

# МОДЕЛЮВАННЯ КАНАЛІВ ЗБУТУ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

© 2017 СОКОЛОВСЬКА З. М., ЯЦЕНКО Н. В.

УДК 658.012.2

## Соколовська З. М., Яценко Н. В. Моделювання каналів збуту фармацевтичного підприємства

Мета статті полягає в обґрунтуванні можливостей залучення методів багатопідходного імітаційного моделювання в процесі управління каналами збуту фармацевтичних підприємств. Визначено проблеми функціонування підприємств вітчизняної фармацевтичної галузі, зокрема у сфері збутової діяльності. Доведено необхідність використання гнучких методів управління каналами збуту на базі їх моделювання. Як математичний апарат пропонується багатопідходна парадигма імітаційного моделювання. Запропонована модель функціонування прямого каналу збуту, яка реалізована на програмній платформі AnyLogic з використанням системно-динамічного та агентного підходів. Процеси взаємодії фармацевтичного підприємства з аптечною мережею представлені на модельному фрагменті. Багатопідходна база імітації на платформі AnyLogic дозволяє досягти різних рівнів абстракції та агрегування досліджуваних процесів. Тренажерний характер моделі, її модульність та відкритість сприяють параметричній настройці експериментів за різними сценаріями та з урахуванням специфіки конкретних підприємств фармацевтичної галузі.

**Ключові слова:** фармацевтичне підприємство, канал збуту, імітаційна модель, багатопідходне моделювання, системна динаміка, агентний підхід, імітаційний експеримент, прогнозування.

**Рис.:** 6. **Табл.:** 4. **Бібл.:** 25.

**Соколовська Зоя Миколаївна** – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет (пр. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна)

**E-mail:** nadin\_zs@te.net.ua

**Яценко Наталія Володимирівна** – старший викладач кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет (пр. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна)

**E-mail:** natali\_j@te.net.ua

УДК 658.012.2

## Соколовская З. Н., Яценко Н. В. Моделирование каналов сбыта фармацевтического предприятия

Цель статьи состоит в обосновании возможностей привлечения методов многоподходного имитационного моделирования в процессе управления каналами сбыта фармацевтических предприятий. Определены проблемы функционирования предприятий отечественной фармацевтической отрасли, в частности в сфере сбытовой деятельности. Доказана необходимость применения гибких методов управления каналами сбыта на базе их моделирования. В качестве математического аппарата предлагается многоподходная парадигма имитационного моделирования. Предложена модель функционирования прямого канала сбыта, реализованная на программной платформе AnyLogic с использованием системно-динамического и агентного подходов. Процессы взаимодействия фармацевтического предприятия с аптечной сетью представлены на модельном фрагменте. Многоподходная база имитации на платформе AnyLogic позволяет достичь различных уровней абстракции и агрегирования исследуемых процессов. Тренажерный характер модели, ее модульность и открытость способствуют параметрической настройке экспериментов по различным сценариям и с учетом специфики конкретных предприятий фармацевтической отрасли.

**Ключевые слова:** фармацевтическое предприятие, канал сбыта, имитационная модель, многоподходное моделирование, системная динамика, агентный подход, имитационный эксперимент, прогнозирование.

**Рис.:** 6. **Табл.:** 4. **Библ.:** 25.

**Соколовская Зоя Николаевна** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономической кибернетики и информационных технологий, Одесский национальный политехнический университет (пр. Шевченко, 1, Одесса, 65044, Украина)

**E-mail:** nadin\_zs@te.net.ua

**Яценко Наталья Владимировна** – старший преподаватель кафедры экономической кибернетики и информационных технологий, Одесский национальный политехнический университет (пр. Шевченко, 1, Одесса, 65044, Украина)

**E-mail:** natali\_j@te.net.ua

UDC 658.012.2

## Sokolovska Z. M., Iatsenko N. V. Modeling the Distribution Channels for Pharmaceutical Enterprise

The article is aimed at substantiation of possibilities to attract methods of the multi-approach simulation modeling in the process of management of distribution channels for pharmaceutical enterprises. Problems of functioning of enterprises of the domestic pharmaceutical industry sector have been determined, in particular in the sphere of the sales activity. The need for applying flexible methods of management of distribution channels on the basis of their modeling has been proved. As a mathematical apparatus, the multi-approach paradigm of simulation modeling is proposed. The model of functioning of a direct distribution channel, powered by the software platform AnyLogic using the system-dynamic and the agent-based approaches, has been proposed. The processes of pharmaceutical enterprise's interaction with pharmacy network have been presented on the separate model fragment. The multi-approach base of simulation on the AnyLogic platform provides to achieve different levels of abstraction and aggregation of the researched processes. The training nature of the model, as well as its modularity and openness, contribute to the parametric setting up the experiments according to different scenarios and can be tailored to the specific enterprises in the pharmaceutical industry sector.

**Keywords:** pharmaceutical enterprise, distribution channel, simulation model, multi-approach simulation, system dynamics, agent-based approach, simulation experiment, forecasting.

**Fig.:** 6. **Tbl.:** 4. **Bibl.:** 25.

**Sokolovska Zoia M.** – Doctor of Science (Economics), Professor, Head of the Department of Economic Cybernetics and Information Technologies, Odessa National Polytechnic University (1 Shevchenko Ave., Odessa, 65044, Ukraine)

**E-mail:** nadin\_zs@te.net.ua

**Iatsenko Natalia V.** – Senior Lecturer of the Department of Economic Cybernetics and Information Technologies, Odessa National Polytechnic University (1 Shevchenko Ave., Odessa, 65044, Ukraine)

**E-mail:** natali\_j@te.net.ua

Сучасний фармацевтичний ринок України є складною динамічною системою з розвинутою ієрархічною структурою, ключовими ланками якої є фармацевтичні підприємства та аптечні мережі, через які відповідна продукція доводиться до покупців. Економічними характеристиками ринку є високий рівень конкуренції, значна сегментація, імпортозалежність, достатньо потужне державне регулювання при незначному фінансуванні.

Статистичні дані засвідчують, що потреби українських споживачів забезпечуються вітчизняними препаратами в середньому лише на 25%, тоді як 75% складають медикаменти зарубіжного виробництва [1]. Із загальної чисельності виробників, функціонуючих на фармацевтичному ринку України, вітчизняні підприємства складають тільки третину.

Водночас за даними огляду фармацевтичного ринку України протягом 2016 р. спостерігається стійка тенденція до зростання частки вітчизняних виробників [1]. Це обумовлено девальвацією гривні, низькими цінами на препарати вітчизняного виробництва та, внаслідок цього, деяким послабленням позицій зарубіжних компаній. Урахування таких факторів, як впровадження в управління інновацій, інвестування в розвиток й модернізацію виробництва, розширення продуктового портфеля за рахунок нових пропозицій дозволило ряду вітчизняних підприємств («Фармак», «Дарниця», «Артеріум») використати поточну ринкову ситуацію та підвищити власну частку в загальному обсязі продажів [1]. Однак наявні значні відмінності в динаміці зростання частки учасників ринку. Більшість українських компаній все ще не демонструє позитивних динамічних зрушень.

