

УДК (004.9+681.5):664

AUTOMATION IN THE FOOD INDUSTRY**АВТОМАТИЗАЦІЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ****Vynnychuk Roman / Винничук Р.О.***postgraduate student / аспірант**ORCID: 0009-0001-0253-217X**National University of Food Technologies | NUF, Kyiv, 68 Volodymyrska str.,**Національний університет харчових технологій | НУХТ, Київ, вул. Володимирська 68*

Анотація. В роботі обґрунтована актуальність використання інноваційних методологій, технологій та відповідних програмно-апаратних рішень для підвищення ефективності харчового виробництва. Розроблена сучасна парадигма автоматизації в харчовій промисловості, проаналізовані переваги та складності інноваційної автоматизації на підприємствах харчової промисловості. Обґрунтовані перспективи та тенденції інноваційної автоматизації харчового виробництва в поточних умовах.

Ключові слова: автоматизація, керування, харчова промисловість, харчові технології.

Abstract. The work substantiates the relevance of using innovative methodologies, technologies and appropriate hardware and software solutions to increase the efficiency of food production. A modern paradigm of automation in the food industry was developed, the advantages and difficulties of innovative automation at food industry enterprises were analyzed. Grounded prospects and trends of innovative automation of food production in current conditions.

Key words: automation, control, food industry, food technology.

Вступ.

Сталий економічний розвиток підприємств та компаній в сучасному ринковому середовищі неможливий без інновацій [1]. Особливо важливими складовими інновацій є в умовах глобалізації [2], у тому числі цифрової [3]. Впровадження інновацій підвищує не тільки ефективність підприємств та компаній, але і їх стійкість, конкурентоздатність [4, 5]. Враховуючи поточні передкризові і кризові глобальні та регіональні умови, саме впровадження тотальної інноваційної автоматизації є важливим антикризовим чинником [6, 7].

Автоматизація в харчовій промисловості являє собою значний технологічний прогрес, який підвищує продуктивність, ефективність і безпеку в різних сегментах виробництва, обробки та розподілу. Цей всебічний аналіз заглиблюється в різні виміри автоматизації в харчовому секторі, висвітлюючи її

застосування, переваги, проблеми та майбутні перспективи. Вивчаючи тематичні дослідження та галузеві тенденції, це дослідження має на меті забезпечити повне розуміння того, як автоматизація трансформує харчову промисловість.

Харчова промисловість характеризується складними ланцюгами постачання та різноманітними виробничими процесами. Із зростаючими вимогами споживачів до якості, безпеки та ефективності автоматизація стала трансформаційною силою, здатною змінити спосіб виробництва, обробки та доставки їжі. Запровадження інноваційних автоматизованих систем у харчовій промисловості наразі має впроваджуватися починаючи з технологій і алгоритмів Big Data [8-10], далі - через впровадження машинного навчання в рамках Data Mining [11-15], і аж до символічного штучного інтелекту (орієнтованих на знання AI) [16-19], які разом сприяють підвищенню продуктивності, одночасно вирішуючи проблему нестачі робочої сили та підвищуючи ефективність роботи.

Основний текст.

Сфера застосування автоматизації в харчовій промисловості.

Ландшафт автоматизації в харчовій промисловості охоплює кілька сегментів, включаючи сільськогосподарське виробництво, харчову обробку, пакування, дистрибуцію та роздрібну торгівлю. У кожному сегменті використовуються різні автоматизовані технології, адаптовані до конкретних операційних потреб.

1. Автоматизація сільського господарства.

Точне землеробство: автоматизовані технології, такі як трактори з GPS-наведенням, дрони та датчики, використовуються для моніторингу здоров'я врожаю, оптимізації посіву та ефективного управління ресурсами. Точне землеробство підвищує врожайність, одночасно зменшуючи витрати на виробництво та вплив на навколишнє середовище.

Автономна техніка: безпілотні трактори та збиральні машини автоматизують такі трудомісткі завдання, як посів, культивація та збирання

врожая, підвищуючи ефективність роботи та вирішуючи проблему нестачі робочої сили в сільській місцевості.

2. Автоматизація харчових виробництв.

Робототехніка: використання роботизованих рук на підприємствах з переробки харчових продуктів дозволяє здійснювати високу швидкість обробки, сортування та пакування харчових продуктів. Робототехніка все частіше використовується для виконання таких завдань, як підбір, пакування та палетування, що значно знижує витрати на робочу силу та мінімізує помилки людини.

