор Січ», де використано методологічний підхід та модель управління дискретної автоматизованої системи управління. В основу даної моделі покладено систему нейро-нечіткого управління, яка базується на процесі навчання штучної нейронної

мережі, що дозволяє підвищити ефективність прийняття управлінських рішень за рахунок швидкого та якісного аналізу показників.

Таблиця 1

Результати розрахунків оцінки економічного ефекту від використання інструментарію процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем

Показники	ПАТ «Запоріжсталь»	ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат»
1	2	3
ΔZ_{IC-} – умовні витрати до впровадження інформаційно-аналітичної системи, тис. грн	157 095,52	9 868,92
ΔZ_{IC+} – умовні витрати після впровадження інформаційно-аналітичної системи, тис. грн	177 095,52	10 168,95
D_1 – умовний річний дохід до запровадження інтелектуальних інформаційних систем в існуючій системі управління підприємством, тис. грн	12 024 818,00	306 153,00
D_2 – умовний річний дохід після впровадження інтелектуальних інформаційних систем в існуючій системі управління підприємством, тис. грн	13 575 218,00	316 173,00
ΔE – оцінка зміни в річній оцінці економічної ефективності, %.	11,02	7,01

На ПАТ «Запоріжсталь» використання запропонованої методології нейро-нечіткого моделювання за допомогою штучної нейронної мережі та нечіткої логіки дозволило підвищити ефективність управління підприємством та визначати попит товару на ринку. На ПрАТ «Запоріжвогнетрив» використання даної методології нейро-нечіткого моделювання дозволило підвищити ефективність управління підприємством, а саме визначити напрями роботи з постачальниками та підвищити якість роботи з ними. На ТОВ «Веста шляхбуд» застосування методів і моделей економічних інформаційних систем обробки та аналізу даних дозволило підвищити ефективність прийняття управлінських рішень на підприємстві.

ВИСНОВКИ

У дисертації теоретично узагальнено та запропоновано нове вирішення наукової проблеми дослідження та розробки теоретичних та методологічних основ розвитку інтелектуальних інформаційних систем як інструменту забезпечення управління підприємством в умовах четвертої промислової революції. Проведене наукове дослідження дає змогу зробити такі висновки:

1. Доведено, що інформаційне та інструментальне забезпечення ефективної управлінської діяльності підприємства у сферах адаптивного управління, управління людськими ресурсами та маркетингу не завжди відповідає сучасним потребам та можливостям, зумовленим стрімким розвитком цифрової економіки. Зокрема, недосконалість оцінювання людських ресурсів підприємства призводить до збільшення організаційних витрат на персонал, а розбіжність в оперативному та стратегічному плануванні породжує неузгодженість планів підрозділів підприємства та є джерелом збільшення невизначеності результатів його діяльності. Виявлені проблеми в організації процесів управління підприємством вимагають розробки нової концепції та науково обґрунтованих методів і моделей, які підтримуються інтелектуальними інформаційними системами.

2. На основі огляду інструментарію економіко-математичного моделювання процесів управління підприємством встановлена проблема, яка пов'язана з недостатнім рівнем адаптивності систем управління до змін джерел та характеру зовнішніх даних. Це зумовлює складнощі в роботі з актуальною аналітикою з різних джерел і типів даних, необхідність врахування кількісної та якісної економічної інформації. Зазначена проблема потребує розробки нових концептуальних підходів, математичних методів і моделей для формування ефективних управлінських рішень, а також обґрунтування необхідності застосування інформаційних технологій на двох рівнях: технологічному (великі дані, OLAP-технології, нечіткі множини, нейронні мережі) та функціональному (цифровий маркетинг, управління людськими ресурсами та інші), що дасть змогу поєднати використання інструментарію четвертої промислової революції з перспективними напрямками процесів управління підприємством у режимі реального часу.

