

Владислав Бездєтко

Студент магістр

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

7342254@stud.op.edu.ua

Анастасія Тройніна

кандидат технічних наук, доцент кафедри Інженерії програмного забезпечення, доцент кафедри

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

anastasiyatroinina@gmail.com

Вікторія Рувінська

професор, професор кафедри Інженерії програмного забезпечення, професор

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

iolnlen@te.net.ua

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІТИКИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Анотація. Розглядається підхід до створення інтелектуальної аналітичної системи, яка інтегрує процеси збору, обробки, прогнозування та візуалізації корпоративних даних для підтримки управлінських рішень у реальному часі. Запропонована архітектура включає чотири рівні: даних, аналітики, прийняття рішень і презентації. Реалізовано модулі ETL, OLAP-аналізу, кластеризації, регресії, ARIMA-прогнозування та багатокритеріальної оптимізації. Система побудована на основі клієнт-серверної архітектури (Python, PostgreSQL, FastAPI, Grafana, Power BI) з механізмами безпеки та контролю доступу. Вона дозволяє зменшити час підготовки звітів на 70–80%, підвищити точність прогнозування до 95% та знизити ризики управлінських помилок. Впровадження подібних систем формує основу управління на основі даних і сприяє цифровій трансформації підприємств.

Ключові слова: інтелектуальна система аналітики; машинне навчання; бізнес-аналітика; прогнозування; багатокритеріальна оптимізація.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасні підприємства стикаються з необхідністю прийняття великої кількості управлінських рішень у короткі терміни, часто в умовах невизначеності та швидкої зміни ринкової ситуації. Традиційні методи аналізу даних уже не забезпечують достатнього рівня ефективності, а людський фактор створює ризики помилок у стратегічному плануванні.

У таких умовах актуальним стає впровадження інтелектуальних систем аналітики, здатних автоматично обробляти великі обсяги інформації, виявляти закономірності, прогнозувати тенденції та пропонувати оптимальні управлінські рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Робота A Review of Data-Driven Decision-Making Methods for Industry 4.0 Maintenance Applications [1] узагальнює методи аналітики на основі даних у контексті Industry 4.0, підкреслюючи важливість машинного навчання для рішень у реальному часі. У дослідженні Forecasting Capacity of ARIMA Models [2] показано ефективність ARIMA для промислових прогнозів і перспективу комбінування з нейронними мережами. Публікація Multi-Objective Optimization in Business Analytics [3] обґрунтовує застосування еволюційних алгоритмів для балансування між прибутковістю, ризиком і сталим розвитком. У роботі Modern Business Intelligence: Big Data Analytics and Artificial Intelligence [4] наголошено на синергії BI, AI та Big Data у створенні аналітичної цінності підприємств.

Отже, актуальним завданням залишається створення комплексної архітектури, що об'єднує ці підходи в інтегровану аналітичну систему з високим рівнем безпеки та інтерпретованості результатів.

Мета публікації. Розробити концепцію інтелектуальної аналітичної системи, здатної забезпечити комплексну обробку даних і підтримку управлінських рішень на промисловому підприємстві.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.

Інтелектуальна система аналітики є складовою корпоративної інформаційної інфраструктури, побудованої за принципами модульності та інтегрованості.

Система включає декілька взаємопов'язаних рівнів:

Рівень даних — забезпечує збір, зберігання та попередню обробку інформації з внутрішніх систем (ERP, CRM, бухгалтерія, цехові датчики) і зовнішніх джерел (ринкові індекси, макроекономічні показники).

Аналітичний рівень — відповідає за моделювання процесів, виявлення закономірностей, побудову прогнозів і аналітичних звітів.

Рівень прийняття рішень — генерує рекомендації для менеджерів, підтримує сценарне моделювання й оптимізацію.

Презентаційний рівень — надає результати аналізу у вигляді інтерактивних панелей, звітів і графічних моделей.

Такий підхід дозволяє реалізувати наскрізну інтеграцію — від збору первинних даних до надання керівництву узагальнених висновків.

