

УДК 684.4.053

Луценко А.О., G14, аспірант, 2 курс

Lutsenko.a@nltu.edu.ua

Гайда С.В., докт. техн. наук, професор

serhiy.hayda@nltu.edu.ua

Кійко О.А., докт. техн. наук, професор

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, orest.kiyko@nltu.edu.ua

АДАПТАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ТА ГНУЧКИХ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ

Актуальність. У сучасних умовах глобалізації та жорсткої конкуренції на меблевому ринку виробники дедалі більше орієнтуються на швидку адаптацію під індивідуальні запити замовників і мінімізацію часу від проектування до готового виробу. Гнучкі деревообробні виробництва, оснащені мобільними та автоматизованими лініями, здатні в режимі реального часу переналаштовуватися під нові параметри замовлень. Проте реалізація повного потенціалу такої гнучкості вимагає інтегрованого CAD/CAM-рішення, яке охоплює весь цикл – від 3D-моделювання до управління обладнанням. Система Imos уже визнана одним із провідних CAD-інструментів для меблевої промисловості, однак її адаптація до принципів мобільності та автоматизації виробництва залишається недостатньо вивченою.

Дослідження ефективного симбіозу Imos із гнучкими виробничими майданчиками є ключем до скорочення витрат на переналадження, підвищення точності обробки та скорочення часу виходу продукції на ринок.

Проблемність. Незважаючи на потужні можливості Imos у сфері проектування виробів із деревини, на практиці виявляються низка обмежень при сполученні з мобільними автоматизованими станціями: нестабільність даних – відсутність уніфікованого формату обміну параметрами між CAD-середовищем і ЧПУ-обладнанням призводить до помилок у кодуванні та простоїв на виробництві; обмежена адаптивність – стандартні модулі Imos не завжди враховують специфіку мобільних установок і можуть вимагати ручного доопрацювання родових шаблонів під кожну лінію; складність інтеграції – недостатній рівень взаємодії з MES/ERP-системами не дозволяє автоматизувати планування та моніторинг виробничих процесів у режимі реального часу; недостатній рівень готовності персоналу – для роботи з гібридними CAD/CAM процесами потрібні нові компетенції у проектувальників та операторів.

Мета роботи: дослідити й обґрунтувати концепцію гнучкого деревообробного виробництва як платформу для впровадження та адаптації CAD-системи на базі Imos, спрямовану на оптимізацію процесів проектування та автоматизованого виготовлення виробів із деревини, а також розробити методичні рекомендації щодо забезпечення ефективного симбіозу програми Imos із гнучкими меблевими виробництвами. **Об'єкт дослідження:** програмне забезпечення для проектування та конструювання меблів.

Результат. Покрокова методика адаптації конструкції меблевого виробу полягає у тому, щоб при зміні вимірів, матеріалів чи елементів комплектації вартість автоматично перераховувалася відповідно до вимог споживача, не змінюючи при цьому його функціональних властивостей і якості. Рішення базується на використанні можливостей параметричного моделювання Imos CAD/CAM у поєднанні з гнучкими виробничими системами (ГВС): ідентифікація параметрів: розміри (висота, ширина, глибина), тип матеріалу (ДСП, МДФ, масив), обробка крайок, фурнітура, колірне покриття; розроблення базової моделі: задати кінематичну структуру виробу (складальні одиниці, вузли); прив'язка параметрів: для кожного геометричного елемента вказати змінні-розміри та типи матеріалів; створення інтерфейсу користувача: зробити у Imos просту форму введення

значень параметрів (вантаження, обробка, модулі); налаштування алгоритму автоматичного розрахунку вартості – забезпечити миттєвий перерахунок ціни при зміні будь-якого параметра; при зміні будь-якого параметра система виводить попередню та оновлену вартість із деталізацією по статтях витрат; Інтеграція з ГВС – експорт даних: із Imos у форматі XML/JSON, що містить усі параметри та вартісні атрибути; імпорт у MES: ГВС отримує специфікацію виробу, автоматично генерує маршрут (розкрій, обробка крайок, збірка); динамічне планування: на основі завантаженості верстатів гнучка система оптимізує послідовність виготовлення; перевірка функціональності й якості; порівняння запланованих розцінок і реальних витрат; оновлення вартісних коефіцієнтів і алгоритмів у Imos CAD/CAM.

Висновки. Гнучкість параметричної моделі Imos CAD/CAM дає змогу швидко змінювати конфігурації без повторного ручного проектування. Автоматизація калькуляції вартості гарантує прозорість цін і відсутність помилок при формуванні пропозицій. Інтеграція програмного забезпечення з ГВС скорочує час планування та підвищує ефективність виробництва. Замкнений цикл забезпечує постійне вдосконалення системи та відповідність фактичних витрат до розрахованих. Таким чином, розроблена методика дозволяє адаптувати будь-який виріб під індивідуальні побажання клієнта, зберігаючи його функціональність та якість на очікуваному рівні, і одночасно керувати собівартістю у реальному часі.

Список посилань

1. Gayda S.V. Peculiarities and prospects of robotization of the furniture industry of Ukraine. Scientific Bulletin of UNFU. – Lviv: UNFU, 2002. – Vol. 12.5. – P. 38-40. (in Ukrainian).
2. Gayda S.V. Flexible production modules for the production of lattice furniture products. Scientific Bulletin of UNFU. – Lviv: UNFU, 2003. – Vol. 13.2. – P. 120-122. (in Ukrainian).
3. Gayda S.V. A technology and properties of furniture board (FB) made of post-consumer wood. Actual problems of forest complex. – Bryansk: BSETA, 2017. – Vol.48. – P. 34-38 (in Russian).
4. Gayda S.V. Integrated technologies of furniture production. Scientific Bulletin of UNFU. – Lviv: UNFU, 2004. – Vol. 14.4. – P. 118-121. (in Ukrainian).
5. Gayda S.V., Kushpit A.S., Huber Yu.M. Analysis of implementation of Industry 4.0 principles in furniture production, Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2023. – Vol. 49: 73-84, doi: <https://doi.org/10.36930/42234906> (in Ukrainian).
6. Gayda S.V., Kiyko O.A. Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. – Vol. 5(1(107)). – P. 89-97, (in Ukr.). doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>
7. Gayda S.V. Basics of creating flexible automated production. – Lviv, 1998. – 149 p. (in Ukrainian).
8. Gayda S.V. Технологічні підходи до поверхневого очищення вживаної деревини голкофрезерним інструментом [Technological approaches to cleaning of surface of post-consumer wood of needle-milling tools]. Bulletin of KhNTUA, 2016,178:3-11(in Ukrainian).
9. Gayda S.V. Preparation methods for processing of post-consumer wood (PCW) needle-milling and brushing machines. Actual problems. – Bryansk: BSETA, 2014. – Vol. 40. – P. 65-69 (in Russian).
10. Gayda S.V. Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23.06. – Lviv: UNFU, 2019. – 465. (in Ukrainian).
11. Gayda S.V. A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2018. – Vol. 44. – P. 15-25, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184402>
12. Lutsenko A.O. Ensuring effective symbiosis of the Imos program with flexible automated furniture production. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2024. – Vol. 50. – P. 77-93 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42245007>
13. Гайда С.В., Луценко А.О. Гнучкі деревообробні виробництва – база для реалізації та адаптації САД-систем на основі Imos для проектування виробів із деревини: матеріали тез доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Харків, 24-25 квітня 2025 р.). – Харків : Державний біотехнологічний університет, 2025. – С. 163-165.