3. Розроблено концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем, яка містить чотири рівня (концептуальний, методичний, модельний, інструментальний), об'єднує розроблені методи, моделі та інструменти для вирішення задач управління підприємством та за рахунок реалізації розбудованої системи економіко-математичних моделей (зокрема, моделей і методів інтелектуального аналізу, використання нейромережевих технологій для прогнозування багатовимірних даних та нейро-нечіткого управління в режимі реального часу) дає змогу підвищити ефективність управління підприємством. Концепція забезпечує обґрунтування системної взаємодії рівнів, яке відкриває шляхи модернізації існуючих інформаційних систем управління підприємством розробленим комплексом інструментів для підвищення економічної ефективності процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

4. Розроблено систему економіко-математичних моделей, яка реалізує запропоновану концепцію моделювання процесів управління підприємством із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем та складається з трьох підсистем: управління маркетинговою діяльністю, управління людськими ресурсами, адаптивного управління. Розроблена система забезпечує використання таких інтелектуальних технологій, як нейромережі, OLAP-технології, нейро-нечіткі системи, великі дані, в процесах управління, що дає змогу отримувати оперативні рішення у відповідних підсистемах процесів управління, а також координувати

результати моделювання для підвищення економічної ефективності управління підприємством.

5. Сформовано сучасний погляд на сферу управління персоналом підприємства, сутність якого полягає в тому, що в процесах управління підприємством для ефективного функціонування необхідне використання якісних показників для оцінки досягнення стратегічних та оперативних цілей управління людськими ресурсами, що ускладнено при управлінні на базі стандартних методів оцінки персоналу. Врахування цього погляду привело до удосконалення концептуальної моделі управління людськими ресурсами за рахунок використання інструментарію нечіткого моделювання в оцінці трудових ресурсів та побудові системи методів, принципів, функцій, яка включає процеси планування, прогнозування людських ресурсів, набір і відбір персоналу, визначення заробітної плати і розробку системи мотивації, професійну орієнтацію й адаптацію співробітників, навчання персоналу, підготовку керівних кадрів, що дає можливість збільшити економічну ефективність організаційних завдань на підприємстві.

6. Розвинуто метод оцінювання людських ресурсів підприємства, який ґрунтується на підході до управління людськими ресурсами як стратегічним активом. Сутність методу полягає у використанні побудованої нечіткої моделі для оцінювання вхідних та вихідних показників, що характеризують людські ресурси підприємства, розрахунку на їх базі узагальнених показників відповідності посади та ефективності людських ресурсів. Це дає змогу залучати до оцінювання як кількісні, так і якісні показники, зокрема, при відборі працівників на вакантні посади і, в результаті, підвищити економічну ефективність використання людських ресурсів на підприємстві.

7. Удосконалено адаптивну модель управління людськими ресурсами, що зумовлено необхідністю врахування розбіжностей у затверджених управлінських планах підприємства з динамікою їх виконання. За рахунок включення до моделі управління людськими ресурсами, яка реалізується в інтелектуальній інформаційній системі, підсистем «Узгодження завдань» та «Підтримки прийняття управлінських рішень» підвищуються її адаптивні властивості, забезпечується можливість визначати та вносити корективи до завдань підрозділів, що дозволяє досягти якісно нового рівня в автоматизації процесу управління людськими ресурсами та підвищити ефективність їх використання.

8. Розроблена структурна модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком, в якій введено контур управління, що представляє собою перехресний зв'язок між підсистемою підтримки управління людськими ресурсами та підсистемою узгодження планів підрозділів. Використання моделі дозволить підвищити стійкість системи управління людськими ресурсами до змін внутрішніх і зовнішніх чинників з урахуванням динаміки виконання завдань, виявляти та уникати дублюючих завдань, що спрямоване на підвищення економічної ефективності використання людських ресурсів підприємства.

9. Проведено аналіз напрямів розвитку, теоретичних основ та перспектив застосування інформаційних технологій в маркетингу. В результаті систематизації знань та існуючих практик виділено важливі особливості сучасного цифрового маркетингу: використання великих обсягів даних з інформаційного простору мережі Інтернет та необхідність розробки й залучення

адаптивних систем до управління маркетинговою діяльністю. Ці особливості, зокрема, зумовлюють напрями розвитку технічного та програмного забезпечення, задіяних в маркетинговій діяльності, аналіз яких дав можливість обґрунтувати класифікацію цифрових маркетингових систем підприємства.

