

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.45:334.012.64

Хрипко С.Л., д.т.н, професор,
завідувач кафедри мікроелектронних інформаційних систем
Запорізька державна інженерна академія

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Хрипко С.Л. Моделювання динамічних процесів системи масового обслуговування на підприємстві. У статті подана імітаційна модель динамічних процесів системи масового обслуговування на підприємстві. Для імітаційного моделювання використано пакет AnyLogic Professional. Знайдено резерв підвищення ефективності функціонування СМО.

Ключові слова: динамічний процес, система масового обслуговування, імітаційна модель, логістична система.

Хрипко С.Л. Моделирование динамических процессов системы массового обслуживания на предприятии. В статье представлена имитационная модель динамических процессов системы массового обслуживания на предприятии. Для имитационного моделирования использован пакет AnyLogic Professional. Найден резерв повышения эффективности функционирования СМО.

Ключевые слова: динамический процесс, система массового обслуживания, имитационная модель, логистическая система.

Khrypko S.L. Modeling of dynamic processes of queueing systems at the enterprise. The article presents the simulation model of the dynamic processes of the queueing system at the enterprise. For simulation, the AnyLogic Professional package is used. A reserve has been found to increase the efficiency of the functioning of the queueing system.

Key words: dynamic process, queueing system, simulation model, logistics system.

Постановка проблеми. Модель подання логістики виробництва не завжди збігається адекватно з процесами, які покладені в основу системи масового обслуговування (СМО), а сучасне інформаційне забезпечення для системи масового обслуговування може не так ефективно використовуватися на підприємстві, через те що наявність динамічних процесів переналадження як обладнання, так і технологічних процесів накладає відповідний відбиток на ефективне просування логістичного процесу виробництва. Тому перед підприємством постають важливі завдання: пов'язати в єдину логістичну систему виробничий процес із СМО.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи імітаційного моделювання виробничих процесів, які спрямовані на оптимізацію схем матеріальних потоків із застосуванням технологічного обладнання, останнім часом знаходять широке застосування в добре відомих системах масового обслуговування, таких як [1–2]:

1) система масового обслуговування із втратами (відмовами);

2) система масового обслуговування з очікуванням;

3) система масового обслуговування з обмеженою довжиною черги;

4) система масового обслуговування з обмеженим часом очікування.

На жаль, можна стверджувати, що наявні сьогодні методи та моделі оптимізації постачання та збуту на підприємствах різних сфер діяльності, які розглядаються в межах логістичного підходу, не досягають поставленої мети за відсутності систем реального часу під час вивчення і використання динамічних процесів на підприємстві. До того ж, вибір оптимальних характеристик цих процесів потребує інструментів математичного моделювання різноманітних варіантів виникнення, супроводження та вибору кращих рішень у потоковому виробництві [3–4].

Постановка завдання. Важливим завданням є своєчасне врахування динамічних ситуацій, які виникають у межах виконання технологічного процесу в логістичних потоках. Метою статті є моделювання динамічних процесів системи масового обслуговування на підприємстві із застосуванням інструменту імітаційного моделювання.

Виклад основних результатів. Для імітаційного моделювання використано пакет AnyLogic

Professional [5–7]. Як вихідні дані використано виробничі дані за одним із пропонуваніх варіантів виробництва комплектного електроприводу.

Операційна діяльність досліджуваного підприємства відповідно до галузевої специфіки складається з трьох етапів:

- 1) стадія проектування продукту;
- 2) стадія виробництва;
- 3) стадія передпродажної підготовки.

У термінах побудованої системи масового обслуговування це означає наявність трьох послідовно функціонуючих підсистем, які також являють собою СМО більш низького рівня. Важливим завданням моделювання операційної діяльності підприємства є використання наявних господарських резервів, що в нашому випадку означає пошук та ліквідацію вузьких місць, здатних більш якісно виконувати замовлення споживачів. Під якістю виконання замовлень будемо розуміти відносну пропускну здатність та середній час обробки заявки.

