

**Віктор Григорович Каранда¹, Андрій Михайлович Єрошенко²,
Дмитро Володимирович Кальченко³**

¹аспірант

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: karanda19@ukr.net

²кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: yeroshenkoam@stu.cn.ua, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1629-9516>, **ResearcherID:** [G-6757-2014](https://pubs.rsos.royalsocietypublishing.org/author/G-6757-2014)

³кандидат технічних наук, викладач кафедри кібербезпеки та математичного моделювання

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна).

E-mail: itmia@ukr.net, **Scopus Author ID:** [56939026500](https://orcid.org/56939026500)

ЧАСОВІ ЗВ'ЯЗКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕРЕВООБРОБНИХ ТА МЕБЛЕВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Деревообробне та меблеве виробництво є важливим компонентом економіки України. Ці галузі не тільки сприяють забезпеченню внутрішніх потреб у меблях та виробих із деревини, але й відіграють значну роль в експорті.

Успішне функціонування деревообробних та меблевих підприємств багато в чому залежить від максимальної інтенсифікації виробництва. Оскільки вони є тісно пов'язаними, важливо розуміти часові зв'язки, що діють під час перебігу технологічних процесів для ефективного планування та оптимізації виробничих процесів. У цій статті досліджуються основні аспекти часових зв'язків деревообробних та меблевих виробництв, аналізуючи їх взаємозалежності, виклики та стратегії оптимізації.

Ключові слова: часові зв'язки; технологічні процеси деревообробних та меблевих виробництв; часовий аналіз.

Бібл.: 7.

Актуальність теми дослідження. Актуальність аналізу часових зв'язків у меблевому виробництві полягає в багатьох ключових аспектів, що відображають сучасні тенденції та вимоги галузі. У сучасному світі, де конкуренція в меблевій галузі є дуже високою, ефективність виробництва відіграє ключову роль у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств. Аналіз часових зв'язків допомагає ідентифікувати проблемні або неефективні ділянки виробничого процесу та шукати шляхи їх оптимізації. Оптимізація часових зв'язків дає змогу підвищити продуктивність виробництва, скоротити час, потрібний для виготовлення продукції, і зменшити загальні витрати на виробництво. Час є важливим ресурсом, і зменшення часових затрат на різних етапах виробництва дозволяє економити кошти на оплату праці, матеріали тощо.

Сучасні споживачі дедалі більше цінують швидкість постачання та індивідуалізацію продукції. Аналіз часових зв'язків допомагає деревообробним та меблевим підприємствам відповідати цим вимогам, шляхом покращення ефективності та гнучкості виробничих процесів.

Аналіз часових зв'язків також стає важливим при впровадженні новітніх технологій, таких як автоматизація та штучний інтелект. Це дозволяє оптимізувати використання таких технологій та максимально використовувати їхній потенціал у збільшенні продуктивності та якості продукції.

Отже, аналіз часових зв'язків у деревообробному та меблевому виробництві є необхідним для досягнення ефективності, зниження витрат, відповіді на вимоги ринку та впровадження новітніх технологій. Він дозволяє підприємствам пристосовуватися до бізнес-середовища, що швидко змінюється, та забезпечує їхню конкурентоспроможність на ринку.

Постановка проблеми. Оптимізація часових зв'язків може бути здійснена шляхом створення і використання нормативної бази часового аналізу, що ґрунтується на основних положеннях стандартів ДСТУ EN ISO 9001:2018 [2]. Однак сучасна нормативна документація встановлює порядок розрахунків часових зв'язків технологічного процесу без врахування їхнього імовірнісного характеру, що унеможливорює адекватність результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для сучасних технологічних процесів деревообробних та меблевих виробництв характерні складність і новизна об'єктів нової техніки й пов'язане з цим збільшення обсягів робіт при виготовленні виробів і часу їх виконання; удосконалення технічних параметрів виробів; підвищення вимог до якості виробів; швидке моральне старіння об'єктів виробництва [1].

Необхідність розширення масштабів виробництва, ускладнення рівня проведених заходів, координація діяльності великих колективів людей істотно ускладнили функції управління технологічними процесами. Сталість і передбачуваність системи часових зв'язків дозволяє значно спростити таке управління.