Поряд з цим значний виробничий потенціал, гнучка політика реагування на ринкові зміни та поточні позиції зарубіжних виробників не дозволяють стверджувати про наявність активних процесів імпортозаміщення.

Посилення конкурентної боротьби обумовлює необхідність підвищення ефективності функціонування вітчизняних фармацевтичних підприємств за різними напрямками, зокрема забезпечення ефективного управління каналами збуту, що прискорює товарообіг фармацевтичних товарів, оптимізує запаси в ланках мережі збуту, знижує ризики збитків від зберігання надлишкових обсягів товарів та прострочення термінів придатності препаратів. Одним зі шляхів вирішення проблеми є моделювання процесів управління каналами збуту фармацевтичної продукції з урахуванням ринкового попиту на конкретні номенклатурні позиції, особливості динаміки окремих сегментів ринку та прогнозування загальних змін ринкової кон'юнктури.

Проблемам функціонування фармацевтичних підприємств та їх мереж збуту присвячена значна кількість праць вітчизняних і зарубіжних дослідників і фахівців-практиків, серед яких [2–9] та ін. Приділено увагу і проблемам моделювання пов'язаних з цим бізнес-процесів [10–14] та ін. Найбільше використання отримали економіко-математичні методи аналізу та прогнозування попиту на фармацевтичні товари [15–17], моделі управління запасами [18–20], моделі управління транспортуванням товарів [8; 17; 21].

Разом з цим необхідно відзначити, що методи імітаційного моделювання, незважаючи на їх гнучкість та багатофункціональність, посідають незначне місце в дослідженнях за даною проблемою [19; 20]. Також треба підкреслити значні розбіжності між існуючими дослідницькими розробками та їх прикладним впровадженням в діяльність реальних об'єктів.

Метою статті є обґрунтування можливостей залучення методів багатопідхідного імітаційного моделювання в процесі управління каналами збуту фармацевтичних підприємств.

Збутова діяльність фармацевтичного підприємства є однією з важливих складових загальної системи його функціонування. Вона тісно пов'язана з маркетинговими дослідженнями галузевого ринку. Серед традиційних типів каналів розподілу фармацевтичної продукції розрізняють канал нульового рівня, одно-, дво- та тривірневий канали. Галузева специфіка функціонування каналів, їх складові та призначення визначені у спеціальній літературі [3; 7].

Канал нульового рівня, або канал прямого маркетингу, представлений виробником, який реалізує фармацевтичну продукцію безпосередньо споживачам. Реалізація відбувається через відділ збуту, збутові філії, мережу фірмових аптек та ін. Однорівневий канал містить, окрім виробника, одного посередника – аптеки, які не є структурними підрозділами лікувально-профілактичних закладів, а також є суб'єктами, юридично незалежними від виробника лікарських засобів. Дворівневий канал складається з двох посередників: оптової фармацевтичної фірми й аптеки чи лікувально-профілактичного закладу. Тривірневий канал, як правило, додатково містить оптову фірму-імпортер, через яку підприємства дрібного опту закуповують продукцію для реалізації аптекам або лікувально-профілактичним закладам.

Ширину каналів розподілу (метод збуту лікарських засобів) визначає кількість учасників процесу на кожному рівні каналу. Серед традиційних методів розрізняють *ексклюзивний, інтенсивний та селективний* розподіл.

Поряд з традиційними каналами розподілу виділяють і відносно нові типи – вертикальні та горизонтальні маркетингові фармацевтичні системи. *Вертикальні системи* – єдині, що містять виробників, оптові фармацевтичні фірми та аптеки. Такі системи можуть бути корпоративними (власник – фармацевтичний виробник або посередник) або договірними (незалежні фармацевтичні фірми, що пов'язані договірними відносинами). *Горизонтальні системи* об'єднують певне коло суб'єктів господарювання – тільки виробників або тільки посередників.

Прямі канали розподілу, як правило, обирають підприємства, які прагнуть до тісного контакту зі споживачами та повного контролю власної маркетингової діяльності. Непрямі канали збуту сприяють розширенню ринків й обсягів збуту, що притаманно, зокрема, молодим фірмам або підприємствам – сильним гравцям фармацевтичного ринку.

Ефективність функціонування каналу збуту визначається низкою показників, серед яких швидкість руху

лікарських засобів, обсяги реалізації та пов'язані з цим витрати та ін. Вибір типу каналу розподілу відбувається з урахуванням таких факторів: можливостей фармацевтичного підприємства; ступеня ефективності, новизни та вартості лікарських препаратів; місткості та насиченості ринку; кількості та концентрації споживачів; оцінок конкурентів тощо [7].

Контроль за каналом збуту здійснюється за допомогою наступних основних показників: обсяги реалізації препаратів; витрати фірми на організацію та функціонування каналу; періодичність та вчасність замовлення посередниками партій препаратів тощо.

**Р**ізноманіття можливостей збутової діяльності фармацевтичних підприємств приводить до необхідності ретельної оцінки конкретних організаційних структур і постійного контролю за ефективністю їх функціонування. Великий рівень конкуренції на даному галузевому ринку потребує від підприємств-виробників роботи на упередження. Відповідно до цього потрібна побудова гнучких моделей-тренажерів, які б дозволяли програвати прийняття конкретних управлінських рішень на перспективу. Одним зі шляхів розв'язання проблеми є залучення апарату імітаційного моделювання.

У методологічному плані на сучасному етапі розвитку імітаційного моделювання розрізняють три головні підходи [22–24]:

- ✦ дискретно-подійне моделювання (процесноорієнтоване);
- ✦ системна динаміка;
- ✦ агентне моделювання.

Вибір методології залежить від кінцевої мети та поставлених задач дослідження. Доцільність використання конкретних підходів визначається також необхідним ступенем агрегації досліджуваних процесів, вимогами до дотримання оптимальної складності моделі та її адекватності реальним об'єктам. Однак не всі задачі можуть бути вирішені з використанням одного конкретного підходу. Часто для досягнення результатів необхідно комбінувати різні підходи в межах однієї моделі. Комбінація підходів – багатопідхідне моделювання – значно розширює арсенал інструментальних засобів імітації.

Необхідність у використанні багатопідхідної бази виникає в таких випадках:

1. Система, що моделюється, містить у собі різні за сутністю об'єкти, моделювання яких потребує використання різних підходів.
2. У межах однієї моделі необхідна варіація рівнів абстракції.
3. Окремі частини моделі простіше описувати з використанням різних підходів.

Технологічний аспект імітаційного моделювання передбачає сьогодні симбіоз різнопланових інформаційних технологій із розвиненим графічним інтерфейсом і анімаційним виведенням результатів; представляє великий вибір базових концепцій формалізації та структуризації модельованих систем і процесів. Імітаційні системи мають засоби для передачі інформації з баз даних і інших систем або мають доступ до процедурних мов, що дозволяє легко виконувати обчислення, пов'язані з пла-

нуванням факторних експериментів, автоматизованою оптимізацією та ін.