10. Побудовано класифікацію цифрових маркетингових систем підприємств за характеристикою маркетингових інформаційних потоків, на основі якої розвинуто концептуальну модель управління маркетинговою діяльністю підприємства за умов цифрової економіки. Ця концепція містить систему взаємопов'язаних маркетингових інструментів реалізації товару, які спрямовані на використання актуальної маркетингової аналітики в управлінні підприємством із можливістю оперативного аналізу даних на основі OLAP-технологій, що дає змогу досягти ефективного управління торговим майданчиком та підвищити економічну ефективність маркетингової діяльності підприємства.

11. Удосконалено модель оперативної обробки даних у системі цифрового маркетингу, яка зумовлена необхідністю врахування особливостей джерел маркетингових даних. Запропонована структурна модель оперативної обробки даних містить процедури імпорту даних із застосуванням мережі Інтернет, передбачає інтероперабельність у процесі опрацювання даних із різних джерел інформації, їх занурення у вітрини даних, подальше нормування та фільтрацію. У моделі передбачена можливість зберігати різномірні дані в реляційних базах та сховищах даних OLAP. Це забезпечить їх релевантність для подальшого використання в оперативному аналізі для інформаційного забезпечення процесів управління підприємством у режимі реального часу.

12. Розроблено когнітивну модель збутової діяльності підприємства, у межах якої враховано причинно-наслідковий вплив факторів маркетингу на результати збутової діяльності. Використання розробленої моделі розширює інструментарій та становить удосконалення методології управління збутовою діяльністю підприємства, яке дає змогу проводити дослідження на базі варіантних розрахунків та імітаційних експериментів щодо результатів здійснення збутової діяльності, обґрунтовувати вибір стратегії її розвитку, що спрямовано на підвищення економічної ефективності управління підприємством у цілому.

13. Запропоновано метод прогнозування обсягів збуту підприємства на основі нейронної мережі, який містить процедури навчання нейронної мережі на базі формування навчальної матриці та матриці цільових даних. Застосування цих процедур удосконалює модель прогнозування збуту підприємства за рахунок забезпечення можливості отримання прогнозу реалізації товарів підприємства в режимі реального часу. Результати застосування методу й моделі прогнозування обсягів збуту підприємства дозволили визначити переваги нейронної мережі для багатовимірного прогнозування даних та використати їх для розвитку інструментарію прогнозування збуту підприємства.

14. Розроблена нейро-нечітка модель управління виробництвом підприємства, яка є синтезом моделі дискретної автоматизованої системи управління та технології адаптивної нейро-нечіткої системи. Об'єднання цих технологій дає змогу налаштувати нейро-нечіткий контролінг виробничого плану в режимі реального часу, що автоматизує задачу пошуку актуального рішення адаптації

виробництва до змін зовнішніх факторів на підприємстві, за рахунок чого підвищується економічна ефективність його системи управління.

15. Розроблено рекомендації щодо практичного застосування та оцінки запропонованого в роботі інструментарію, що враховують поєднання переваг та принципів використання інструментарію моделювання процесів управління підприємством засобами інформаційних систем. Це дозволяє обґрунтувати доцільність впровадження розроблених методів та моделей у діяльність підприємств для підвищення їх економічної ефективності та відкриває нові напрями для подальших наукових досліджень щодо розвитку інтелектуальних інформаційних систем як інструменту забезпечення управління бізнес-процесами підприємства.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

у монографіях:

1. Іванов С. М. Моделювання інформаційних систем в економіці в епоху Industry 4.0 : монографія / С. М. Іванов. – Запоріжжя : ФОП Мокшанов В. В., 2022. – 324 с. (18,83 друк. арк.).

2. Іванов С. М. 1. Інтелектуальний аналіз HR у проактивному управлінні в умовах цифрової економіки / С. М. Іванов // Проактивне управління людськими ресурсами (HR) в умовах цифрової економіки : колективна монографія / [Череп О. Г., Іванов С. М., Калюжна Ю. В. та ін.]. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2020. – С. 7-50 (2,33 друк. арк.).