Автоматизований контроль якості: для контролю якості, виявлення аномалій у продуктах і забезпечення відповідності стандартам безпеки використовуються вдосконалені системи візуалізації та датчики на основі штучного інтелекту. Ця технологія мінімізує відкликання продукту та максимізує задоволеність споживачів.

Інтегровані системи обробки: автоматизація полегшує інтеграцію операцій обробки через такі системи, як SCADA (контрольний контроль і збір даних), які контролюють і контролюють обладнання та процеси на всій виробничій лінії.

3. Автоматизація упаковки.

Автоматичні пакувальні лінії: повністю автоматизовані пакувальні лінії оптимізують операції, включаючи машини для наповнення, запечатування, маркування та кодування продуктів. Швидкість і послідовність підвищуються, збільшуючи термін придатності продукту та зменшуючи відходи.

Інтелектуальні технології упаковки: інновації в технології упаковки, такі як QR-коди та датчики, дозволяють у режимі реального часу відстежувати якість продукції та відстежуваність, створюючи більш інтерактивний досвід споживача.

4. Автоматизація дистрибуції та логістики.

Автоматизація складу: для ефективного переміщення товарів на складах використовуються автоматизовані керовані транспортні засоби (AGV) і роботизовані системи. Ці технології полегшують процеси управління запасами,

комплектування замовлень і пакування, оптимізуючи простір і зменшуючи витрати на робочу силу.

Транспортна логістика: технологія IoT дозволяє відстежувати та контролювати продукти харчування під час транспортування в режимі реального часу, забезпечуючи дотримання температурних стандартів і стандартів безпеки. Автоматизовані логістичні системи допомагають ефективно маршрутизувати та планувати доставку.

5. Роздрібна автоматизація.

Системи самообслуговування та каси: серед роздрібною торгівлі все більше поширюються автоматизовані кіоски та системи самоконтролю, що забезпечує споживачам сучасний досвід покупок, скорочуючи довгі черги та час очікування.

Аналітика даних і управління запасами: аналітика на основі штучного інтелекту відстежує моделі купівлі споживачів і рівень запасів, що дозволяє точніше прогнозувати попит і керувати запасами. Ця автоматизація зменшує харчові відходи та покращує управління запасами.

Переваги автоматизації в харчовій промисловості:

1. Підвищена ефективність Автоматизація підвищує ефективність роботи за рахунок скорочення часу циклу та підвищення пропускної здатності. Автоматизовані системи можуть працювати безперервно, що призводить до значного збільшення виробничих потужностей.

2. Зниження витрат Завдяки мінімізації витрат на оплату праці та оптимізації використання ресурсів автоматизація призводить до значної економії коштів. Зменшення людських помилок і відходів призводить до зниження операційних витрат і підвищення норми прибутку.

3. Покращена автоматизація безпечності та якості харчових продуктів зменшує ризик зараження внаслідок обробки людиною. Автоматизовані системи контролю якості забезпечують відповідність продукції стандартам безпеки, підвищуючи довіру споживачів і лояльність до бренду.

4. Покращена відстежуваність. Автоматичні системи забезпечують

комплексне відстеження продуктів по всьому ланцюжку постачання, від ферми до вилки. Ця відстежуваність має вирішальне значення для безпеки харчових продуктів, дотримання нормативних актів і швидкого реагування на можливі відкликання.

Проблеми та обмеження автоматизації в харчовій промисловості:

1. Початкові інвестиції. Впровадження автоматизованих систем вимагає значних фінансових інвестицій, які можуть бути непомірними для малих і середніх підприємств. Вартість сучасного обладнання, програмного забезпечення та навчання може бути значною перешкодою для входу.

2. Переміщення робочої сили Хоча автоматизація підвищує ефективність, вона може призвести до переміщення робочої сили, особливо на трудомістких посадах. Перекваліфікація та переведення переміщених працівників на нові ролі будуть необхідними для вирішення соціального впливу автоматизації.

3. Технічна складність і технічне обслуговування Автоматизовані системи є технічно складними і вимагають кваліфікованого персоналу для експлуатації та обслуговування. Компанії повинні інвестувати в навчання співробітників і постійну технічну підтримку, щоб забезпечити надійність і продуктивність системи.