Домінуючими спеціальними програмними платформами імітаційного моделювання є GPSS, BPSim, PowerSim, Ithink, Simplex, Modul Vision, Triad.Net, CERT, ESimL, Simulab, NetStar, Pilgrim, МОСТ, КОГНИТРОН, ARENA, AnyLogic та ін.

Зокрема, система AnyLogic підтримує на єдиній платформі всі існуючі підходи дискретно-подієвого і безперервного моделювання (блок-схеми процесів, системну динаміку, агентне моделювання, карти станів, системи рівнянь та ін.), тобто реалізує багатопідхідну парадигму імітації [23; 25].

Розроблений комплекс моделей функціонування каналів збуту фармацевтичного підприємства реалізований на платформі системи AnyLogic з використанням системно-динамічного та агентного підходів. Об'єктом імітації обрано фармацевтичне підприємство ВАТ «Фармак» – один з найбільших виробників лікарських засобів різних фармакотерапевтичних груп в Україні.

На моделі досліджувалися різні типи каналів збуту, зокрема, найбільш притаманний діяльності підприємства – прямиий канал. Фрагмент моделі наведено на *рис. 1*. Процеси взаємодії фармацевтичного підприємства з аптечною мережею представлені на фрагменті у спрощеному вигляді – стосовно однієї ланки (аптеки).

**Ф**армацевтична компанія здійснює реалізацію фармпрепаратів через аптечні мережі, які виступають в ролі посередників між компанією та покупцями. Блок «Аптека (Аптечна мережа)» моделює продаж лікарських засобів. Блок реалізований засобами системної динаміки й агентного підходу та складається з таких елементів: потік «Надходження препаратів в аптеку (postavki\_so\_skl)», накопичувач «Аптека (apteka)», вихідний потік «Відпуск покупцеві (otpusk\_pok)» і накопичувач «Покупці (ud\_pokupateli)». Вміст потоків формується через параметри або змінні.

Покупці лікарських препаратів з'являються в аптеці в будь-який момент часу (стохастична змінна), що може бути змодельований за різними алгоритмами. Якщо потрібний препарат є в наявності, здійснюється покупка. Якщо потрібний препарат відсутній, покупці покидають аптеку без відповідної покупки. Таким чином, аптека втрачає клієнтів й відповідні грошові надходження. Відповідно до цього аптека зацікавлена в оперативному й ритмічному постачанні лікарських препаратів, особливо препаратів підвищеного попиту. Це, своєю чергою, залежить від ефективності контролювання аптечних складських запасів, прогнозування ринкового попиту та своєчасного формування заявок на відповідні лікарські препарати.

Поява покупців в аптеці моделюється з використанням агентної парадигми. Агент – покупець. Поведінка агентів, зокрема інтенсивність їх звернення в аптеку, та процес фактичного здійснення покупки імітуються за допомогою діаграм стану (стейтчартів) – *рис. 2а та рис. 2б* відповідно.

Так, перехід агента зі стану state (потенційний клієнт) до стану state1 (покупець) здійснюється з інтенсивніс-

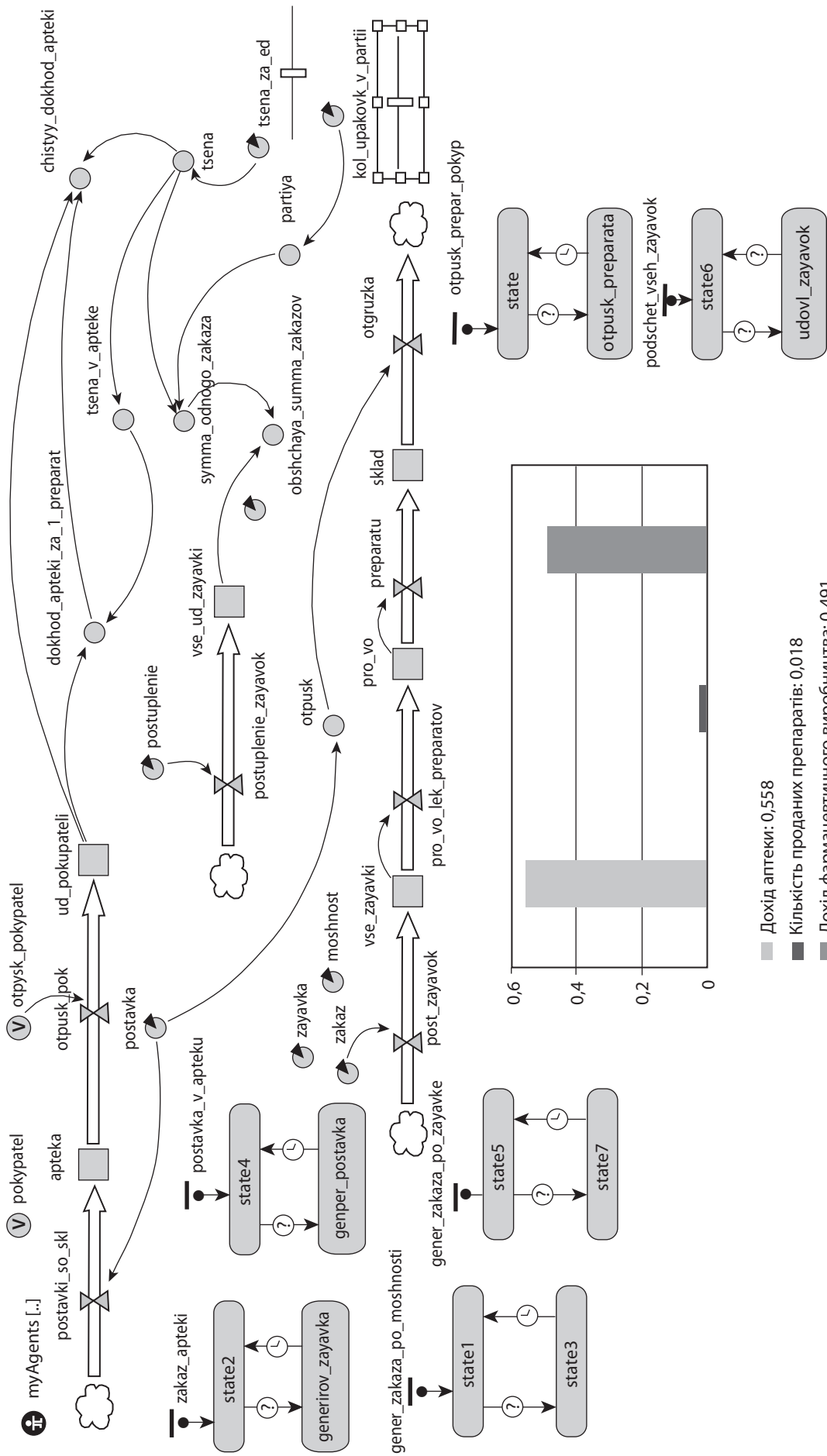


Рис. 1. Загальний вид моделі в середовищі AnyLogic (фрагмент)

тю, яка може бути визначена за різноманітними алгоритмами, заданими користувачем. Перехід до стану `otprysk_preparata` реалізується за умови `apteka >= rokupatel`, тобто за наявності відповідних препаратів в аптеці. Кількість покупців, які придбали ліки, підраховується в накопичувачі «Задоволені покупці (`ud_rokupateli`)».