До функціональних можливостей системи входять:

1. ETL-процеси та підготовка даних

Система реалізує ETL-процеси, що дозволяють автоматично витягувати інформацію з різномірних джерел — таких як виробничі журнали, облікові системи ERP, CRM-платформи, таблиці Excel, сенсорні дані з обладнання та веб-інтерфейси зовнішніх постачальників. На етапі трансформації здійснюється узгодження форматів, усунення дублікатів, нормалізація структур даних і перевірка коректності значень (зокрема, цін, кількостей, дат і показників продуктивності). Очищені й структуровані дані завантажуються до централізованого сховища, що забезпечує цілісність, узгодженість і достовірність інформації — основу для подальшого аналітичного опрацювання.

2. Аналітична обробка даних

Аналітичний модуль виконує обчислення ключових показників ефективності, таких як рівень виконання плану, коефіцієнт використання ресурсів, маржинальність і динаміка продажів, у режимі реального часу. Для цього застосовуються алгоритми OLAP-аналізу для багатовимірного перегляду даних, методи кластеризації для виявлення прихованих закономірностей у поведінці клієнтів і виробничих процесах, а також лінійна регресія та методи машинного навчання для побудови прогнозних моделей.

Для прикладу, для аналізу залежності прибутку від витрат і обсягів виробництва використовується рівняння [5]:

$$P_t = a_0 + aD_t + \beta C_t + \gamma Q_t + \varepsilon, \quad (1)$$

де P_t — прибуток у момент часу t , D_t — попит, C_t — витрати, Q_t — якість продукції, a , β , γ — вагові коефіцієнти, a_0 — константа, а ε — похибка моделі.

Крім того, застосовується кореляційний аналіз, який визначає, які фактори найбільше впливають на кінцевий результат. Це дозволяє менеджерам фокусувати увагу на ключових показниках, що мають найвищу управлінську вагу, і своєчасно коригувати стратегію підприємства відповідно до аналітичних висновків.

3. Прогнозування та сценарне моделювання

Для прогнозування обсягів виробництва, попиту або витрат система може використовувати методи експоненційного згладжування або авторегресійні моделі (ARIMA) [6]:

$$F_{t+1} = aD_t + (1-a)F_t, \quad (2)$$

де F_{t+1} — прогноз попиту, D_t — фактичний попит, a — коефіцієнт згладжування.

Ці алгоритми дозволяють моделювати поведінку системи при зміні зовнішніх умов — наприклад, коливання цін на матеріали, зміни курсу валют або сезонні тенденції продажів.

Для складних сценаріїв може використовуватись моделювання на основі Монте-Карло, що дозволяє оцінити ймовірні наслідки різних стратегічних варіантів.

4. Оптимізаційний модуль

Система підтримує прийняття управлінських рішень шляхом розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації, що формуються як [7]:

$$\max R = f(Q, C, T) \quad \text{за умов: } C \leq C_{\max}, T \leq T_{\max} \quad (3)$$

де R — інтегральний показник ефективності, Q — якість продукції, C — витрати, T — термін виробництва.

Результатом роботи алгоритму є набір рекомендованих управлінських дій, що дозволяють досягти найкращого співвідношення між прибутковістю, швидкістю та якістю.

5. Інтерфейс користувача

Важливим елементом системи є дашборд керівника — інтерактивна панель, яка відображає основні бізнес-показники, порівняння з планом, сигнали ризику та прогнозні тенденції.

Для відображення рівня виконання плану використовується показник:

$$IE = \frac{O_f}{O_p} \times 100\%, \quad (4)$$

де O_f — фактичний обсяг виробництва, O_p — плановий.

Інтерфейс також може містити елементи системи сповіщення, що автоматично повідомляють про критичні відхилення.

Система аналітики реалізується з використанням архітектури клієнт-сервер, що забезпечує масштабованість та модульність.

На серверній стороні використовується стек технологій:

Python / R — для побудови аналітичних моделей;

PostgreSQL / ClickHouse — для зберігання великих обсягів даних;

FastAPI або Flask — для створення REST API;

Power BI / Grafana / Superset — для візуалізації результатів.

На клієнтському рівні (веб або мобільний застосунок) передбачено зручний інтерфейс, який дозволяє керівникам переглядати аналітику з будь-якого пристрою в реальному часі.

Особливу увагу приділено безпеці даних — застосовуються механізми аутентифікації, шифрування каналів зв'язку та контроль доступу на основі ролей [8].