Відносна пропускну здатність характеризує кількість оброблених заявок щодо їх загальної кількості. Цей показник повинен наближатися до 1.

Середній час обробки заявки характеризує тривалість процесу, починаючи зі стадії проектування продукту і завершуючи його передпродажною підготовкою. Цей показник повинний мінімізуватися.

Під час планування імітаційного експерименту найкращим рішенням будемо вважати таке, яке має найбільшу відносну пропускну здатність та найменший середній час обробки виробу.

На рис. 1 подана модель СМО, в яку включені етапи проектування, виготовлення, налагодження та упаковки проектів комплектних електроприводів для вантажопідіймних кранів, їх виготовлення, складання та підготовки до відвантаження.

На рис. 2 подана модель схеми виготовлення комплектуючих для комплектних електроприводів. Ця схема складається з: виготовлення рам; виготовлення шаф; виготовлення апаратів.

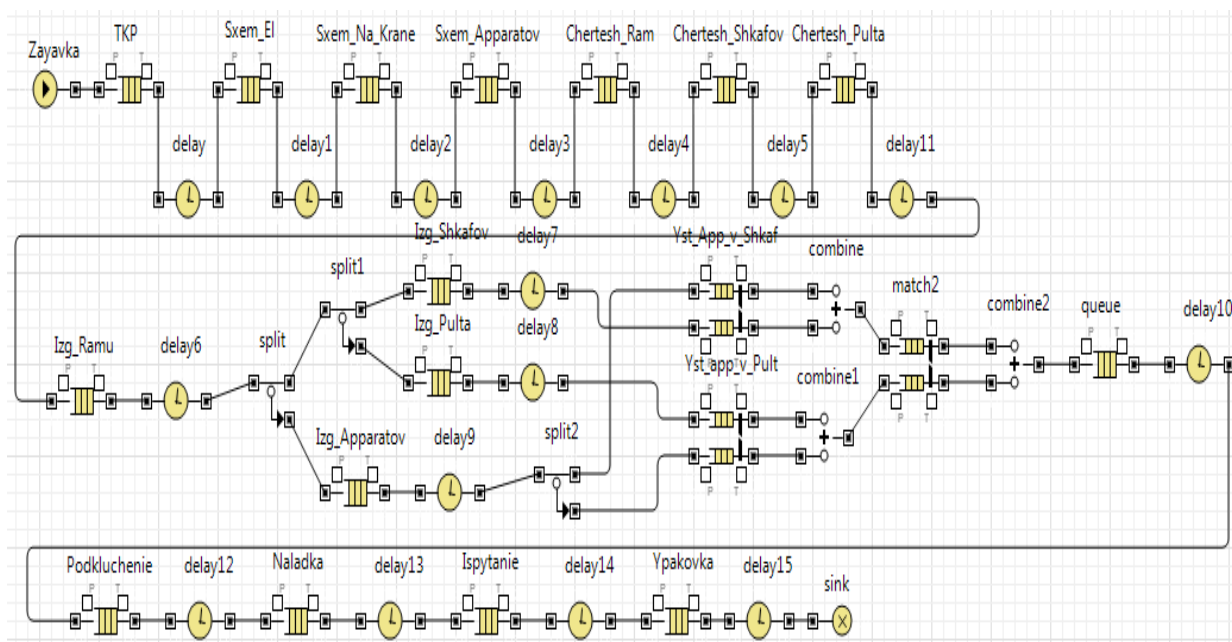


Рис 1. Модель системи масового обслуговування з виробництва продукції

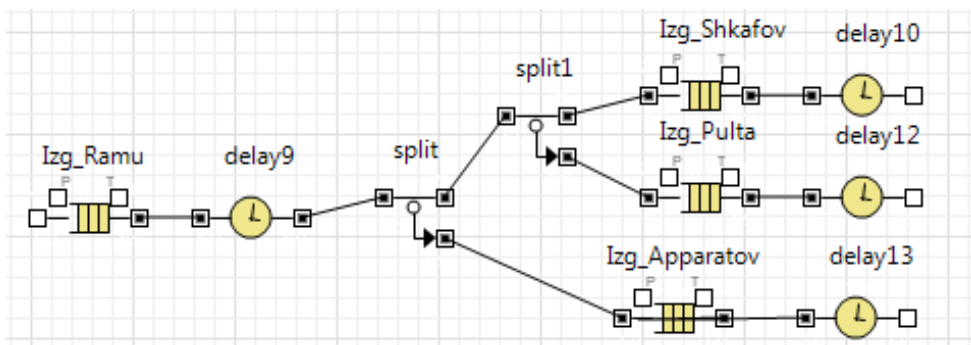


Рис. 2. Модель схеми виготовлення комплектуючих для комплектних електроприводів

На рис. 3 подана модель схеми установки апаратів у шафи і пульт комплектного електроприводу. Ця схема складається з: установки апаратів у шафи – 24 години; установки апаратів у пульт – 18 годин.

