

**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НАКОПИЧУВАЧІВ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,

Сучасна автоматизація є беззаперечним трендом у рамках програми Індустрія 4.0, яка представляє новий виток промислової революції, що характеризується інтеграцією виробництва та мережових комунікацій. Останні десятиліття показали недоліки концепції жорстких «конвеєрних» рішень і необхідність переходу до гнучкого виробництва з огляду на необхідність задоволення виробниками різноманітних запитів споживачів. При цьому впроваджуються різні підходи у виробництво відповідно до номенклатури деталей, що випускаються. При незначній номенклатурі можуть бути застосовані принципи, закладені в автоматичних лініях (прямолинійний рух деталей, ритмічність, пропорційність), але в той же час гнучкість основного і допоміжного обладнання забезпечується впровадженням робочих станцій з ЧПК і промислових роботів [1]. На гнучких автоматизованих лініях виготовляються технологічно схожі деталі, що відрізняються часом роботи. Робота ліній налаштована на виконання всього комплексу операцій за заданою номенклатурою продукції. Таке виробництво можна розглядати як планове, так і вироблене з чітким циклом випуску. При цьому відносно прості методи дозволяють з високою точністю розрахувати необхідну кількість обладнання, а процес подачі заготовок на обробку на різні установки ЧПУ є детермінованим. Однак із розширенням номенклатури процес постачання заготовок на конкретне обладнання стає стохастичним, що ускладнює прогнозування процесу виробництва [2].

Теорія масового обслуговування вже широко застосовується для розрахунку складних систем, таких як телекомунікації, енергетика та військова справа [3, 4, 5]. У той же час теорія масового обслуговування є потужним інструментом для розрахунку виробничих систем [6] за умови, що потоки деталей, напівфабрикатів та інструментів (потоки називаються узагальненим терміном «надходження») задовольняють певним вимогам [7]. Розглядаючи гнучке виробництво як «сервісну систему», різні групи технологічного обладнання як набір «серверів», набір буферних накопичувачів як пристрої для обслуговування «черги», а також використовуючи відомі підходи до розрахунку одно- та багатоканальних систем масового обслуговування, - можна значно підвищити точність розрахунків і зменшити ймовірність утворення купи напівфабрикатів біля верстата з ЧПК [8, 9].

Розглянуто складську систему в гнучкому автоматизованому виробництві з різною номенклатурою заготовок з урахуванням розрахунків на основі усереднених тактових показників випуску, де теорія масового обслуговування використовується для розрахунку місткості міжопераційного та буферних (верстатних) накопичувачів заготовок. Показано, що розрахунок кількості обладнання за «середнім значенням» часу роботи призводить до збільшення похибки розрахунку за рахунок коливань часу виконання операцій. Ця помилка може призвести до формування об'єму напівфабрикатів біля верстатів через випадковий характер процесу оброблення, що зумовлено різницею в часі обробки деталей різних типів, вимогами складальних цехів тощо, в результаті чого виникає проблема виробничої логістики.

Запропонована схема до розрахунку місткості операційного та буферних накопичувачів, показана на рис. 1. Передбачено, що гнучка виробнича система (ГВС) виготовляє N_v типів заготовок, що складається з N_{wi} заготовок i -го типу на місяць. З обробкою однієї заготовки типу i пов'язаний час виробництва t_{0i} (год); при цьому терміни виготовлення для різних типів дещо відрізняються. Фонд часу роботи обладнання (год) на місяць дорівнює Φ_0 . Усі заготовки відносяться до групи коробчастих заготовок і можуть оброблятися за один або кількох

установів на одному типі верстата з ЧПК – таким чином, у розглянутому ГВС використовується лише одна модель верстата з ЧПК.