3. Іванов С. М. 5. Принципи та підходи до застосування сучасних технологій у маркетинговому менеджменті / С. М. Іванов // Сучасні технології маркетингового менеджменту : колективна монографія / [Іванов М. М., Корінев В. Л., Терент'єва Н. В. та ін.]; за ред. д-ра. екон. наук, проф. М. М. Іванова. – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2020. – С. 149-183 (2,09 друк. арк.).

у наукових фахових виданнях України, у тому числі, які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

4. Ivanov S. M. The concept of intellectual economic systems in the era of Industry 4.0 / S. M. Ivanov // Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. – 2022. – № 1 (53). – С. 37-41 (0,57 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

5. Ivanov S. M. Conceptual model of digital marketing system in economic facilities management / S. M. Ivanov // Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. – 2021. – № 3 (51). – С. 109-114 (0,51 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

6. Іванов С. М. Управління збутом підприємства на основі використання діаграми Ісікави / С. М. Іванов // Приазовський економічний вісник. – 2021. – № 2(25). – С. 246-250 (0,42 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

7. Іванов С. М. Нейро-нечітка система управління недетермінованим економічним об'єктом / С. М. Іванов // Вісник ХДУ Серія Економічні науки. – 2021. – № 43. – С. 86-90 (0,41 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar.**

8. Іванов С. М. Класифікація цифрових маркетингових систем складних економічних об'єктів / С. М. Іванов // Приазовський економічний вісник. – 2021. – № 5(28). – С. 179-184 (0,46 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar.**

9. Ivanov S. M. Method of forecasting in the epoch - Industry 4.0 / С. М. Іванов // Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. – 2021. – № 2 (50). – С. 127-133 (0,35 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

10. Іванов С. М. Моделювання вітрини даних розповсюдження-замовлення-продаж із використанням OLAP – технологій / С. М. Іванов // Галицький економічний вісник. – 2021. – № 5(72). – С. 85-94 (0,61 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar, EBSCO, ULRICHSWEB Global Serials Directory.**

11. Іванов С. М. Застосування нейромережевого моделювання для прогнозування обсягів реалізації підприємства / С. М. Іванов, Н. К. Максишко // Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. – 2021. – № 4 (52). – С. 14-19 (0,54 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнено метод прогнозування обсягів реалізації підприємства на базі навчання нейронної мережі (0,36 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

12. Іванов С. М. Methodology for the mining of human resources in the digital economy / С. М. Іванов, В. В. Малтиз, Ю. В. Калюжна, Н. В. Терент'єва // Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. – 2020. – № 4 (48). – С. 128-134 (0,35 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблено метод застосування інтелектуальних технологій в управлінні людськими ресурсами (0,20 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

13. Іванов С. М. Аналіз ефективності використання веб-сайту / С. М. Іванов, М. С. Шевченко // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. – 2019. – № 2 (42). – С. 66-72 (0,35 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнена система розрахунку ефективності використання Інтернет-сайтів на основі спеціальних показників (0,20 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

14. Іванов С. М. Моделювання коопераційних зв'язків в цифровій економіці / С. М. Іванов // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2018. – № 96. – С. 108-117 (0,52 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar, Academic Resurc Index, CiteFactor.**

15. Іванов С. М. Аналіз переваг використання smart-технологій в економіці / С. М. Іванов // Економіка та держава. – 2018. – № 7. – С. 35-38 (0,41 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus.**

16. Іванов С. М. Моделювання Інтернет-бізнесу на основі проактивного управління / С. М. Іванов, В. О. Біленко // Інвестиції: практика та досвід. – 2017. – № 12. – С. 18-25 (0,41 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблена модель проактивного управління Інтернет-проектів (0,21 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar.**

17. Іванов С. М. Метод оцінювання економічної ефективності в управлінні інтернет-проектom / С. М. Іванов // Економіка та держава. – 2017. – № 6. – С. 75-79 (0,23 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Index Copernicus, Google Scholar.**

у закордонних наукових періодичних виданнях:

18. Ivanov S. M. Big Data based marketing forecasting / S. Ivanov, M. Ivanov // CEUR Workshop Proceedings (ISSN 1613-0073). – 2021. – Vol.3048. – P. 151-162. [Electronic resource]. – website: <http://ceur-ws.org/Vol-3048/> (0,64 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнено використання Big Data як інструменту для збільшення швидкості передачі даних при забезпеченні доступу до багатомісних даних (OLAP) (0,45 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Scopus, Research Gate.**
19. Ivanov S. Intelligent data analysis in HR process management / M. Ivanov, S. Ivanov, N. Maksyshko, N. Terentieva // CEUR Workshop Proceedings (ISSN 1613-0073). – 2020. – Vol.2608. – P. 754-768. [Electronic resource]. – website: <http://ceur-ws.org/Vol-2608/> (0,81 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблена структурна модель інтелектуального аналізу даних в управлінні HR-процесом (0,4 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.**
20. Ivanov S. Fuzzy modelling of Big Data of HR in the conditions of Industry 4.0 / M. Ivanov, S. Ivanov, O. Cherep, N. Terentieva, V. Maltiz, I. Kaliuzhna, V. Lyalyuk // CEUR Workshop Proceedings (ISSN 1613-0073). – 2020. – Vol.2713. – P. 295-314. [Electronic resource]. – website: <http://ceur-ws.org/Vol-2713/> (1,10 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнена процедура побудови функцій належності на основі теорії нечітких множин для управлінні HR-процесом, побудовано метод нечіткого моделювання управління людськими ресурсами (0,36 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.**
21. Ivanov S. The model of assessing indicators of personnel operation in managing HR-processes based on fuzzy sets / S. Ivanov // The scientific heritage. – 2020. – Vol 3. – № 44(3). – P. 17-21 (0,47 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Quality Factor (QF), Scientific Indexing Services, International Scientific Indexing, Index Copernicus.**
22. Ivanov S. Assessment method of personnel performance indicators in HR process management / S. Ivanov, M. Ivanov // The scientific heritage. – 2020. – Vol 3. – № 43(3). – P. 28-31 (0,47 друк. арк.). *Особистий внесок: висвітлено методику розрахунку показників ефективності роботи персоналу для системи HR менеджменту (0,23 друк. арк.).* **Індексується та реферується в базах даних: Quality Factor (QF), Scientific Indexing Services, International Scientific Indexing, Index Copernicus.**
23. Ivanov S. Modeling company sales based on the use of SWOT analysis and Ishikawa charts / S. Ivanov // CEUR Workshop Proceedings (ISSN 1613-0073). – 2019. – Vol.2422. – P. 385-394. [Electronic resource]. – website: <http://ceur-ws.org/Vol-2422/> (0,52 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.**

у матеріалах конференцій та інших наукових виданнях:

24. Іванов С. М. Моделювання збуту на основі діаграми Ісікави / С. М. Іванов // 36. матеріалів XVII Міжнар. наук.-практ. конф. Управління соціально-економічним розвитком держави та регіонів (м. Запоріжжя, 21-22 квітня 2021 р.). – Запоріжжя : ЗНУ, 2021. – С. 131-133 (0,17 друк. арк.).
25. Іванов С. М. Метод нечіткого моделювання людських ресурсів в умовах цифрової економіки / С. М. Іванов // The 1 st International scientific and practical conference - Topical issues of modern science, society and education (Kharkiv, august 8-10 2021). – Kharkiv : SPC Sciconf.com.ua, 2021. – P. 923-929 (0,35 друк. арк.).

26. Ivanov S. M. Building an adaptive model in a proactive system for managing an economic object in the digital economy / S. M. Ivanov // The 3rd International scientific and practical conference Modern directions of scientific research development (Chicago, USA, september 1-3 2021). – Chicago : BoScience Publisher, 2021. – P. 417-422 (0,29 друк. арк.).

27. Ivanov S. M. Intellectual assessment of human resources in Industry 4.0 / S. M. Ivanov // Proceedings of I International Scientific and Practical Conference Innovations and prospects of world science (Vancouver, Canada, september 8-10 2021). – Vancouver : Perfect Publishing, 2021. – P. 370-377 (0,41 друк. арк.).