На рис. 4 подана модель схеми підготовки до відвантаження. Ця схема складається з: підключення; налагодження; проведення випробувань; упаковки.

Виробництво продукції характеризується одноканальною системою масового обслуговування. У процесі виробництва використовуються вісім видів матеріальних ресурсів: 1) куточки; 2) прутки; 3) листи металу; 4) контактори; 5) реле; 6) автомати; 7) діоди; 8) кабельна продукція. Спочатку на складі знаходяться ресурси: 54 одиниці куточків, 54 одиниці прутків, 24 одиниці листів металу, 10 одиниць контакторів, 5 одиниць реле, 3 одиниці автоматів, 4 одиниці діодів, 1200 одиниць кабельної продукції.

Випуск кожної одиниці продукції супроводжується витратанням чотирьох одиниць ресурсу А і шести одиниць ресурсу В.

Коли залишки ресурсів А і В досягають мінімально допустимого рівня, генеруються запити на їх поповнення. Мінімально допустимий запас ресурсу А – 10 одиниць, а обсяг партії поставки – 20 одиниць, мінімально допустимий запас ресурсу В – 15 одиниць, а обсяг партії поставки – 30 одиниць.

Структурна діаграма випуску продукції має вигляд, наведений на рис. 5:

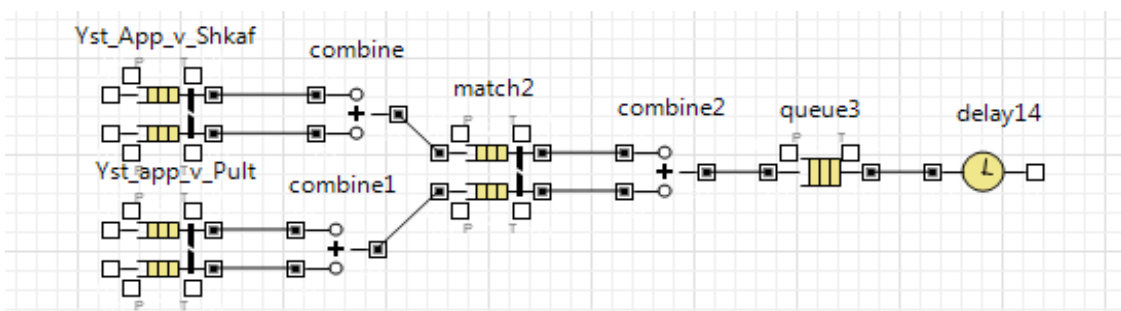


Рис. 3. Модель схеми установки апаратів у шафи і пульт комплектного електроприводу