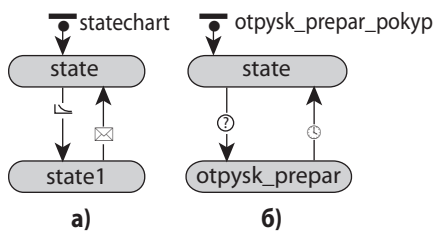


Рис. 2. Діаграми стану (стейтчарти)

Аптека формує заявку на постачання препаратів згідно з дотриманням мінімального нормативного запасу на аптечному складі. Коли фактичний рівень запасу на складі знижується відносно нормативу, аптека відправляє заявку, в якій вказується кількість упаковок потрібного препарату.

Призначення головних елементів моделі, які відтворюють цей процес, наведено в *табл. 1*. Процес формування замовлення імітується за допомогою діаграми стану `zakaz_apteki`.

Таблиця 1

**Елементи моделі, які відтворюють процеси заявки аптеки на поставку препаратів та їх задоволення фармацевтичним підприємством**

Назва елементів в AnyLogic	Тип елемента	Призначення
Партія ( <code>partiya</code> )	Змінна	У змінну передається значення параметра <code>kol_upakovok_v_partii</code>
Кількість упаковок ліків у партії ( <code>kol_upakovok_v_partii</code> )	Параметр	За допомогою елемента «бігунок» налаштовується кількість упаковок ліків у партії
Заявка аптеки ( <code>zayavka</code> )	Параметр	Аптека має товарний запас ліків. У разі зменшення запасу ліків на аптечному складі формується заявка на поставку ліків в аптеку

Організація виробництва препаратів фармацевтичною компанією базується на врахуванні замовлень, що надійшли з аптечної мережі, та наявних виробничих потужностей. Замовлення конкретної аптеки задовольняється, якщо відповідна кількість потрібного препарату наявна на складі готової продукції фармацевтичної компанії. У разі відсутності препарату заявка відхиляється або її виконання відкладається.

Процеси обробки замовлень, виготовлення лікарських засобів та поставки ліків до аптеки відтворюються у блоці «Фармацевтичне виробництво». Для імітації використана системно-динамічна парадигма.

Блок складається з таких елементів: потоків «Приїом заявок аптеки (`post_zayavok`)», «Виробництво ліків (`pro_vo_lek_preparatov`)», «Перевезення ліків на склад (`preparatu`)», «Поставки зі складу до аптеки (`otgruzka`)» та трьох накопичувачів – «Усі замовлення (`vse_zayavki`)», «Виробництво (`pro_vo`)», «Склад виробництва (`sklad`)». Вміст потоків формується через параметри.

Потік «Приїом заявок аптеки (`post_zayavok`)» і накопичувач «Усі замовлення (`vse_zayavki`)» відображають процес прийому й обробки замовлень аптечної мережі. Виготовлення ліків відбувається в потоці «Виробництво ліків (`pro_vo_lek_preparatov`)» і накопичувачі «Виробництво (`pro_vo`)». Перевезення до складу виробництва імітує потік «Перевезення ліків на склад (`preparatu`)».

Призначення головних елементів моделі, які відтворюють процес обробки замовлень, наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

**Елементи моделі, які відтворюють процес обробки замовлень**

Назва елементів в AnyLogic	Тип елемента	Призначення
Замовлення аптеки ( <code>zakaz</code> )	Параметр	Параметр генерується за двома умовами. Перша – підприємство не має необхідної потужності для виробництва, тоді замовлення виконується частково. Друга – потужності виробництва дозволяють задовольнити замовлення аптеки повністю
Потужність виробництва ( <code>moshnost</code> )	Параметр	Потужність виробництва для кожного виду ліків

Генерація виконання заказів згідно із заявкою (`gener_zakaza_po_zayavke`) за умови достатніх потужностей підприємства, часткове виконання замовлень у ситуаціях нестачі потужностей (`gener_zakaza_po_moshnosti`), доставка препаратів аптекам-замовникам (`postavka_v_apteku`) реалізуються за допомогою відповідних діаграм стану (див. рис. 1).

Кількість замовлень аптеки підраховується в накопичувачі «Усі замовлення (`vse_zayavki`)», який визначає вміст потоку `pro_vo_lek_preparatov`. Цей потік відображає процес виробництва. Час, витрачений на виробництво ліків, встановлюється за допомогою функції затримки часу `delay()`. Обсяг виробництва ліків підраховується в накопичувачі «Виробництво (`pro_vo`)», який визначає вміст потоку «Перевезення ліків на склад (`preparatu`)».

Готові ліки транспортуються до складу виробництва. Транспортні витрати часу на перевезення ліків з виробництва до складу моделюються за допомогою функції `delay()`. Призначення головних елементів моделі, які відтворюють процес поставки ліків до аптеки, наведено в *табл. 3*.

Таблиця 3

**Елементи моделі, які відтворюють процес поставки ліків до аптеки**

Назва елементів в AnyLogic	Тип елемента	Призначення
Відпуск ліків зі складу виробництва (otpusk)	Параметр	Параметр «Відпуск ліків з складу виробництва» містить інформацію про кількість упаковок ліків, які поставляються в аптеку
Поставка ліків до аптеки (postavka)	Параметр	Поставка ліків до аптеки виконується за умови наявності ліків на складі виробництва в кількості, вказаній у заявці аптеки

Блок «Виконані замовлення» складається з потоку «Надходження заявок (postuplenie\_zayavok)» і накопичувача «Усі виконані замовлення (vse\_ud\_zayavki)». У блоці підраховується кількість заявок аптеки, які підприємство задовольнило.

Для визначення показників ефективності роботи фармацевтичного підприємства та аптечної мережі в модель введені допоміжні елементи. Наприклад, склад таких елементів та їх призначення стосовно наведеного модельного фрагмента, представлено в *табл. 4*.

Таким чином, розгляд навіть невеликого фрагмента моделі доводить її певні можливості стосовно визначення ринкового попиту на препарати, інтенсивність їх реалізації, обсяги та доцільність формування запасів конкретних лікарських засобів, наявність у фармацевтичного підприємства відповідних потребам ринку виробничих потужностей, тривалість виконання замовлень аптек і доставки препаратів зі складів фармацевтичного виробництва тощо.

Роботу наведеного фрагмента моделі проілюструємо деякими результатами імітаційних експериментів.