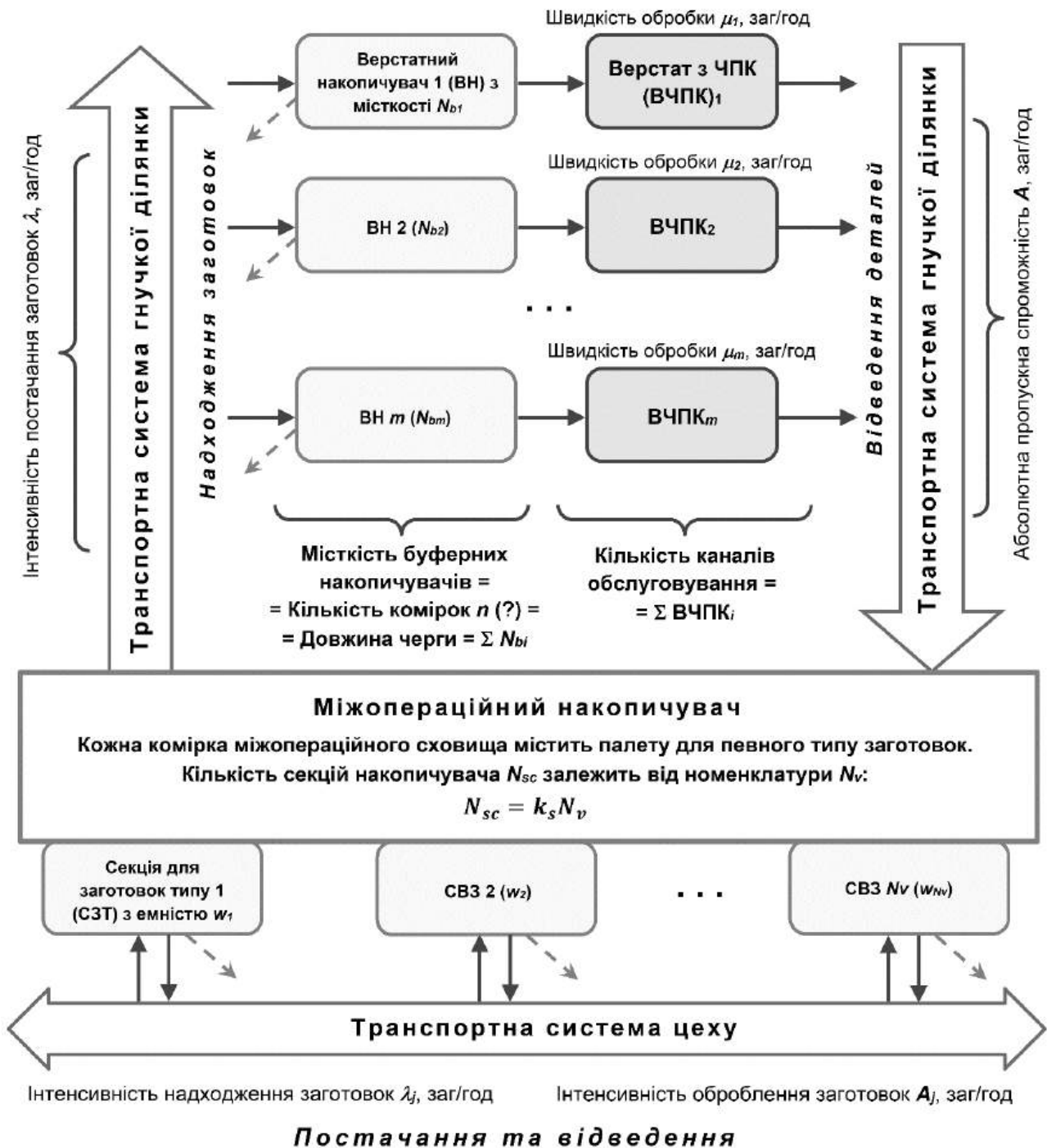


Рисунок 1 – Схема до розрахунку місткості операційного та буферних накопичувачів.