28. Іванов С. М. Побудова квазіінваріантної системи проактивного управління економічного об'єкту / С. М. Іванов // The 11th International scientific and practical conference European scientific discussions (Rome, Italy, september 12-14, 2021). – Rome : Potere della ragione Editore, 2021. – P. 317-320 (0,17 друк. арк.).

29. Ivanov S. M. Analysis and construction of a marketing analytical system / S. M. Ivanov // The 2nd International scientific and practical conference Science, innovations and education: problems and prospects (Tokyo, Japan, september 15-17 2021). – Tokyo: CPN Publishing Group, 2021. – P. 382-388 (0,35 друк. арк.).

30. Ivanov S. Neural network forecasting using big data / S. Ivanov, N. Maksyshko, M. Ivanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Vol.2853. – P. 90-98 (0,47 друк. арк.). *Особистий внесок: побудована модель маркетингової аналітичної системи, запропоновано побудову вхідної та цільової матриць даних для навчання нейронної мережі (0,25 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.***

31. Ivanov S. Neuro-fuzzy control system for a non-deterministic object in real time / S. Ivanov, N. Maksyshko, M. Ivanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Vol.2864. – P. 475-484 (0,52 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблена модель нейронечіткої системи керування недетермінованими об'єктами в економіці (0,29 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.***

32. Ivanov S. Fuzzy modeling in human resource management / M. Ivanov, S. Ivanov, N. Terentieva, V. Maltiz, J. Kaliuzhna // E3S Web of Conferences. – 2020. – № 166 (13010). – P. 1-8 (0,47 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблена система моделювання оцінки ступеня ефективності персоналу (0,23 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.***

33. Ivanov S. Development of Elements of ERP-system of Association of Co-owners of Multi-apartment / D. Brechko, N. Maksyshko, S. Ivanov // 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2020 – Proceedings. – 2020. – P. 567-572 (0,29 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнені процеси управління із застосуванням ERP-систем для об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (0,13 друк. арк.). **Індексується та реферується в базах даних: Scopus.***

34. Іванов С. М. Аналіз оцінювання показників роботи персоналу / С. М. Іванов, О. В. Лось // Зб. матеріалів XIV Міжнар. наук.-практ. конф. Управління соціально - економічним розвитком держави та регіонів (м. Запоріжжя, 14-15 квітня 2020 р.). – Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – С. 215-217 (0,17 друк. арк.). *Особистий внесок: уточнена система показників оцінки персоналу (0,07 друк. арк.).*

35. Іванов С. М. Кластеризація Запорізького регіону / С. М. Іванов, М. С. Шевченко // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : матеріали XI Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Харків, 11-12 квітня 2019 р.). – Харків : Видавництво ХНЕУ, 2019. – URL: <http://mpsesm.org/book/2019/thesis02-782.html#thesis02-782> (0,12 друк. арк.). *Особистий внесок: висвітлено принципи застосування кластерного підходу в управлінні регіоном (0,07 друк. арк.).*

36. Іванов С. М. Аналіз функціонування call-центру банку / С. М. Іванов, О. О. Вол // Управління соціально-економічним розвитком держави та регіонів : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 26-27 квітня 2018 р.). – Запоріжжя : Видавництво ЗНУ, 2018. – С. 292-293 (0,12 друк. арк.). *Особистий внесок: висвітлено застосування інтелектуальних технологій в роботі банківських систем (0,06 друк. арк.).*

37. Іванов С. М. Моделювання в розбудові інформаційного простору об'єднаної територіальної громади / С. М. Іванов, О. І. Баштанник, Н. К. Максишко // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : X Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Харків, 5 квітня 2018 р.). – Харків : Видавництво ХНЕУ, 2018. – URL: <http://mpsesm.org/index.php/mpsesm/mpsesm-x/paper/view/750/640> (0,23 друк. арк.). *Особистий внесок: висвітлена модель інформаційного простору об'єднаної територіальної громади із використанням інтелектуальних технологій (0,07 друк. арк.).*

АНОТАЦІЯ

Іванов С. М. Моделювання процесів управління підприємством в інтелектуальних інформаційних системах. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Хмельницький національний університет. – Хмельницький, 2023.

