DOI 10.34132/mspc2025.01.06.28

Микола Сідєлєв
Семен Сичов

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IOT) ТА ЧАТ-БОТІВ У ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ

У роботі досліджено впровадження сучасних технологій Інтернету речей (IoT) та чат-ботів у виробничий процес на прикладі підприємства з виготовлення металопластикових вікон. Детально описано технологічний цикл, що включає: порізку профілю, армування, зварювання рам, зачистку, встановлення фурнітури, скління, контроль якості, упаковку та логістику. Виявлено типові проблеми: відсутність оперативного контролю, помилки персоналу, затримки в обліку сировини та браку. Запропоновано використання IoT-сенсорів для моніторингу стану обладнання, температурних режимів зварювання, а також ботів для обробки замовлень, повідомлення про збої, нагадування персоналу та інтеграції з месенджерами. Розроблено функціональну схему системи автоматизації з урахуванням цифрових каналів зворотного зв'язку. Зроблено висновки про підвищення ефективності, якості продукції та прозорості виробничих процесів.

Ключові слова: *металопластикові вікна, автоматизація виробництва, Інтернет речей, чат-боти, цифрове підприємство, оптимізація.*

Виробництво металопластикових вікон є багатоступеневим процесом, що включає механічну обробку профілів, армування, скління, контроль якості та пакування. Незважаючи на часткову автоматизацію, процес залишається вразливим до людського фактору та неефективного управління. Використання IoT-рішень [1-3] у поєднанні з ботами в месенджерах (Telegram, Viber) [4, 5] дозволяє здійснювати дистанційний контроль, збір даних та оперативне реагування на критичні ситуації (рис. 1).

Рис. 1. Приклад технологічного процесу виробництва

Загальний цикл виготовлення одного віконного блоку займає приблизно 32 хвилини залежно від рівня автоматизації, кваліфікації працівників та ефективності внутрішньоцехової логістики, що дозволяє технологічно організувати безперервне завантаження наступних заготовок.

У таблиці 1 наведено основні недоліки класичного (неавтоматизованого або частково автоматизованого) виробництва металопластикових вікон. Вони стосуються як організаційних, так і технологічних аспектів, що негативно впливають на якість продукції, швидкість виконання замовлень, ефективність використання ресурсів і загальну надійність виробничого процесу.

Таблиця 1

Недоліки класичного виробництва металопластикових вікон

№	Етап	Недолік	Причина	Наслідки
1	Розкрій профілю	Неправильна довжина, перевитрата	Ручне введення розмірів, знос пилки, відсутність перевірки	Брак деталі, втрата матеріалу, уповільнення процесу
2	Армування	Зміщення або недокріплення арматури	Людський фактор, відсутність датчиків контролю	Ослаблена конструкція, відхилення від техвимог
3	Зварювання рам	Нестабільна температура, нерівномірний шов	Відсутність моніторингу температури, знос нагрівача	Брак, повторне зварювання, зниження міцності
4	Зачистка швів	Надлишкова або недостатня зачистка	Механічний знос інструменту, відсутність сенсорів	Погіршення зовнішнього вигляду, скарги клієнтів
5	Скління	Пошкодження скла або неправильна установка	Недостатній контроль при монтажі	Пошкодження виробу, небезпека при транспортуванні
6	Фурнітура	Невірне положення елементів або недокрут	Помилка працівника, відсутність шаблонів або датчиків	Непрацююча фурнітура, рекламації, додаткові витрати
7	Контроль якості	Пропуск дефектів	Візуальний (суб'єктивний) контроль	Вихід браку до клієнта, зниження довіри

Загальні проблеми наведеного технологічного процесу

Класичне виробництво металопластикових вікон супроводжується низкою системних проблем, серед яких: відсутність оперативного моніторингу, через що брак може залишатися непоміченим до втручання оператора; висока залежність від людського фактору, що зумовлює ризик помилок і несвоєчасне виявлення збоїв; ускладнене збирання статистики, оскільки дані часто фіксуються вручну або взагалі не реєструються; повільна реакція на несправності, про які дізнаються із запізненням; неможливість віддаленого контролю, що унеможливлює своєчасне прийняття рішень керівниками в реальному часі.