На цьому етапі розвитку виробництва в Україні доводиться ухвалювати рішення, які часто пов'язані з великими матеріальними витратами. Ухвалені рішення завжди спрямовані на досягнення деяких цілей і реалізуються в межах деякої системи обмежень, що зумовлені конкретними обставинами проведення заходу.

Здебільшого ті самі цілі можуть бути досягнуті різноманітним чином, із різноманітними витратами часу та матеріальних ресурсів. Вибрати найбільше економічний і доцільний технологічний процес, ухвалити обґрунтоване, оптимальне рішення – далеко не просте завдання і для свого рішення потребує застосування сучасних наукових методів. Розв'язання такої задачі неможливо без оптимізації системи часових зв'язків, які у виробничому процесі проявляються у трьох сферах:

1. Прогнозування розвитку виробництва.
2. Планування технологічного і виробничого процесів.
3. Нормування технологічного процесу.

Ці сфери відбивають різноманітні рівні виробництва й мають ієрархічну структуру.

Прогнозування розвитку виробництва є результатом дослідження ринку, основних тенденцій, що діють у суспільстві й техніці. Таким чином, прогнозування відбиває перспективи розвитку підприємства й визначає якість і кількість нових розробок, є довгостроковим плануванням.

Поточне й оперативно-календарне планування визначають етапи розв'язання задач, що поставлені довгостроковим плануванням, і регламентують поведінку підприємства та його підрозділів на етапі виробництва конкретних виробів.

Прогнозування і планування направлені в майбутнє. Якщо прогнозування визначає, що результати, мабуть, будуть досягнуті, то планування встановлює, які рішення повинні бути ухвалені, щоб досягти в найближчій перспективі необхідних результатів.

Нормування ж, у свою чергу, є підсистемою планування і визначає роботу конкретного виконавця в кожному технологічному процесі [3].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Для забезпечення максимального ефекту від оптимізації часових зв'язків необхідно оптимізувати всі їх прояви у виробництві, тобто новий методологічний апарат повинний мати можливість використання на всіх рівнях системи часових зв'язків. Такий підхід дозволить забезпечити комплексність оптимізації та зберегти взаємозв'язок усіх проявів часових зв'язків у виробництві.

Перш ніж розпочинати створення такої методики, необхідно вивчити методи, що вже знайшли своє застосування в системах розрахунку часових зв'язків, з метою їх аналізу й можливого використання в новій методиці. Головним чином, необхідно дослідити як існуючі методи враховують імовірнісний характер часових зв'язків.

У зв'язку з тим, що метою дисертаційної роботи є оптимізація технологічного процесу, основна увага буде звернена на методи розрахунку часових зв'язків при оперативно-календарному плануванні та нормуванні часу. Для перспективного та поточного планування буде зроблений загальний огляд, з метою ознайомлення з підходами до часових зв'язків на відповідному рівні виробничого процесу.

Метою статті є обґрунтування підвищення гнучкості та стабільності технологічних процесів деревообробних та меблевих виробництв шляхом впровадження розрахунків за методикою оптимізації часових зв'язків технологічних процесів.

Виклад основного матеріалу. Успішне функціонування деревообробних та меблевих підприємств багато в чому залежить від максимальної інтенсифікації виробництва. У виробничому процесі діють п'ять видів зв'язків: розмірні, часові, інформаційні, економічні та зв'язки властивостей матеріалів [1]. Інтенсивний розвиток виробництва потребує оптимізації технологічних і виробничого процесів, етапами якої є оптимізація всіх зв'язків виробництва.

Оптимізація часових зв'язків може бути здійснена шляхом створення і використання нормативної бази часового аналізу, що ґрунтується на основних положеннях стандартів ДСТУ EN ISO 9001:2018 [2]. Однак сучасна нормативна документація встановлює порядок розрахунків часових зв'язків технологічного процесу без урахування їх імовірнісного характеру, що унеможливорює адекватність результатів.

Час і простір є основними формами існування матерії. Природознавство XVIII-XIX століть, приймаючи об'єктивність часу і простору, розглядало їх у відриві одне від одного. Ці два поняття приймалися як щось самостійне й існуюче цілком незалежно від матерії та руху, але сучасна наука вважає що матерію, рух, час і простір треба вивчати комплексно. Час не існує сам по собі, у відриві від матерії, а знаходиться в такому універсальному взаємозв'язку, в якому воно втрачає самостійність і виступає як сторона єдиного різноманітного цілого. Цю світоглядну модель можна і треба застосувати до виробництва, що є відбитком матеріального світу в якому діють його закони [2].