За матеріалами компанії «Фармак» здійснювалася оцінка інтенсивності фармацевтичного ринку в різних регіонах України шляхом імітації попиту на препарати різних фармакотерапевтичних груп. Відправною точкою експериментів було те, що кожен регіон має специфічну картину захворювань (про що свідчать відповідні статистичні дані). Згідно з цим дослідженню підлягали засоби для лікування інфекційних захворювань, захворювань крові та розладів психіки. Аналізувалася ситуація в Київській, Одеській та Івано-Франківській областях.

Варіативними параметрами моделі були інтенсивність звернення покупців (інтенсивність генерації агентів); надходження замовлень з аптечної мережі; тривалість виробництва з урахуванням наявних потужностей; термін поставки готових препаратів з виробничих складів у аптечну мережу. Установлений модельний час – 3000 годин.

Результати експериментів представлені на *рис. 3 – рис. 5*<sup>1</sup>.

Виробництво виконало таке число замовлень аптек:

- ✦ на засоби для лікування інфекційних захворювань: 370 у Київській; 598 в Одеській та 164 в Івано-Франківській областях;
- ✦ на засоби для лікування захворювань крові: 435 у Київській; 435 в Одеській та 668 в Івано-Франківській областях;
- ✦ на засоби для лікування розладів психіки: 261 у Київській; 210 в Одеській та 585 в Івано-Франківській областях.

<sup>1</sup> Реально отримані прогностичні тенденції демонструються на графіках на умовних даних.

Таблиця 4

**Елементи моделі, які відтворюють підрахунок показників ефективності роботи фармацевтичного підприємства та аптечної мережі**

Назва елементів в AnyLogic	Тип елемента	Призначення
Ціна за одиницю лікарського засобу (tsena_za_ed)	Параметр	Ціна за одиницю лікарського засобу; регулюється за допомогою елемента управління «бігунок»
Сума одного замовлення (summa_odnogo_zakaza)	Динамічна змінна	Підрахунок вартості одного замовлення за формулою: $= partiya * tsena$
Дохід фармацевтичного виробництва – загальна сума заявок (obshchaya_summa_zakazov)	Динамічна змінна	Вартість всіх заказів аптеки розраховується за формулою: $summa\_odnogo\_zakaza * vse\_zayavki$
Ціна ліків в аптеці (tsena_v_apteke)	Динамічна змінна	Алгоритм розрахунку ціни препарату аптеки: $tsena * 1,35$ (враховується 35%-на націнка)
Дохід аптеки від продажу одного виду ліків (dokhod_apteki_za_1_preparat)	Динамічна змінна	Дохід аптеки від продажу одного виду лікарського засобу розраховується за формулою: $ud\_pokupateli * tsena\_v\_apteke$
Чистий прибуток аптеки (chistyy_dokhod_apteki)	Динамічна змінна	Чистий прибуток аптеки – це різниця між доходом аптеки від продажу препаратів та витратами на закупівлю ліків: $dokhod\_apteki\_za\_1\_preparat - (tsena * ud\_pokupateli)$

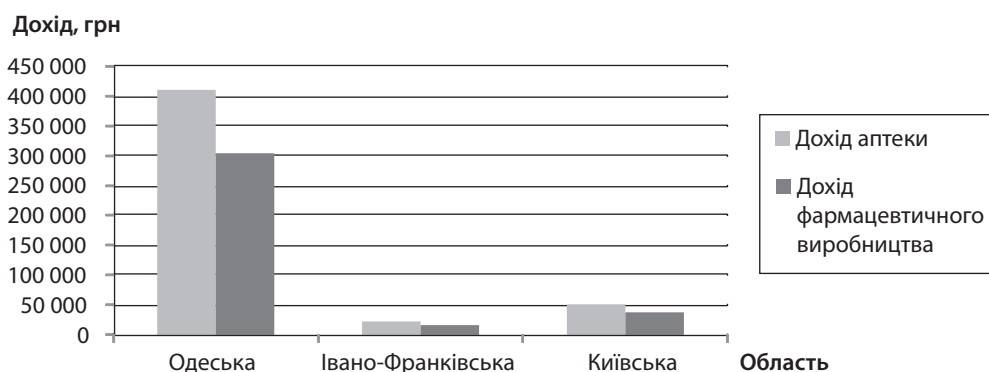


Рис. 3. Дохід з продажу препаратів для лікування інфекційних захворювань у регіонах України

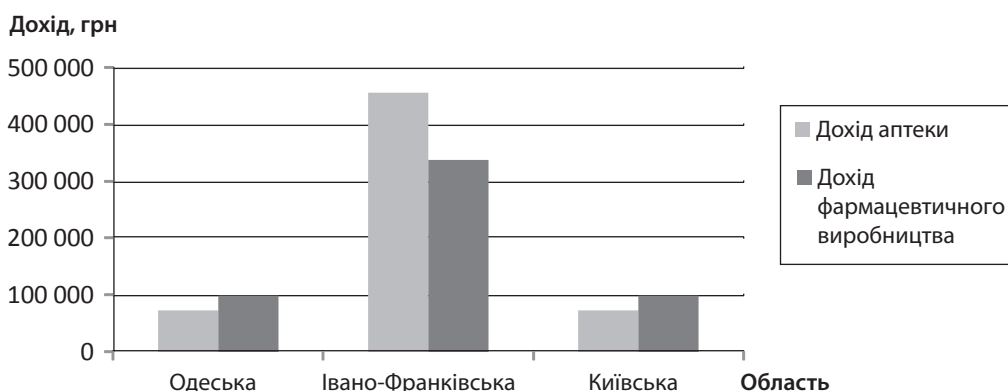


Рис. 4. Динаміка доходів з реалізації препаратів для лікування захворювань крові

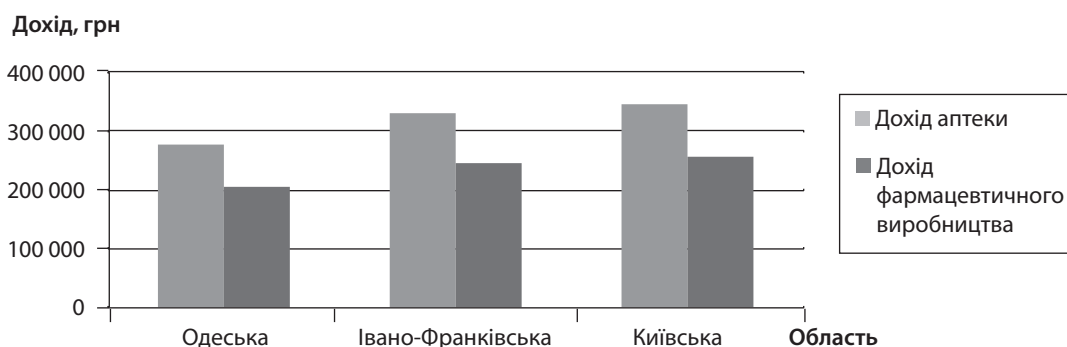


Рис. 5. Динаміка доходів від продажу препаратів для лікування розладів психіки

Експерименти довели, що потужності виробництва для виготовлення ліків даної групи в Івано-Франківській та Київській областях не використовуються повною мірою. Тому підприємству для більш ефективної роботи потрібно перерозподілити свої потужності на виготовлення лікарських засобів з високим попитом.