У даній роботі запропоновано комплексні підходи до підвищення ефективності виробництва металопластикових вікон шляхом впровадження технологій Інтернету речей (IoT) та використання ботів у середовищі соціальних мереж. Такі рішення дозволяють автоматизувати контроль, зменшити вплив людського фактору, забезпечити оперативну обробку даних та покращити взаємодію між працівниками і керівним персоналом [6, 7]. У таблиці 2 наведено рекомендації щодо застосування цих технологій на кожному з ключових етапів виробничого процесу.

На основі запропонованих рішень можна побудувати функціональну схему модернізованого виробництва. Функціональна схема з інтегрованими IoT-пристроями та ботами надає можливість побудови сучасної, гнучкої та прозорої виробничої системи, в якій усі ключові етапи технологічного процесу перебувають під постійним контролем у реальному часі. Завдяки використанню сенсорів, мікроконтролерів, модулів зв'язку та ботів для сповіщення й взаємодії з персоналом, забезпечується своєчасне реагування на збої, автоматизований облік продукції, моніторинг параметрів обладнання, а також швидка передача інформації керівникам. Така схема значно знижує вплив людського фактору, мінімізує ризики простоїв та браку, а також підвищує загальну ефективність і якість виробництва [8, 9, 10].

Таблиця 2

Вирішення означених проблем через IoT та ботів соціальних мереж

Етап	IoT-рішення	Що вирішує	Як працює бот
Розкрій профілю	Датчики точного положення лінійки та лазерні вимірювачі довжини	Усуває похибки у довжині, виявляє неправильне різання	Бот миттєво сповіщає: «Профіль 1: довжина відхиляється від норми на 5 мм»
Армування	Сенсори наявності арматури + глибини вставлення	Забезпечують правильну установку і фіксацію	Бот інформує: «Профіль без армування. Оператор: станція №2»
Зварювання рам	Температурні датчики на зварювальному вузлі	Контролюють стабільність нагріву, попереджають про відхилення	Бот надсилає алерт: «Температура падає нижче 220°C. Можливе порушення якості шва»

Етап	IoT-рішення	Що вирішує	Як працює бот
Зачистка швів	Датчики зносу інструмента (вібраційні/сили опору)	Попереджують про тупий або зношений інструмент	Бот фіксує: «Інструмент потребує заміни. Вібрація перевищує норму»
Скління	Датчик ваги або позиції склопакета	Виявляє відсутність або неправильну установку скла	Бот попереджає: «Склопакет не зафіксований. Оператор: зона №4»
Фурнітурна збірка	Шаблони з сенсорами правильного розміщення	Автоматично контролюють розташування елементів	Бот надсилає повідомлення: «Петля зміщена на 3 мм. Перевірити»
Контроль якості	Фотофіксація та контроль розмірів + вологість у пакуванні	Автоматизує перевірку та створює цифровий звіт	Бот генерує PDF-звіт, надсилає керівнику, повідомляє про виявлені дефекти

Впровадження IoT-технологій у виробництво металопластикових вікон дозволило суттєво змінити підхід до управління процесами. Завдяки датчикам, контролерам і шлюзам кожен етап – від розкрою ПВХ-профілю до пакування готової продукції – перебуває під постійним наглядом у режимі реального часу. Це дає змогу не лише фіксувати відхилення чи поломки, а й передбачати їх появу, впроваджуючи профілактичне обслуговування. Особливу роль у системі відіграють чат-боти, які забезпечують швидку та адресну передачу інформації безпосередньо до відповідальних осіб через зручні канали, зокрема Telegram або вебдашборди. Таке поєднання автоматизації та цифрової комунікації створює передумови для оперативного реагування на інциденти, зменшує навантаження на персонал та скорочує простої. Загалом, використання IoT разом із ботами дозволяє перейти від реактивного до проактивного управління виробництвом. Це забезпечує не лише вищу ефективність процесів, а й формує новий рівень прозорості, адаптивності та конкурентоспроможності підприємства в умовах цифрової економіки.