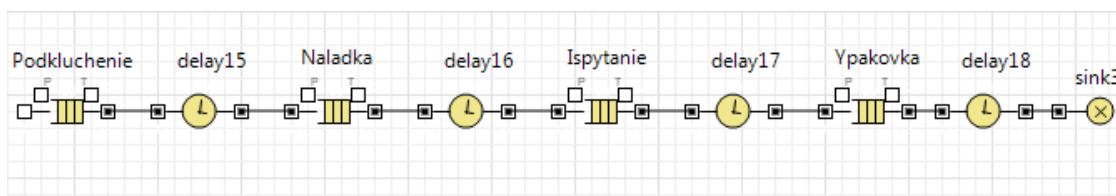


Рис. 4. Модель схеми підготовки до відвантаження

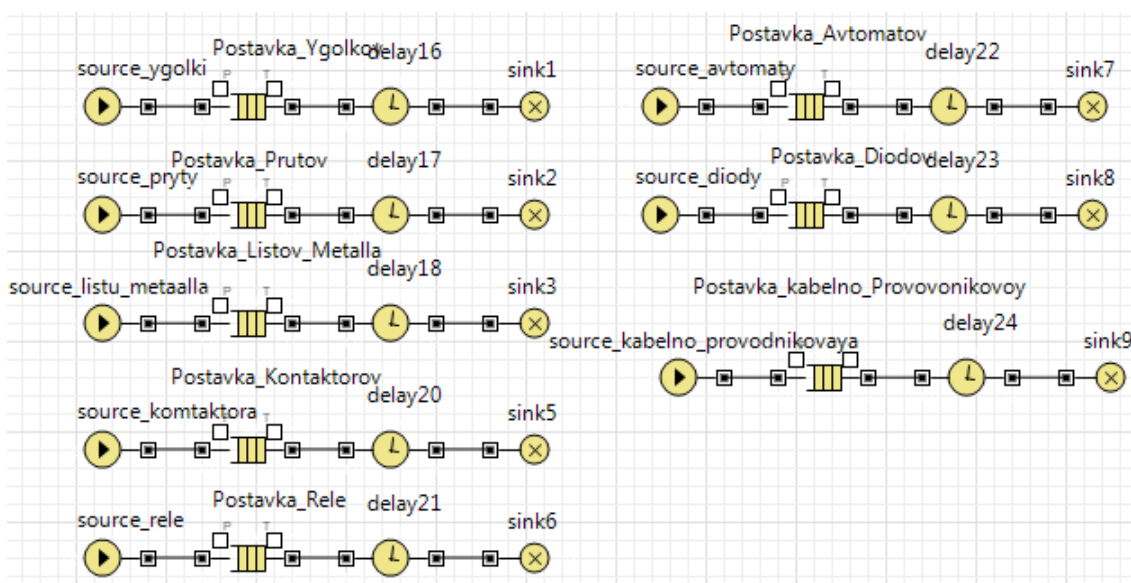


Рис. 5. Схема випуску продукції

Змінні ресурси складаються з виробничих запасів та працівників, які задіяні на виробництві.

Змінні величини становлять нормативи часу на виконання кожної з операцій:

- 1) видача техніко-комерційної пропозиції – 20 хв;
- 2) розроблення схеми електричної – 6 годин;
- 3) розроблення схеми розташування на крані – 3 години;
- 4) розроблення схеми апаратів – 3 години;
- 5) креслення рам – 1 година;
- 6) креслення шаф – 2 години;
- 7) креслення пульта – 2 години;
- 8) норматив виготовлення рами – 40 годин;
- 9) норматив виготовлення шаф – 40 години;
- 10) норматив виготовлення пульта – 32 годин;
- 11) норматив виготовлення апаратів – 32 години;
- 12) норматив на підключення – 16 годин;
- 13) норматив на налагодження – 8 годин;
- 14) норматив випробування електроприводу – 4 години;
- 15) норматив на упаковку електроприводу – 8 годин.

Для оцінки побудованої системи масового обслуговування початковими даними моделі виступають такі показники:

- 1) інтенсивність вхідного потоку заявок за 10 000 годин;
- 2) інтенсивність потоку обслугованих заявок за 10 000 годин;
- 3) тривалість часу роботи інформаційної системи.