Кваліфікаційна наукова праця присвячена побудові концептуальних підходів, методів і моделей процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем.

Висвітлено еволюцію наукових поглядів відносно методологічних засад процесів управління підприємством у нову епоху четвертої промислової революції та проаналізовані парадигми реалізації процесів управління підприємством на базі інформаційних систем, визначено тенденції розвитку реалізації процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем. Встановлено, що формування нових знань створює сприятливі умови для ефективного розвитку промисловості і галузей національної економіки України, для яких необхідні нові підходи до моделювання процесів управління підприємством в інтелектуальних інформаційних системах. Визначено і систематизовано основні моделі організації діяльності в цифровій економіці та використання інформаційних технологій у сучасній економіці. На основі цього дослідження сформульовано авторське визначення інтелектуальних інформаційних систем в економіці (ІІСЕ), які побудовані з використанням хмарних технологій, Великих Даних, штучних нейронних мереж і нечітких множин для вирішення економічних задач на основі бази знань, та

дозволяють вирішувати задачі управління економічними об'єктами на основі інтелектуальної обробки даних.

Наведено результати дослідження інформаційного забезпечення процесів управління підприємств в епоху четвертої промислової революції, а також результати аналізу побудови економіко-математичних моделей процесів управління та їх використання в інтелектуальних інформаційних системах в економіці. Розроблено концепцію моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем. Проаналізована взаємодія моделей у концепції моделювання процесів управління підприємством, на основі чого визначена система економіко-математичних моделей процесів управління підприємством.

Систематизовано етапи розвитку управління персоналом, що пов'язано з тенденціями розвитку економіки, та запропоновано систему відмінностей управління персоналом і управління людськими ресурсами, що дозволило визначити стадії розвитку управління HR. Розроблено концептуальну модель управління людськими ресурсами підприємства, яка базується на системах активної та пасивної адаптації. Розроблено метод оцінювання людських ресурсів у процесі управління підприємством, який використовує в оцінці кількісні та якісні показники людських ресурсів підприємства із використанням моделі нечітких множин. Розроблено адаптивну модель управління людськими ресурсами та структурну модель управління людськими ресурсами підприємства зі зворотним зв'язком на базі дискретної автоматизованої системи управління. Застосування контуру управління, що представляє собою перехресний зв'язок між підсистемою підтримки управління людськими ресурсами та підсистемою узгодження планів підрозділів підприємства дозволяє підвищити стійкість системи управління людськими ресурсами до змін внутрішніх і зовнішніх чинників з урахуванням динаміки виконання завдань, виявляти та уникати дублюючих завдань.

На основі систематизації інформаційних технологій управління маркетингом побудовано концептуальну модель цифрової маркетингової системи в управлінні підприємством. Удосконалено модель оперативної обробки даних на основі OLAP-технологій, яка враховує опрацювання актуальної маркетингової аналітики. Побудовано когнітивну модель збутової діяльності підприємства за рахунок результатів SWOT аналізу та побудованої діаграми Ісікави. Розроблена модель прогнозування на основі нейронної мережі в цифровій аналітичній маркетинговій системі. Застосування процедур навчання нейронної мережі удосконалює модель прогнозування збуту підприємства за рахунок забезпечення можливості отримання прогнозу реалізації товарів підприємства в режимі реального часу. Розроблено нейро-нечітку модель управління виробництвом підприємства, яка проходить процедуру навчання за методом формування навчальної матриці та матриці цільових даних. Синтез теорії нечітких множин із нейронними мережами дає змогу налаштувати контролінг виробничого плану в режимі реального часу, що автоматизує задачу пошуку актуального рішення адаптації виробництва до змін зовнішніх факторів на підприємстві, за рахунок чого підвищується економічна ефективність його системи управління.

Реалізація запропонованого інструментарію дозволила сформулювати науково-методичний підхід щодо практичного застосування та оцінки економічної

ефективності інструментарію моделювання процесів управління підприємством засобами інтелектуальних інформаційних систем, який дає можливість обґрунтувати доцільність впровадження розроблених методів та моделей у діяльність підприємств для підвищення їх економічної ефективності.