Використання інтелектуальної аналітичної системи дозволяє [9]:

— зменшити час на підготовку звітів на 70–80%;

— скоротити управлінські помилки завдяки об'єктивному аналізу даних;

— підвищити точність прогнозування попиту до 95%;

— автоматизувати рутинні операції збору та обробки інформації;

— створити єдине аналітичне середовище для всіх рівнів управління.

Крім того, система формує цифровий профіль підприємства, що дозволяє відстежувати його динаміку розвитку, оцінювати ефективність рішень і розробляти стратегії довгострокового зростання.

Висновки. Запропонована інтелектуальна система є основою переходу підприємства до управління на основі даних. Комбінація аналітичних і оптимізаційних алгоритмів забезпечує глибокий аналіз, прогнозування й підтримку рішень у реальному часі.

Практичне впровадження довело ефективність — підвищення точності, швидкості аналітики та зниження ризиків.

Подальші дослідження спрямовано на інтеграцію моделей глибинного навчання, IoT, блокчейну та Explainable AI для підвищення автономності, безпеки й прозорості аналітичних процесів.

Розвиток таких систем відкриває перспективи формування адаптивних цифрових екосистем, здатних самостійно аналізувати зміни ринку та динамічно коригувати бізнес-стратегії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bousdekis A., Lepenioti K., Apostolou D., Mentzas G. A., Review of Data-Driven Decision-Making Methods for Industry 4.0 Maintenance Applications. *Electronics*. 2021. Vol. 10, No. 1, P. 1–20.
2. Tomić D., Stjepanović S., Forecasting Capacity of ARIMA Models; A Study on Croatian Industrial Production and its Sub-sectors. *Zagreb International Review of Economics and Business*. 2017. Vol. 20, No. 1, pp. 81-99. DOI:10.1515/zireb-2017-0009.
3. Ridwan B. I., Addo S., Multi-Objective Optimization in Business Analytics: Balancing Profitability, Risk Exposure, and Sustainability in Strategic Decision-Making. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2025. Vol. 2, No. 5, P.89–111. DOI: 10.55248/gengpi.6.0525.1718.
4. Ahmed A.A., Gad-Elrab, Modern Business Intelligence: Big Data Analytics and Artificial Intelligence for Creating the Data-Driven Value. 2021. Vol. 1, No. 1. P. 1–18
5. Sarmiento R. M., Costa V., Introduction to Linear Regression. *Comparative Approaches to Using R and Python for Statistical Data Analysis*. 2017. Vol.1, No. 1, P. 111–115. DOI: 10.4018/978-1-68318-016-6.ch006.
6. Ostertagová E., Ostertag O., Forecasting Using Simple Exponential Smoothing Method. *Acta Electrotechnica et Informatica*. 2012. Vol. 12, No. 3, P. 62–66. DOI:10.2478/v10198-012-0034-2.
7. Kalyan D., Multiobjective Optimization Using Evolutionary Algorithms. *Jhon Wiley and Sons Ltd*. 2001. Vol. 1, No. 1, P. 1–24.
8. Abduhari E. S., Shaik T. C., Adidul A. B., Ladja J. H., Access Control Mechanisms and Their Role in Preventing Unauthorized Data Access: A Comparative Analysis of RBAC, MFA, and Strong Passwords. *Natural Sciences Engineering and Technology Journal (NASET Journal)*. 2024. Vol. 5, No. 1, P. 418-430. DOI:10.37275/nasetjournal.v5i1.62.
9. Hočevár B., Jaklič J., Assessing Benefits of Business Intelligence Systems – A Case Study. *Management*. 2010. Vol. 15, No. 1, P. 87–119.

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

PROCEEDINGS

XIII International scientific
and practical conference

**GLOBAL AND
REGIONAL PROBLEMS OF
INFORMATIZATION IN
SOCIETY AND
NATURE USING
'2025**

13-14 November 2025

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2025

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-
практичної конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В
СУСПІЛЬСТВІ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ
'2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2025

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 18.12.2025).

Укладач: д.т.н., доцент Шкарупило В.В.

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2025", 13–14 листопада 2025 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2025. – 206 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2025