До похідних показників, які розраховуються на їхній основі, належать:

- 1) інтенсивність вхідного потоку;
- 2) інтенсивність потоку на виході;
- 3) приведена інтенсивність заявок тощо.

Попередні результати мають такий вигляд:

- 1) кількість заявок на обслуговування, $a = 3758$;
- 2) кількість заявок, що були виконані, $b = 3749$;
- 3) інтенсивність вхідного потоку заявок: $\lambda = a/n = 3822/10000 = 0,37$;
- 4) інтенсивність вихідного потоку заявок: $\mu = b/n = 3675/10000 = 0,37$;
- 5) середній час обслуговування заявки: $\bar{t} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,36} = 2,66$;

- 6) відносна пропускна здатність: $\rho = \frac{\mu}{\lambda} = \frac{0,36}{0,38} = 0,99$.

Це означає, що за результатами проведеного імітаційного експерименту 99% заявок буде виконано на вході. Отже, резервом підвищення

ефективності функціонування такої СМО є зростання рівня виконання заявок на 4% (рис. 6–7).

Відповідно до початкових даних, закладених у модель СМО, та після проведення імітаційного експерименту було запропоновано такі етапи для стадії покращення роботи системи масового обслуговування:

- 1) проведемо зменшення часу обслуговування на етапі виробництва та підготовки до відвантаження, щоб відносна пропускна здатність оброблених заявок щодо їх загальної кількості наближалася до 1;
- 2) етап виробництва та підготовки до відвантаження збільшимо на 20%, тим самим підвищимо їхню пропускну здатність.

Результати запропонованого сценарію демонструють наявність синергетичного ефекту:

- 1) підвищення пропускної здатності на етапі виробництва приведе до зростання пропускної здатності на 1% (з 96% до 97%);
- 2) підвищення пропускної здатності на етапі передпродажної підготовки взагалі не приведе до зміни пропускної здатності;
- 3) одночасне підвищення пропускної здатності на етапі виробництва та передпродажної підготовки приведе до зростання відносної пропускної здатності на 3%.

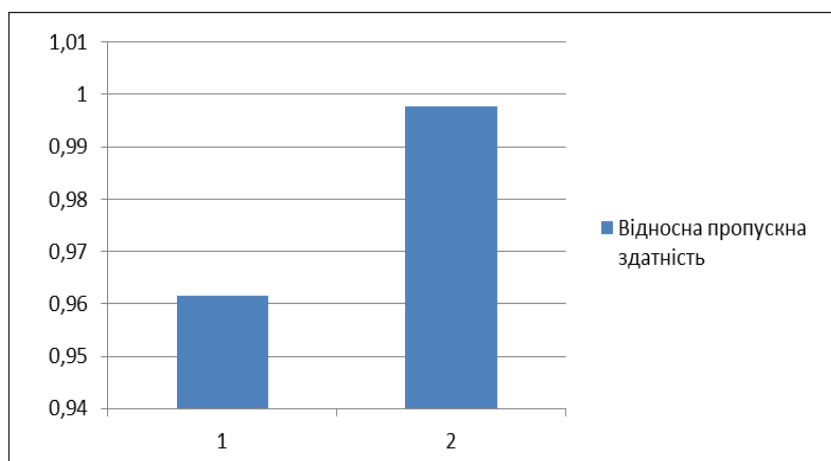


Рис. 6. Порівняльний аналіз вхідних даних та отриманих результатів згідно зі сценарієм (відносна пропускна здатність)