У результаті експериментів по Івано-Франківській області стосовно препаратів з лікування захворювань крові виявлено, що фармацевтичне виробництво не може виконати замовлення аптек повністю, тому що в нього не вистачає потужностей.

Експерименти, проведені стосовно препаратів для лікування розладу психіки, довели високу завантаженість потужностей фармацевтичного виробництва в розрізі всіх регіонів.

Таким чином, на ліки конкретних фармакологічних груп у регіонах України спостерігається різний рівень попиту, що обумовлено такими факторами, як екологія, наявність шкідливого промислового виробництва, соціальні умови життя та ін. Зокрема, попит на препарати для лікування інфекційних захворювань досить невисокий, тому потужності підприємства не сильно завантажені. Але препарати для лікування розладів психіки (седативні препарати, антидепресанти, препарати для лікування неврозу та ін.) мають значний попит – спостерігається нездатність виробництва задовольнити більшість замовлень аптек.

Експериментальні результати доводять, що потужності виробництва використовуються нерівномірно, що в перспективі передбачає доцільність їх перерозподілу

між групами препаратів з урахуванням прогнозованого ринкового попиту.

**Е**фективність функціонування збутових мереж будь-якого фармацевтичного підприємства залежить від тривалості виробничого циклу та поставки препаратів до торгових точок їх реалізації. Специфіка галузі передбачає дотримання особливих вимог до перевірки якості продукції та її транспортування. Тому проведення імітаційних експериментів зі зміною затримок у часі впродовж виробничого процесу та транспортування у збутовій мережі є доцільним та інформативним.

Продемонструємо результати експериментів на умовному прикладі.

Установлений термін моделювання – 3000 годин.

Як вхідні дані генеруються кількість упаковок у партії товарів, ціни препаратів, товарні запаси аптечної мережі, інтенсивність звернення покупців до аптек. Варіативними параметрами є терміни виробництва та транспортування товарів.

Проводиться чотири типи експериментів.

**Експеримент 1** – дотримання встановлених вимог до виробництва та транспортування продукції (збої відсутні).

**Експеримент 2** – затримки впродовж виробничого циклу та незмінні часові параметри транспортування продукції.

**Експеримент 3** – затримки впродовж виробничого циклу та скорочення часу на транспортування продукції у збутовій мережі.

**Експеримент 4** – затримки впродовж виробничого циклу та збільшення часу на транспортування продукції у збутовій мережі.

Динаміку доходів фармацевтичного виробництва та аптек (на умовних даних відносно одного типу препарату) стосовно наведених типів експериментів представлено на *рис. 6*.

Аналіз експериментальних результатів доводить таке:

- ✦ **Експеримент 1.** Кількість виконаних замовлень при звичайних умовах складає 428. Підприємство досить успішно виконує замовлення і встигає задовольнити більшість заявок аптечної мережі.
- ✦ **Експеримент 2.** Збільшення тривалості виробничого циклу значно впливає на роботу підприємства. Кількість виконаних замовлень складає

287, що приблизно у 1,5 разу менше, ніж у попередньому експерименті. Підприємство не встигає виконати всі замовлення, тому частину з них повинне відхилити. Воно нездатне задовольнити всіх споживачів, тому втрачає дохід.

- ✦ **Експеримент 3.** Зменшення часу на транспортування ліків не дає бажаних результатів. Кількість виконаних замовлень складає 286. Підприємство не здатне виконати всі замовлення та задовольнити всіх покупців, що негативно відбивається на кінцевих показниках його діяльності.

- ✦ **Експеримент 4.** При одночасному збільшенні тривалості виробництва та транспортування продукції підприємство втрачає значну кількість заявок аптек. Чисельність покупців значно зменшується. Кількість виконаних замовлень – 261.

Таким чином, фармацевтичному підприємству необхідно оптимізувати час, затрачений на виготовлення лікарського засобу, водночас не збільшуючи його та не порушуючи технологічні етапи виробництва.

Підприємство може також спробувати компенсувати втрати часу на виробництво за рахунок скорочення терміну транспортування товарів. Останнє пов'язано з певними проблемами, викликаними впливами непередбачуваних чинників: наприклад, погодні умови, ремонтні роботи на дорогах і т. ін. Цю проблему можна вирішити, якщо укласти договори з аптеками на поставку більшої кількості препаратів, але при цьому виникає проблема створення оптимальних запасів на аптечних складах.

Підвищений товарний запас призводить до заторування аптеки, зокрема до закінчення термінів придатності лікарських засобів. Водночас, недостатній товарний запас не забезпечує необхідний обсяг продажів, призводить до втрати клієнтів. Імітаційні експерименти на моделі дозволяють визначити вплив змін обсягів запасів за різними номенклатурними позиціями на кінцеві показники роботи аптечної мережі. Запуск оптимізаційних експериментів прогнозує оптимальний обсяг запасів згідно з різними критеріальними показниками. До того ж, параметричні налаштування моделі (зокрема, генерація агентів-покупців з різною інтенсивністю, збільшення терміну імітації, числа прогонів тощо) дозволяють суттєво уточнити ситуацію, що має скластися у перспективі.

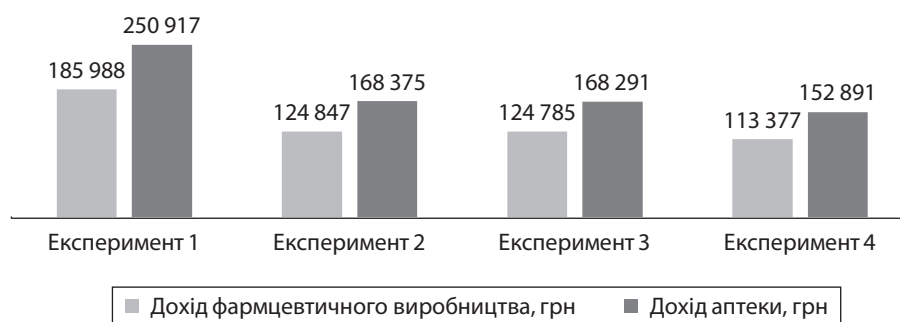


Рис. 6. Результати експериментів зі змінням витрат часу на виробництво та поставку лікарських препаратів



## ВИСНОВКИ

Ритмічна робота фармацевтичного підприємства та мережі збуту залежить від ефективно поставленої системи планування. Фармацевтична компанія повинна відстежувати ринковий попит на продукцію за номенклатурою, яка вже випускається або виробництво якої доцільно в перспективі. Треба враховувати також сезонність ринкового попиту на ряд лікарських засобів. Залежно від обсягів продажу та потреб фармацевтичного ринку необхідно забезпечення відповідних виробничих потужностей, а також ритмічної роботи діючих логістичних мереж (зокрема, достатності складських приміщень з необхідними умовами зберігання, що є важливим саме для фармацевтичної продукції; ефективної роботи транспорту та ін.).