4. Ризики кібербезпеки Зростаюча залежність від технологій у переробці та розподілі харчових продуктів викликає занепокоєння щодо загроз кібербезпеці. Забезпечення безпеки даних і систем автоматизації має вирішальне значення для захисту операцій і довіри споживачів.

Майбутні перспективи та тенденції харчової промисловості:

1. Інтеграція штучного інтелекту Очікується, що інтеграція ШІ в автоматизовані системи зробить революцію в харчовій промисловості. ШІ може покращити процес прийняття рішень, передбачити переваги споживачів і оптимізувати управління ланцюгом поставок.

2. Розширення Інтернету речей (IoT) IoT продовжить відігравати важливу роль в автоматизації, забезпечуючи збір і аналіз даних у режимі реального часу для моніторингу якості харчових продуктів, продуктивності обладнання та

ефективності ланцюга поставок.

3. Стійкі практики Технології автоматизації сприятимуть впровадженню стійких практик у харчовій промисловості, таких як зменшення відходів, оптимізація використання енергії та покращення управління ресурсами.

4. Розширення персоналізації та персоналізації. Оскільки попит споживачів на персоналізовані харчові продукти зростає, автоматизація забезпечить більшу персоналізацію виробничих процесів, дозволяючи компаніям ефективніше задовольняти індивідуальні вподобання споживачів.

Висновки.

Автоматизація в харчовій промисловості змінює традиційні практики, підвищує ефективність, підвищує безпеку харчових продуктів і відповідає зростаючим вимогам споживачів. Незважаючи на те, що проблеми залишаються, включаючи початкові витрати та переміщення робочої сили, переваги підвищення продуктивності та покращення якості є значними. Оскільки технології продовжують розвиватися, харчова промисловість, ймовірно, розвиватиметься далі, використовуючи автоматизацію для створення більш стійких, стійких та ефективних операцій, здатних відповідати майбутнім викликам.

Автор наголошує на актуальності та ефективності гібридних технологій, методів та алгоритмів керування [20-23], зокрема і технологічними процесами в харчовій промисловості, зважаючи на поточні внутрішні та зовнішні, детерміновані та стохастичні фактори.

Література:

1. Кулинич Ю. М. «Теоретичні аспекти сутності категорії економічний розвиток підприємства в ринковому середовищі» // Науковий вісник БДФЕУ. 2012. Вип. 1 (22). С. 426–433.

2. Hrashchenko I., Krasniuk S. Problems of regional development of Ukraine under globaliation process. Вісник Міжнародного Гуманітарного Університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2015. № 11. С. 26-32.

3. Krasnyuk M., Kulynych Y., Tuhaienko V., Krasniuk S. E-business and e-commerce technologies as an important factor for economic efficiency and stability in the modern conditions of the digital economy (on the example of oil and gas company). *Grail of Science*. 2022. № 17. P. 69-81.

4. І. Гращенко, В. Хмурова. «Конкурентоспроможність як результат впровадження змін» // *Вісник Хмельницького національного університету*. – 2017. – №5. – С. 126–129.

5. Гращенко І.С., Хмурова В. В. Інноваційна політика як інструмент організаційних змін. *Економічний розвиток: теорія, методологія, управління [матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції]*. — Будапешт-Прага-Київ, 28-30 листопада 2016. 386 с., С. 361-369.

6. Innovative management's information system in post-crisis economic conditions on emerging markets / M. Krasnyuk, Y. Kulynych, I. Hrashchenko, S. Krasniuk, S. Goncharenko, T. Chernysh // *Moderní aspekty vědy : svazek XXXVII mezinárodní kolektivní monografie*. – Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. – Str. 185-203. <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-37.pdf>

7. Hrashchenko Iryna, Krasnyuk Maxim, Krasniuk Svitlana (2020). Iterative methodology of bankruptcy forecast of logistic companies in emerging markets, taking into account global/regional crisis. *Zbirnyk naukovykh prats Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi - A collection of scientific works Problems of a systemic approach in economics*, Vol. 1 (75) / 2020. – pp. 138-147. DOI:10.32782/2520-2200/2020-1-43

8. Krasnyuk M., Krasniuk I. Big data analysis and analytics for marketing and retail. *Штучний інтелект у науці та освіті: збірник тез Міжнародної наукової конференції (AISE) (1-2.03.2024 р.)*, Київ, 2024.