Ключові слова: моделювання, процеси управління підприємством, інтелектуальні інформаційні системи, методи, моделі, четверта промислова революція, великі дані, управління людськими ресурсами, управління маркетингом, нейро-нечіткі системи.

ANNOTATION

Ivanov S. M. Modeling of enterprise management processes in intellectual information systems. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of economic sciences on a specialty 08.00.11 - mathematical methods, models and information technologies in economics. – Khmelnytskyi National University. – Khmelnytskyi, 2023.

The qualifying scientific work is devoted to the construction of conceptual approaches, methods and models of enterprise management processes by means of intellectual information systems.

The evolution of scientific views regarding the methodological foundations of enterprise management processes in the new era of the fourth industrial revolution is highlighted and the paradigms of the implementation of enterprise management processes based on information systems are analyzed, the development trends of the implementation of enterprise management processes by means of intellectual information systems are determined. It has been established that the formation of new knowledge creates favorable conditions for the effective development of industry and branches of the national economy of Ukraine, which require new approaches to the modeling of enterprise management processes in intelligent information systems. The main models of the organization of activities in the digital economy and the use of information technologies in the modern economy are defined and systematized. On the basis of this research, the author's definition of intelligent information systems in the economy (IISE) was formulated, which are built using cloud technologies, Big Data, artificial neural networks and fuzzy sets to solve economic problems based on the knowledge base, and allow solving the problems of managing economic objects based on intelligent data processing.

The results of the research of information provision of enterprise management processes in the era of the fourth industrial revolution, as well as the results of the analysis of the construction of economic-mathematical models of management processes and their use in intelligent information systems in the economy are given. The concept of modeling enterprise management processes by means of intelligent information systems has been developed. The interaction of models in the concept of modeling enterprise management processes is analyzed, on the basis of which a system of economic-mathematical models of enterprise management processes is defined.

The stages of the development of personnel management, which is related to the trends of economic development, are systematized, and a system of differences between personnel management and human resources management is proposed, which made it possible to determine the stages of development of HR management. A conceptual model of enterprise human resource management based on active and passive adaptation systems has been developed. A method of evaluating human resources in the process of enterprise

management has been developed, which uses quantitative and qualitative indicators of human resources of the enterprise in the evaluation using the fuzzy set model. An adaptive model of human resources management and a structural model of human resources management of the enterprise with feedback on the basis of a discrete automated control system have been developed. The application of the management circuit, which is a cross-connection between the support subsystem of human resources management and the subsystem of coordination of plans of the company's divisions, allows to increase the resistance of the human resources management system to changes in internal and external factors, taking into account the dynamics of task performance, to identify and avoid duplicating tasks.

A conceptual model of the digital marketing system in enterprise management, that based on the systematization of marketing management information technologies, was built. The model of operational data processing based on OLAP technologies, which takes into account the development of current marketing analytics, has been improved. A cognitive model of the company's sales activity was built based on the results of the SWOT analysis and the constructed Ishikawa diagram. A forecasting model based on a neural network in a digital analytical marketing system has been developed. The application of neural network training procedures improves the company's sales forecasting model by ensuring the possibility of obtaining a forecast of the company's goods sales in real time. A neuro-fuzzy model of enterprise production management has been developed, which undergoes a training procedure using the method of forming a training matrix and a matrix of target data. The synthesis of the theory of fuzzy sets with neural networks makes it possible to configure the controlling of the production plan in real time, which automates the task of finding an actual solution for adapting production to changes in external factors at the enterprise, due to which the economic efficiency of its management system increases.

The implementation of the proposed toolkit made it possible to formulate a scientific-methodical approach to the practical application and assessment of the economic efficiency of the toolkit for modeling enterprise management processes by means of intelligent information systems, which makes it possible to justify the feasibility of introducing the developed methods and models into the activities of enterprises to increase their economic efficiency.

Keywords: modeling, enterprise management processes, intelligent information systems, methods, models, the fourth industrial revolution, Big Data, human resources management, marketing management, neuro-fuzzy systems.