Відповідно до цього виникає проблема постійно відпрацювання різноманітних виробничих і збутових ситуацій, що можуть скластися у перспективі. За таких обставин імітаційна модель-тренажер є необхідним інструментом прогностичного аналізу та прийняття управлінських рішень. Параметричне налаштування імітаційних експериментів дозволяє відстежити наслідки змін на фармацевтичному ринку, їх вплив на кінцеві показники роботи фармацевтичної компанії та її збутової мережі, своєчасно визначити «вузькі місця».

Використання багатопідхідної парадигми моделювання – комбінації системно-динамічного та агентного підходів – дозволяє досягати різних рівнів агрегації процесів, що моделюються. Окрім загальної динаміки розвитку, стає можливим дослідити процеси зі значним рівнем деталізації – зокрема, здійснювати імітацію інтенсивності звертання клієнтів до аптек, реалізації покупок й т. ін. Платформа багатопідхідного моделювання AnyLogic передбачає проведення різних типів експериментів – простих та оптимізаційних, що надає можливість визначення найсприятливішого варіанта розвитку подій.

Модульність та відкритість моделі забезпечує її пристосовування до специфіки конкретних об'єктів фармацевтичної галузі. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Скавронский И.** Обзор фармацевтического рынка Украины за 2016 г. URL: <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4991>
2. **Джеймс Б. Дж.** Настольная книга по фармацевтическому маркетингу. М.: Литера, 2005. 170 с.
3. **Клунко Н. С., Рета М. В.** Особливості логістичного підходу до організації діяльності фармацевтичних підприємств на внутрішньому та зовнішніх ринках. *Інвестиції: практика та досвід*. 2012. № 20. С. 46–49.
4. **Клунко Н. С.** Модель управління у фармацевтичній компанії на основі стратегічного аналізу ситуацій. *Економіка промисловості*. 2011. № 4. С. 122–130.
5. **Кохан М. М.** Концепція управління маркетингом фармацевтичного підприємства. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2013. № 10. С. 357–362.
6. **Крикавський Є. В., Чорнописька Н. В., Люльчак З. С.** Впровадження процесного управління у логістичну діяльність фармацевтичних підприємств. *Управління, економіка та забезпечення якості у фармації*. 2013. № 2 (28). С. 9–15.

7. **Мнушко З. М., Діхтярьова Н. М.** Менеджмент та маркетинг у фармації. Ч. I. 2-ге вид. Харків: Вид-во НФаУ, 2009. 448 с.

8. **Паласюк Б.** Використання логістичного підходу в дистрибуційній діяльності фармацевтичних підприємств. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2013. № 2. С. 91–99.

9. **Руба О. П.** Проблеми обліково-аналітичного забезпечення стратегічного управління виробництвом продукції фармацевтичних підприємств. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю та аналізу*. 2015. № 3 (33). С. 297–306.

10. **Александрова В. О.** Методичний підхід до формування сценаріїв імітаційного моделювання бізнес-процесів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Сер.: Технічний прогрес та ефективність виробництва. 2013. № 20. С. 86–96.

11. **Андрейчиков О. О., Гуца О. М., Українець О. Г.** Візуальне та імітаційне моделювання бізнес-процесів як найбільш ефективні методи впровадження процесно-орієнтованого підходу до управління підприємством. *Системи обробки інформації*. 2012. Вип. 3 (1). С. 92–95.

12. Теорія та практика моделювання бізнес-процесів: монографія/В. С. Пономаренко, С. В. Мінухін, С. В. Знахур та ін. Харків: Вид. ХНЕУ, 2013. 244 с.

13. **Умнова С. А.** Комплексное моделирование процессов управления материальными потоками для предприятий фармацевтического рынка. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2013. № 2. С. 97–103.

14. **Шабельник Т. В.** Основні принципи моделювання бізнес-процесів маркетинго-орієнтованого управління фармацевтичним підприємством. *Фінансовий простір*. 2015. № 1(17). С. 298–304.

15. **Умнова С. А., Ильченко А. Н.** Реализация экономико-математической модели прогнозирования оптимальной закупки товара на примере одной ассортиментной позиции фармацевтической компании // Международный научно-практический семинар «Генезис экономических и социальных проблем субъектов рыночного хозяйства в России». Иваново, 2013. С. 288–295.

16. **Шабельник Т. В.** Моделі та методи управління асортиментом і просуванням фармацевтичних товарів. *Бізнес Інформ*. 2014. № 5 (436). С. 402–407.

17. **Шабельник Т. В.** Моделі управління роздрібною мережею фармацевтичного підприємства. *Проблеми економіки*. 2014. № 2. С. 285–289.

18. **Умнова С. А.** Статистическое обоснование параметров экономико-математической модели управления запасами на фармацевтическом предприятии // Статистика моделирования. Оптимизация: сборник трудов Всероссийской конференции (Челябинск, 28 ноября – 3 декабря 2011 г.). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. С. 252–257.

19. **Шабельник Т. В.** Моделювання процесів управління запасами фармацевтичних товарів з використанням пакету POWERSIM // 36. матер. міжнар. наук-практ. конф. «Соціально-економічний розвиток країни: зарубіжний та вітчизняний досвід». Вінниця: ЦДЕУІП, 2015. С. 101–103.

20. **Шабельник Т. В.** Системно-динамическая модель управления запасами фармацевтических товаров. *Современный научный вестник*. 2014. № 25 (221). С. 90–97.

21. **Полднева А. В.** Управління логістичними потоками фармацевтичної компанії. *Торгівля і ринок України*. 2007. Вип. 24. С. 276–284.

22. **Борщев А.** Имитационное моделирование: состояние области на 2015 год. Тенденции и прогноз // Материалы ИММОД-2015. URL: <http://www.anylogic.ru/articles>

23. **Ивашкин Ю. А.** Мультиагентное имитационное моделирование больших систем. М.: МГУПБ, 2015. 238 с.

**24. Каталевский Д. Ю.** Системная динамика и агентное моделирование: необходимость комбинированного подхода. URL: <http://www.anylogic.ru/articles/sistemnaya-dinamika-i-agentnoe-modelirovanie-neobkhodimost-kombinirovannogo-podkhoda>

**25. Киселева М. В.** Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2015. 258 с.

#### REFERENCES

Aleksandrova, V. O. "Metodychni pidkhid do formuvannya stsenariiv imitatsiinoho modeliuвання biznes-protsesiv" [Methodical approach to developing scenarios for simulation modeling of business processes]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seriya: Tekhnichniy prohres ta efektyvnist vyrobnytstva, no. 20 (2013): 86-96.

Andreichikov, O. O., Hutsa, O. M., and Ukrainets, O. H. "Vizualne ta imitatsiine modeliuвання biznes-protsesiv yak naibilsh efektyvni metody vprovadzhennia protsesno-orientovanoho pidkhotu do upravlinnia pidpriemstvom" [Visual modeling and simulation of business processes as the most effective methods of implementing a process-oriented approach to enterprise management]. *Systemy obrobky informatsii*, no. 3 (1) (2012): 92-95.

