

УДК 141.2:004.89:664

Олександр Смолій; Андрій Микитишин, канд. техн. наук, доц.; Ростислав Королюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФІЛОСОФІЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ: ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ІНДУСТРІЇ 4.0/5.0 У ХАРЧОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

***Анотація.** Стаття досліджує філософію та практику цифрової трансформації харчового виробництва, поєднуючи принципи Індустрії 4.0 та 5.0. На прикладі екструдерних ліній обґрунтовано впровадження телеметрії та автоматизації, що забезпечило перехід до режиму повної прозорості та превентивного управління. Ключовим рішенням стало використання цифрового двійника для предиктивної аналітики, який оптимізує процеси та інтегрує машинний інтелект із людським досвідом. Доведено, що ця модернізація є зміною культури підприємства, спрямованою на досягнення стійкості та інноваційної зрілості.*

***Ключові слова:** цифрова трансформація, індустрія 4.0/5.0, цифровий двійник, харчове виробництво, предиктивна аналітика.*

Oleksandr Smolii

Andrii Mykytyshyn, Ph.D.

Rostyslav Koroliuk

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

THE PHILOSOPHY OF DIGITAL TRANSFORMATION: IMPLEMENTING INDUSTRY 4.0/5.0 PRINCIPLES IN FOOD PRODUCTION

Сучасне харчове виробництво проходить етап глибокої цифровізації, де технічні рішення перестають бути лише інструментами автоматизації, а стають частиною ширшої концепції розвитку підприємства. Індустрія 4.0 зробила акцент на підключенні обладнання [1], зборі даних та створенні кіберфізичних систем. Індустрія 5.0 додає до цього гуманістичний вимір - стійкість, орієнтацію на працівника та відповідальне використання технологій [2]. Реальне виробництво існує між цими двома підходами: воно одночасно потребує цифрової точності та людського інтелекту.

Запровадження телеметрії, цифрових двійників, машинних моделей, а також інтеграції PLC, частотних перетворювачів, сенсорів і хмарних сервісів створює нову форму управління технологічними процесами. У харчовому екструдюванні - системі, де малий відхил технічних параметрів одразу впливає на якість продукту - цифровізація стає не просто модернізацією, а філософією виробництва. Дані перетворюються на актив; кожен датчик - на мовця, який розповідає історію процесу; а кожен графік - на новий рівень розуміння взаємодії матерії, енергії та технології.

У нашій роботі створюється екосистема, яка охоплює обладнання, IoT-пристрої, сервери обробки, аналітику та візуалізацію. Використання відкритих стандартів (MQTT, Node-RED, MariaDB) та мікросервісної архітектури дозволяє будувати інфраструктуру без жорсткої прив'язки до постачальників і підтримувати масштабованість. Це - ідеологія Індустрії 4.0: децентралізація та прозорість.

Проте коли в центр ставиться не машина, а людина - оператор, інженер, технолог - система набуває рис Індустрії 5.0. Дані стають не просто інструментом контролю, а основою прийняття рішень, навчання персоналу, розвитку компетенцій та навіть переосмислення ролі людини у виробництві.

У практичному вимірі впровадження почалося з підключення екструдерних ліній до єдиної цифрової інфраструктури. Було створено телеметричну систему на основі MQTT, що збирає дані зі станів інверторів, температурних зон, навантаження двигунів, вологості й

вібрацій. На рівні обладнання застосовано поєднання PLC-систем Delta DVP, частотних приводів MS300/EL, а також власних IoT-модулів на ESP32-S3 з інтерфейсами RS-485 та CAN. Усе це дозволило перевести виробництво з «чорної скриньки» у режим повної прозорості в реальному часі.

Наступним етапом стало формування єдиного серверного ядра - plantdatasrv, яке обробляє потоки даних, зберігає їх у MariaDB, агрегує, візуалізує у Grafana та надає аналітичні інструменти технологам. Цифровий двійник екструдера, реалізований частково як модель у MATLAB і частково через реальні тренди, дозволяє передбачати ризики: перевантаження двигуна, зміни вологості, порушення температурних профілів чи аномальну поведінку шнека. Це дало змогу перейти від реактивного управління до превентивного, зменшити час простоїв і підвищити стабільність якості продукції.

Цифровий двійник технологічного процесу дозволяє передбачати поведінку лінії, оптимізувати параметри, зменшувати енерговитрати та уникати аварійних режимів. Така модель поєднує фізичні рівняння, емпіричні залежності та обробку реальних даних, створюючи новий рівень керованості. Вона відкриває шлях до предиктивної аналітики - здатності бачити не лише теперішній стан, а й майбутній [3].

У філософському аспекті впровадження Індустрії 4.0/5.0 - це не про техно-логії як такі. Це про зміну культури підприємства: від реактивного до проактивного управління; від фрагментарної автоматизації до цифрової екосистеми; від інтуїтивних рішень до рішень, підтверджених даними. Це шлях, де людський досвід та машинний інтелект не конкурують, а взаємодоповнюють одне одного.

Таким чином, модернізація харчового виробництва відповідно до принципів Індустрії 4.0/5.0 - це комплексний рух у напрямку технологічної зрілості, сталого розвитку та підвищення ефективності. Він дозволяє не лише підвищити якість продукту, а й створює фундамент для майбутньої інноваційної трансформації підприємства.

Джерела та література

1. Краус К.М., Краус Н.М., Штепа О.В. Індустрія x.0 і індустрія 4.0 в умовах цифрової трансформації та інноваційної стратегії розвитку національної економіки. Ефективна економіка, 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua> DOI: 10.32702/2307-2105-2021.5.91
2. European Commission. Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-centric and Resilient European Industry. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. - 36 p.
3. Zhang, Z., & Zhao, Y. Application of Digital Twin and Predictive Models in Food Extrusion Processes // Journal of Food Engineering. - 2022. - Vol. 330. - P. 111-126.

УДК 004.9

Ярослав Степанчук

Науковий керівник: Дмитро Медзатий, канд. техн. наук, доц.

Хмельницький національний університет, Україна

МОБІЛЬНО-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ПАЦІЄНТА

Анотація. Мобільно-орієнтована інформаційна система для визначення психічного стану пацієнта є актуальною відповіддю на зростання психічних розладів та обмежений доступ до традиційної психіатричної допомоги, зумовлений стигмою та географічними бар'єрами. Головна перевага такої системи – це безперервний, об'єктивний моніторинг і здатність прогнозувати ризик рецидиву завдяки використанню алгоритмів інтелектуального аналізу даних. Такий моніторинг забезпечує проактивність та індивідуалізованість допомоги, радикально змінюючи підхід до психічного здоров'я.