Існування та взаємодія п'яти видів зв'язків виробничого процесу зумовлюють його цілісність як системи. Для зберігання єдності системи, при оптимізації технологічного і виробничого процесів повинен здійснюватися комплексний підхід на нормативній основі. Створення комплексної моделі виробництва неможливе без глибокого аналізу всіх зв'язків. Етап декомпозиції системи зв'язків виробничого процесу проходив паралельно з розробкою аналізів окремих видів зв'язків. Розроблено широку нормативну базу для розмірного аналізу й аналізу властивостей матеріалів [4; 5]. Останнім часом активно вивчаються та моделюються інформаційні й економічні зв'язки. Аналіз інформаційних зв'язків став на новий рівень з розвитком інформаційних технологій, а перехід економіки до ринкових відносин призвів до створення нового економічного аналізу. Цим же зумовлена необхідність створення нормативного забезпечення принципово нового аналізу часових зв'язків.

Часовий аналіз має універсальний характер, тобто за допомогою його методологічного і математичного апаратів можна проводити оптимізацію не тільки системи часових зв'язків технологічного процесу, але нормувати та планувати виробничий процес в цілому [6; 7]. Така побудова часового аналізу дозволяє використовувати його не тільки для деревообробних та меблевих технологічних процесів, але й виконати його адаптацію до інших галузей промисловості. Цей аспект дає можливість уніфікувати та стандартизувати промислове виробництво в часі.

Часовий аналіз у сукупності з аналізами інших зв'язків виробничого процесу дає можливість створення єдиного комплексного аналізу, на основі якого можна моделювати й оптимізувати виробництво.

Стохастичний характер перебігу технологічного процесу стає основною передумовою при створенні нормативної бази аналізу часових зв'язків. Імовірнісний розрахунок дозволяє директивно регламентувати часові зв'язки технологічних процесів, що робить виробничий процес більш стабільним і призводить до зменшення часу простою устаткування та пролежування деталей. Оптимізація часових зв'язків не усуває організаційні

зриви технологічного процесу, але дозволяє простежити їх причини та врахувати ризики їх появи. Оцінивши можливість прояву різноманітних збоїв у ході процесу й визначивши ступінь їхнього впливу на коливання часу виконання робіт, часовий аналіз дає змогу призначити допуски на норми часу. Таким чином, з'являється можливість згладити усі "нерівності" перебігу виробничого процесу і зробити планування та нормування більш гнучким і адекватним. Такий підхід до часових зв'язків прирівнює їх до матеріальних ресурсів виробництва та робить їх об'єктом планування.

Основою методики аналізу часових зв'язків повинна стати нормативна база розмірного аналізу, оскільки вони подібні до розмірних. Таким чином, стає питання можливості адаптації математичного апарату розмірного аналізу для використання його в розрахунках часових зв'язків. Найбільш адекватним, на нашу думку, є застосування імовірнісного способу розрахунку, який найточніше відповідає часовій оптимізації технологічного процесу.

В умовах планової економіки час розглядався головним чином з погляду організації виробництва. Детермінований підхід до системи часових зв'язків відбивав наявний стан економіки, яка розглядалася як стабільний і легко планований об'єкт. Не враховувалося те, що виробничий процес є відбитком матеріального світу і його складовою частиною і тому його протікання має стохастичний характер.

Щоб підпорядкувати імовірнісний виробничий процес плановій економіці укрупнювалися норми часу та створювалися заділи, як матеріальні, так і часові. Це призводило до збільшень термінів виробництва і найчастіше нова продукція доходила до споживача вже морально застарілою.

У ринкових умовах час розглядається не просто як інструмент організації виробництва, а як економічна категорія. Економіка в першу чергу потребує саме часової оптимізації. Термін виготовлення продукції стає поряд з її якістю, не тільки тому, що вони спільно визначають вартість виробу. Якщо якість продукції визначає нішу товару в споживчому ринку, то час його виробництва визначає, чи встигне товар зайняти цю нішу чи ні.