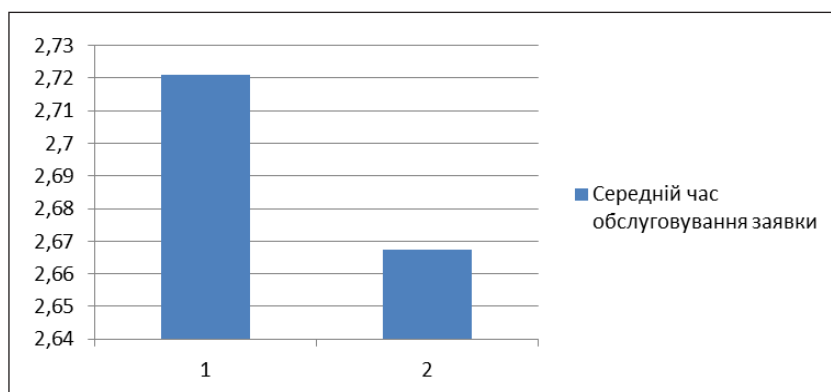


Рис. 7. Порівняльний аналіз вхідних даних та отриманих результатів згідно зі сценарієм (середній час обслуговування заявки)

Висновки. Таким чином, з урахуванням імітаційного моделювання динамічних процесів СМО на підприємстві на відміну від наявної моделі знайдено резерв підвищення ефективності функціонування СМО.

Отже, одночасний вплив підвищення пропускної здатності на етапі виробництва та передпродажної підготовки приводить до суттєвого зростання цільового показника за рахунок їхнього окремого впливу, тобто в цьому разі спостерігаємо ефект синергії.

Список літератури:

1. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: Сов. радио. 1965. 510 с.
2. Экономико-математические методы и прикладные модели / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; под ред. В.В. Федосеева. М.: ЮНИТИ, 1999. 391 с.
3. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации: учебник для студ. / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. – 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 288 с.
4. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технология. СПб.: КОРОНА принт, 2004. 384 с.
5. Шамрін Р.В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх вдосконалення. Економічна наука. 2016. № 1. С. 35–39.
6. Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic. Екатеринбург: УГТУУПИ, 2009. 88 с.
7. Khripko S.L., Oharenko T.U., Shevchenko V.L. Modeling of marketing logistics of social and economic networks. Ефективна економіка 2018, № 5. С. 40–45.

УДК 336.761:330.46:330.16

Шайтанова Є.С., аспірант
кафедри економіки та інформаційних технологій
Запорізька державна інженерна академія

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Шайтанова Є.С. Моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства. У статті висвітлено моделі управління інвестиційними ресурсами підприємства. Проведено аналіз моделей управління інвестиційними ресурсами підприємства. Розглянуто теорії портфельної оптимізації та теорії вартості капітальних активів (модель CAPM). Встановлено доцільність використання агентно-орієнтованого підходу під час моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства. Визначено основні властивості агентно-орієнтованого моделювання.

Ключові слова: інвестиційний проект, прийняття рішень, теорія вартості капітальних активів, теорія портфельної оптимізації, агентно-орієнтоване моделювання.

Шайтанова Е.С. Моделирование управления инвестиционными ресурсами предприятия. В статье освещены модели управления инвестиционными ресурсами предприятия. Проведен анализ моделей управления инвестиционными ресурсами предприятия. Рассмотрены теории портфельной оптимизации и теории стоимости капитальных активов (модель CAPM). Установлена целесообразность использования агентно-ориентированного подхода при моделировании управления инвестиционными ресурсами предприятия. Определены основные свойства агентно-ориентированного моделирования.

Ключевые слова: инвестиционный проект, принятие решений, теория стоимости капитальных активов, теория портфельной оптимизации, агентно-ориентированное моделирование.

Shaitanova E.S. Modeling of management of investment resources of the enterprise. The article deals with the models of management of investment resources of the enterprise. Held the analysis of the models of management of investment resources of the enterprise. It describes the theory of portfolio optimization and the theory of the value of capital assets (model CAPM). It established the expediency of using the agent-oriented approach in modeling of the management of investment resources of the enterprise. It defined the main properties of agent-oriented modeling.

Key words: investment project, decision making, the theory of the value of capital assets, the theory of portfolio optimization, agent-oriented modeling.