Перед введенням у зону обробки заготовки, що надходять, ідентифікуються та фіксуються на палетах, що зберігаються в міжопераційному накопичувачі, який є також місцем зберігання палет з напівфабрикатами. При цьому кожен тип заготовок пов'язаний зі своїм типом палет, на яких змонтовано відповідне устаткування для закріплення заготовок. Внаслідок такої організації, міжопераційний склад розділений на секції, у кожній з яких зберігається певний тип піддонів. Заготовки доставляються до ГВС цеховим транспортом, а після обробки готові деталі підлягають поверненню на зберігання до цехового складу у разі, коли зайняті всі палети певного типу у міжопераційному складі. Щоб зменшити

навантаження на транспортну систему цеху, необхідно розрахувати кількість комірок, зарезервованих для зазначеного типу палети в міжопераційному складі. Крім того, при подаванні на обробку до верстатів ЧПК заготовок, закріплених на палетах, вони транспортуються робочим не безпосередньо до цих верстатів, а в буферні магазини, які безпосередньо пов'язані з верстатами. Оскільки верстати однотипні, то позиції буферного накопичувача не відрізняються, і заготовку, що надійшла, можна помістити на будь-яку вільну позицію. Однак, якщо всі верстати з ЧПК задіяні в обробці, і всі позиції буферного накопичувача зайняті, робочий повинен повернути заготовку до міжопераційного накопичувача. Це збільшує навантаження на транспортну систему ГВС, тому необхідно розрахувати місткість буферного накопичувача.

Кількість верстатів з буферними магазинами розглядалася як багатоканальна система масового обслуговування з обмеженою чергою. За припущенням, заготовка, яка надходить на обробку, може зберігатися лише за умови, що черга (тобто кількість заготовок, які вже зберігаються на позиціях буферного накопичувача) не перевищує задане значення n . При цьому обмежена черга є єдиною причиною виходу заготовки із зони обробки та повернення до міжопераційного накопичувача, а час перебування в черзі не враховується (він може бути великим). У той же час, оскільки кожна комірка міжопераційного накопичувача містить піддон для певного типу заготовок, то кількість секцій залежить від номенклатури заготовок. У запропонованому підході міжопераційний накопичувач розглядається як набір комірок, які налаштовані для певного типу заготовок, а заготовки, що доставлені цеховим транспортом для обробки в ГВС, отримують відмову в обслуговуванні, якщо всі комірки відповідного типу зайняті. Таким чином, міжопераційний накопичувач розглядається як багатоканальна система з відмовами.

В обох випадках – буферного і міжопераційного зберігання, обчислення можна припинити після отримання бажаної продуктивності обслуговування або після розгляду вимоги щодо досягнення мінімальних витрат.

Список використаних джерел

1. Hitomi K., Nakajima M., Osaka Y. Analysis of the Flow-Type Manufacturing Systems Using the Cyclic Queuing Theory / K. Hitomi, M. Nakajima, Y. Osaka // Journal of Engineering for Industry. – 1978. – iss. 100, no.4. – p. 468-474.
2. Ullah, H. Petri net versus queuing theory for evaluation of FMS / H. Ullah // Assembly Automation. – 2011. – iss. 31, no. 1. – p. 29-37.
3. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
4. Моделі та методи дослідження систем масового обслуговування марківського типу в умовах стохастичної періодичності та їхнє застосування в енергетиці / М.В. Приймак, О.В. Мацюк, О.В. Маєвський, С.Ю. Прошин // Технічна електродинаміка. – 2014. – № 2. – С. 11-16.
5. Майстренко, О.В., Бубенщиков Р.В., Карга О.В. Теорія масового обслуговування як засіб удосконалення моделі прийняття рішення / О.В. Майстренко, Р.В. Бубенщиков, О.В. Карга // Військово-технічний збірник. – 2019. – № 20. – с. 14–19.
6. Bhat, U. N. An Introduction to Queueing Theory, Statistics for Industry and Technology. Boston MA, Birkhäuser. – 2015.
7. Wainwright, C. The application of queuing theory in the analysis of plant layout / C. Wainwright // International Journal of Operations & Production Management. – 1996. – is. 16, no. 1. – p. 50-74.
8. Application of queuing theory in production-inventory Optimization / R. Rashid, S. F. Hoseini, M. R. Gholamian, M. Feizabadi // Journal of Industrial Engineering International. – 2015. – no. 11. – p. 485–494.
9. Marsudi, M.; Shafeek, H. The Application of Queuing Theory in Multi-Stage Production Line. In: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. – Bali, Indonesia. – 2014. – pp. 668-675.