Оптимізація часових зв'язків призводить до скорочення часу пролежування деталей і простою устаткування, зменшує матеріальні та часові заділи, що дає можливість збільшити швидкість обігу фондів і тим самим буде сприяє вирішенню однієї з основних проблем сучасного вітчизняного виробництва – проблему обігових фондів.

Параметрична оптимізація технологічного процесу, при якій нормуються часові зв'язки, приймає особливе значення при автоматизації виробництва. Основою сучасного виробництва стають ГВС. Гнучкі комплекси коштовні, тому тільки максимальне їх завантаження дозволяє отримати необхідну віддачу. Таке завантаження устаткування можна одержати лише при жорсткій регламентації руху предметів праці в часі.

В автоматизованому виробництві, як не де більш, виявляється організаційна сторона часових зв'язків. Від такту автоматичної лінії до часу лімітуючої операції ГВС, кожна норма часу повинна бути перерахована й оброблена, тому що з огляду на серійність виробництва вона призводить до збільшення термінів випуску продукції та її собівартості.

Тому створення нормативного забезпечення, яке регламентує часові зв'язки, є актуальною задачею стандартизації та сертифікації і являє собою беззаперечний науковий та практичний інтерес.

На основі вищевикладеного, впливають наступні задачі, які потрібно розв'язати при створенні нормативної бази часового аналізу:

1. Дослідити можливість застосування нормативної бази розмірного аналізу для розрахунку часових зв'язків технологічного процесу;
2. Розробити метод часового аналізу шляхом адаптування засобів розрахунку розмірних ланцюгів до оптимізації часових ланцюгів;

3. Дослідити статистичні характеристики ланок часових ланцюгів, з метою встановлення нормативних показників методики;

4. Розробити методику розрахунку часових ланцюгів для різних видів поєднання операцій технологічного процесу;

5. На основі отриманих аналітичних залежностей і статистичних даних визначити принципи створення нормативної документації, яка регламентує порядок призначення допусків на норми часу;

6. Розробити алгоритмічне та математичне забезпечення нормативної документації і довести його до рівня використання у виробничій практиці.

В якості теоретичної і методологічної основи розв'язання поставлених задач повинні використовуватися фундаментальні положення стандартизації, сертифікації, теорії розмірного аналізу, теорія розкладів, теорія систем сіткового планування і управління, роботи вітчизняних і закордонних учених із проблем оптимізації часових зв'язків технологічного процесу.

Висновки. На основі аналізу існуючих методик оптимізації часових зв'язків виробничих і технологічних процесів деревообробних та меблевих виробництв була сформульована мета роботи — обґрунтування підвищення гнучкості та стабільності технологічного процесу шляхом впровадження розрахунків за методом оптимізації часових зв'язків технологічних процесів. Досягнути поставленої мети можна шляхом дослідження можливості застосування методу розмірного аналізу для оптимізації системи часових зв'язків технологічного процесу; створення методу часового аналізу шляхом адаптування засобів розрахунків розмірних ланцюгів до оптимізації часових ланцюгів; дослідження статистичних характеристик ланок часових ланцюгів; створення методики розрахунку часових ланцюгів для різних видів поєднання операцій технологічного процесу; представлення часового аналізу у вигляді єдиного комплексу, призначеного для оптимізації технологічних процесів, який є підсистемою САПР ТП.

Список використаних джерел

1. Бойко, С. В. Підготовка виробництва меблевих фасадів за допомогою сучасних САМ-систем / С. В. Бойко, А. М. Єрошенко, П. Л. Ігнатенко // Технічні науки та технології. – 2018. – № 1 (11). – С. 159-167. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-1(1)-159-167.

2. Єрошенко, А. М. Особливості сертифікації продукції деревооброблювального виробництва / А. М. Єрошенко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Серія: Технічні науки – Чернігів: ЧНТУ, 2011. – №4 (53). – С. 257-261.

3. Підвищення надійності роботи складальних систем шляхом оптимізації часових технологічних ланцюгів : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.08 / Коноплянченко Євген Владиславович ; Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Харків, 2001. – 20 с.

4. Properties of Hornbeam (*cerpinus betulus*) wood thermally treated under different conditions / O. Pinchevska, J. Sedliacik, O. Horbachova, A. Spirochkin, I. Rohovskyi // Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen. – 2019. – Vol.61. No.2. – P. 25-39. DOI:10.17423/afx.2019.61.2.03.