References

1. MachineMetrics. IoT in Manufacturing: 6 Most Common Use Cases and a Real-World Example Retrieved from:
1. https://www.machinemetrics.com/blog/iot-in-manufacturing .
2. AI Multiple. 10 Use Cases of IoT in Manufacturing in 2025 Retrieved from: https://research.aimultiple.com/iot-manufacturing/ .
3. Stormotion. IoT in Manufacturing: Trends, Benefits & Examples. Retrieved from: https://stormotion.io/blog/iot-and-manufacturing/ .
4. SmatBot. AI Chatbots for Manufacturing Industry: Benefits & Use Cases Retrieved from: https://www.smatbot.com/blog/2024/04/18/ai-chatbots-for-manufacturing-industry-benefits-use-cases/ .
5. MeBeBot. Manufacturing Sees 55% Productivity Gains with Chatbots. Retrieved from: https://www.mebebot.com/manufacturing-sees-55-productivity-gains-with-chatbots/ .
6. PTC. SIG Success Story: Analytics and IIoT Improve Production Speed. Retrieved from: https://www.ptc.com/en/case-studies/sig .
7. Saxon AI. Chatbots Use Cases for Manufacturing Retrieved from: https://saxon.ai/use-cases/chatbots-use-cases-for-manufacturing/ .
8. Internet rechei (IoT) v Ukraini: de i yak vykorystovuietsia? [Internet of Things (IoT) in Ukraine: where and how it is used]. Retrieved from: https://lanmarket.ua/news/internet-rechey-iot-v-ukraini-de-i-yak-vikoristovu-tsya/ [in Ukrainian].
9. Yak internet rechei (IoT) transformuie ukrainsku promyslovist [How the Internet of Things (IoT) is transforming Ukrainian industry]. Retrieved from: https://ugic.com.ua/yak-internet-rechej-iot-transformuye-ukrayinsku-promyslovist/
10. [in Ukrainian].
11. Internet rechei u promyslovosti: yak tse pratsiuie? [Internet of Things in Industry: How Does It Work?]. Retrieved from: https://hub.kyivstar.ua/articles/internet-rechej-u-promislovosti-yak-cze-praczyuye [in Ukrainian].

DOI 10.34132/mspc2025.01.06.28

Mykola Sidelev
Semen Sychov

USE OF INTERNET OF THINGS (IOT) TECHNOLOGIES AND CHAT-BOTS IN THE PRODUCTION PROCESS

This thesis explores the implementation of Internet of Things (IoT) technologies and chatbot systems in the production process of a uPVC window manufacturing enterprise. The study provides a detailed breakdown of the production cycle, including profile cutting, reinforcement, frame welding, surface cleaning, hardware installation, glazing, quality control, packaging, and logistics. The research identifies key issues such as lack of real-time monitoring, human error, and delays in raw material tracking and defect management. The proposed solution integrates IoT sensors for equipment condition and welding temperature monitoring, along with chatbots for order tracking, failure alerts, staff reminders, and messenger integration. A functional automation system diagram with digital feedback channels is developed. The conclusions highlight improvements in efficiency, product quality, and transparency across the production process.

***Key words**: uPVC windows, production automation, Internet of Things, chatbots, digital factory, process optimization.*

Відомості про автора / Information about the Author

Микола Сідєлєв, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: nikolay.sidelev@chmnu.edu.ua , ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4968-1607 .

Mykola Sidelev, Ph.D, Docent, Associate Professor of the faculty of automatics and the computerintegrated technologies of the Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: nikolay.sidelev@chmnu.edu.ua , ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4968-1607 .

Семен Сичов, студент 6 курсу спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: ssyichev@gmail.com .

Semen Sychov, 6th year student of the specialty «Automation, computer-integrated technologies and robotics» of the Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: ssyichev@gmail.com .

© М. Сідєлєв, С. Сичов

Стаття отримана редакцією 20.05.2025.