9. Krasnyuk M., Nevmerzhytska S., Tsalko T. Processing, analysis & analytics of big data for the innovative management. *Grail of Science*. 2024. № 38. P. 75-83.

10. Krasnyuk M., Elishys D. Perspectives and problems of big data analysis & analytics for effective marketing of tourism industry. *Science and technology today*.

2024. № 4 (32). P. 833-857.

11. Krasnyuk M.T., Hrashchenko I.S., Kustarovskiy O.D., Krasniuk S.O. Methodology of effective application of Big Data and Data Mining technologies as an important anti-crisis component of the complex policy of logistic business optimization. *Економічні Горизонти*. 2018. № 3(6). P. 121-136.

12. Kulynych Y., Krasnyuk M., Krasniuk S. Knowledge discovery and data mining of structured and unstructured business data: problems and prospects of implementation and adaptation in crisis conditions. *Grail of Science*. 2022. (12-13). P. 63-70.

13. Krasnyuk M., Krasniuk S. Comparative characteristics of machine learning for predicative financial modelling. *ΛΟΓΟΣ*. 2020. P. 55-57.

14. Krasnyuk M., Tkalenko A., Krasniuk S. Results of analysis of machine learning practice for training effective model of bankruptcy forecasting in emerging markets. *ΛΟΓΟΣ*. 2021.

15. Krasnyuk M., Krasniuk S. Modern practice of machine learning in the aviation transport industry. *ΛΟΓΟΣ*. 2021.

16. Ситник В.Ф., Краснюк М.Т. Політика управління знаннями нафтогазової компанії як ключовий фактор підвищення її ефективності. Проблеми формування ринкової економіки: міжвідомчий науковий збірник. Відп. ред. О.О. Беляєв. К.: КНЕУ, 2002. Вип. 10. 326 с.

17. Tuhaienko V., Krasniuk S. Effective application of knowledge management in current crisis conditions. *International scientific journal "Grail of Science"*. 2022. № 16. P. 348-358.

18. Краснюк М.Т. Проблеми застосування систем управління корпоративними знаннями та їх таксономія. Моделювання та інформаційні системи в економіці: міжвід. наук. зб. Відп. ред. В.К. Галіцин. К.: КНЕУ, 2006. Вип. 73. С. 34-44.

19. Кулинич Ю.М., Краснюк М.Т (2022) Ефективна інтеграція орієнтованої на знання концепції бізнес-правил в рамках управляючої інтелектуальної корпоративної інформаційної системи // Current state and prospects for the

development of enterprises in Ukraine : theory, methodology, practice : a collective monograph / Collective of authors. Poltava: PC «Astraya», 2022. – С. 73-79

20. Краснюк М.Т. Гібридизація інтелектуальних методів аналізу бізнесових даних (режим виявлення аномалій) як складовий інструмент корпоративного аудиту. Стан і перспективи розвитку обліково-інформаційної системи в Україні: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 10-11 жовт. 2014 р.). Тернопіль: ТНЕУ, 2014. С. 211-212.

21. Krasnyuk M., Goncharenko S., Krasniuk S. Intelligent technologies in hybrid corporate DSS (on the example of Ukraine oil&gas production company). Інноваційно-інвестиційний механізм забезпечення конкурентоспроможності країни: колективна монографія / за заг. ред. О. Л. Гальцової. Львів-Торунь: Ліга-Прес, 2022. С. 194-211.

22. Krasnyuk M., Hrashchenko I., Goncharenko S., Krasniuk S. Hybrid application of decision trees, fuzzy logic and production rules for supporting investment decision making (on the example of an oil and gas producing company). Access to science, business, innovation in digital economy. ACCESS Press. 2022. 3(3). P. 278-291.

23. Гращенко І.С., Краснюк М.Т., Краснюк С.О. Гібридно-сценарне застосування інтелектуальних, орієнтованих на знання технологій, як важливий антикризовий інструмент логістичних компаній в Україні. Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. 2019. Т. 30 (69). С. 121-129.

Науковий керівник: к.т.н., доцент. Смітюх Я.В.

Стаття відправлена: 29.08.2024 г.

© Винничук Р.О.