5. Pinchevska, O. Wood particleboard covered with slices made of pine tree branches / O. Pinchevska, M. Šmidriakova // Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen. – 2016. – Vol. 8, No.1. – Pp. 67-74. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-141-149](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-141-149).

6. Development and research of thermoplastic methods for hardening details / V.V. Kalchenko, A. M. Yeroshenko, S. V. Boyko, P. L. Ignatenko // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – № 2. – P. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/053>.

7. Єрошенко, А. М. Дослідження фізико-механічних властивостей деревинних композиційних матеріалів / А. М. Єрошенко, С. В. Бойко // Технічні науки та технології. – 2016. – № 2 (4). – С. 199-204.

References

1. Boiko, S. V., Yeroshenko A. M., Ihnatenko P. L. (2018). Pidhotovka vyrobnytstva meblevykh fasadiv za dopomohoiu suchasnykh CAM-system. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 1(11), 159-167.

2. Yeroshenko, A.M. (2011). Osoblyvosti sertyfikatsii produktii derevoobrobliuvalnogo vyrobnytstva. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 4(53), 257-261.

3. Konoplianchenko, Ye.V. (2001). Pidvyshchennia nadiinosti roboty skladalnykh system shliakhom optymizatsii chasovykh tekhnolohichnykh lantsiuhiv. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv: NTU «KhPI».

4. Pinchevska, O., Sedliacik, J., Horbachova, O., Spirochkin, A., Rohovskyi, I. (2019). Properties of Hornbeam (*cerpinus betulus*) wood thermally treated under different conditions. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen*, 61(2), 25-39. DOI: 10.17423/afx.2019.61.2.03

5. Pinchevska, O., Šmidriakova, M. (2016). Wood particleboard covered with slices made of pine tree branches. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen*, 8(1), 67–74. DOI: 10.17423/afx.2016.58.1.08

6. Kalchenko, V.V., Yeroshenko, A.M., Boyko, S.V., Ignatenko, P.L. (2020). Development and research of thermoplastic methods for hardening details. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2020(2), 53–60.

7. Yeroshenko, A.M., Boiko, S.V. (2016). Doslidzhennia fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei derevynnykh kompozytsiinykh materialiv. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 2(4), 199-204.

Отримано 14.05.2024

UDC 684.4:674.5

Viktor Karanda¹, Andriy Yeroshenko², Dmytro Kalchenko³

¹Doctoral Graduate (PhD)

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: karanda19@ukr.net

²PhD in Technical Sciences,

Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Woodworking Technologies

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: yeroshenkoam@stu.cn.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1629-9516>. **ResearcherID:** [G-6757-2014](https://pubs.rsos.royalsocietypublishing.org/author/G-6757-2014)

³PhD in Technical Sciences, Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine).

E-mail: itmia@ukr.net. **Scopus Author ID:** [56939026500](https://orcid.org/56939026500)

TEMPORAL RELATIONSHIPS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WOODWORKING AND FURNITURE ENTERPRISES

Woodworking and furniture production is an important component of the economy of Ukraine. These industries not only contribute to domestic demand for furniture and wood products, but also play a significant role in exports. The successful functioning of woodworking and furniture enterprises largely depends on the maximum intensification of production. There are five types of connections in the production process: size, time, information, economic and material property connections. The intensive development of production requires the optimization of technological and production processes, the stages of which are the optimization of all production links. Optimization of time connections can be carried out by creating and using a regulatory framework for time analysis based on the main provisions of the DSTU EN ISO 9001:2018 standards. However, modern regulatory documentation establishes the procedure for calculating time connections of the technological process without taking into account their probabilistic nature, which makes the adequacy of the results impossible. Since they are closely related, it is important to understand the temporal relationships that operate during the course of technological processes for effective planning and optimization of production processes. In this report, we will consider the main aspects of time relations of woodworking and furniture production, analyzing their interdependencies, challenges and optimization strategies. An analysis of the temporal relationships of woodworking and furniture production reveals the importance of careful planning and coordination at each stage of the production chain. As technology advances and global competition increases, effective management of these relationships is becoming a key success factor in the woodworking and furniture industry.

Key words: temporal relationships; technological processes of woodworking and furniture industries; time analysis.

References: 7.