Borshchev, A. "Imitatsionnoye modelirovaniye: sostoyaniye oblasti na 2015 god. Tendentsii i prognoz" [Simulation: state of the region in 2015. Trends and forecast]. <http://www.anylogic.ru/articles>

Dzheymys, B. Dzh. *Nastolnaya kniga po farmatsevticheskomu marketingu* [Handbook of pharmaceutical marketing]. Moscow: Litera, 2005.

Ivashkin, Yu. A. *Multiagentnoye imitatsionnoye modelirovaniye bolshikh sistem* [Multi-agent simulation of large systems]. Moscow: MGUPB, 2015.

Krykavskiy, Ye. V., Chornopyska, N. V., and Liulchak, Z. S. "Vprovadzhennia protsesnoho upravlinnia u lohistychnu diialnist farmatsevtichnykh pidpriemstv" [The introduction of process management in logistic activities of pharmaceutical companies]. *Upravlinnia, ekonomika ta zabezpechennia yakosti u farmatsii*, no. 2 (28) (2013): 9-15.

Klunko, N. S. "Model upravlinnia u farmatsevtichnii kompanii na osnovi stratehichnoho analizu sytuatsii" [Management model for a pharmaceutical company based on the strategic analysis of situations]. *Ekonomika promyslovosti*, no. 4 (2011): 122-130.

Klunko, N. S., and Reta, M. V. "Osoblyvosti lohistychnoho pidkhotu do orhanizatsii diialnosti farmatsevtichnykh pidpriemstv na vnutrishnyomu ta zovnishnikh ryinkakh" [Specifics of logistic approach to the organization of activities of pharmaceutical enterprises in domestic and foreign markets]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 20 (2012): 46-49.

Kokhan, M. M. "Kontseptsii upravlinnia marketynhom farmatsevtichnoho pidpriemstva" [The concept of marketing management of pharmaceutical enterprise]. *Ekonomichniy visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut»*, no. 10 (2013): 357-362.

Katalevskiy, D. Yu. "Sistemnaya dinamika i agentnoye modelirovaniye: neobkhodimost kombinirovannogo podkhoda" [System dynamics and agent-based modeling: the need for a combined approach]. <http://www.anylogic.ru/articles/sistemnaya-dinamika-i-agentnoe-modelirovanie-neobkhodimost-kombinirovannogo-podkhoda>

Kiseleva, M. V. *Imitatsionnoye modelirovaniye sistem v srede AnyLogic* [Systems simulation in AnyLogic program]. Ekaterinburg: UGTU - UPI, 2015.

Mnushko, Z. M., and Dikhtiaryova, N. M. *Menedzhment ta marketynh u farmatsii* [Management and marketing in pharmacy]. Part 1. Kharkiv: Vyd-vo NFAU, 2009.

Poldnieva, A. V. "Upravlinnia lohistychnymy potokamy farmatsevtichnoy kompanii" [The management of logistics flows of a pharmaceutical company]. *Torhivlia i rynek Ukrainy*, no. 24 (2007): 276-284.

Palasiuk, B. "Vykorystannia lohistychnoho pidkhotu v dystrybutsiinii diialnosti farmatsevtichnykh pidpriemstv" [The use of logistic approach in distributing activities of pharmaceutical companies]. *Visnyk Ternopil'skoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu*, no. 2 (2013): 91-99.

Ponomarenko, V. S. et al. *Teoriia ta praktyka modeliuвання biznes-protsesiv* [Theory and practice of modeling business-processes]. Kharkiv: Vyd-vo KhNEU, 2013.

Ruba, O. P. "Problemy oblikovo-analitychnoho zabezpechennia stratehichnoho upravlinnia vyrobnytstvom produktsii farmatsevtichnykh pidpriemstv" [Problems of accounting and analytical support of strategic management of the production of products of pharmaceutical companies]. *Problemy teorii ta metodologii bukhhalterskoho obliku, kontroliu ta analizu*, no. 3 (33) (2015): 297-306.

Shabelnyk, T. V. "Modeli upravlinnia rozdribnoiu merezheiu farmatsevtichnoho pidpriemstva" [Management model of retail chain pharmaceutical company]. *Problemy ekonomiky*, no. 2 (2014): 285-289.

Shabelnyk, T. V. "Modeliuвання protsesiv upravlinnia zapasamy farmatsevtichnykh tovariv z vykorystanniam paketu POWERSIM" [The modeling of the inventory management of pharmaceutical products with the use of a package POWERSIM]. *Sotsialno-ekonomichniy rozvytok krainy: zarubizhnyi ta vitchyznianyi dosvid*. Vinnytsia: TsDEUIP, 2015. 101-103.

Shabelnik, T. V. < "Sistemno-dinamicheskaya model upravleniya zapasami farmatsevticheskikh tovariv" [System dynamics model of inventory management of pharmaceutical products]. *Sovremennyy nauchnyy vestnik*, no. 25 (221) (2014): 90-97.

Shabelnyk, T. V. "Osnovni pryntsyipy modeliuвання biznes-protsesiv marketynho-orientovanoho upravlinnia farmatsevtichnym pidpriemstvom" [The basic principles of modeling business-processes of marketing-oriented management in the pharmaceutical enterprise]. *Finansovy prostir*, no. 1 (17) (2015): 298-304.

Shabelnyk, T. V. "Modeli ta metody upravlinnia asortymentom i prosuvanniam farmatsevtichnykh tovariv" [Models and methods of managing the range and promotion of pharmaceutical products]. *Biznes Inform*, no. 5 (436) (2014): 402-407.

Skavronskiy, I. "Obzor farmatsevticheskogo rynku Ukrainy za 2016 g." [Overview of the pharmaceutical market of Ukraine for 2016]. <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4991>

Umnova, S. A. "Kompleksnoye modelirovaniye protsesov upravleniya materialnymi potokamy dlya predpriyatii farmatsevticheskogo rynku" [Integrated modeling of processes of management of material flows for companies in the pharmaceutical market]. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii*. Regionalnoye prilozheniye, no. 2 (2013): 97-103.

Umnova, S. A. "Statisticheskoye obosnovaniye parametrov ekonomiko-matematicheskoy modeli upravleniya zapasami na farmatsevticheskom predpriyatii" [Statistical evaluation of the parameters of economic and mathematical models of inventory management in the pharmaceutical enterprise]. *Statistika modelirovaniya. Optimizatsiya*. Chelyabinsk: Izdatelskiy tsentr YuUrGU, 2011. 252-257.

Umnova, S. A., and Ilchenko, A. N. "Realizatsiya ekonomiko-matematicheskoy modeli prognozirovaniya optimalnoy zakupki tovara na primere odnoy assortimentnoy pozitsii farmatsevticheskoy kompanii" [The implementation of economic-mathematical models for predicting optimal purchase of goods for the same SKUs pharmaceutical company]. *Genezis ekonomicheskikh i sotsialnykh problem subektov rynochnogo khozyaystva v Rossii*. Ivanovo, 2013. 288-295.