

З.М. Соколовська, І.В. Капустян

Одеський національний політехнічний університет

пр. Шевченка, 1, м. Одеса, 65044, Україна

E-mail: nadin_zs@te.net.ua, kapustyanirene@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5595-7692>, <https://orcid.org/0000-0002-4915-7864>

ІМІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МОДЕЛЮВАННІ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ НА РИНКУ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Створення нової області економіки – поведінкової економіки, що займається вивченням особливостей прийняття рішень, призвело до зміни ряду фундаментальних представлень. Сучасний погляд на економіку, як на складну адаптивну систему, висуває необхідність використання нових методологій моделювання динамічних процесів, явищ, що виникають з часом, відтворюються й трансформуються. Цим вимогам відповідає апарат імітаційного моделювання, що базується на трьох основних парадигмах – агентній, системно-динамічній, дискретно-подієвій – та їх комбінаціях. З появою поведінкової економіки та імітаційних технологій стало можливим моделювання «виникаючої» поведінки економічних агентів та розробка прогностичних моделей товарних ринків.

Вітчизняний фармацевтичний ринок є одним з найбільш динамічних, гнучких та висококонкурентних, а фармацевтична галузь – однією з діючих та поступово зростаючих галузей економіки України. Необхідність врахування приналежності до сфери охорони здоров'я (зі значним колом специфічних агентів), активного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, появи користувачів нового типу з ускладненою поведінкою й динамічною зміною переваг обумовлює актуальність проведення спеціальних досліджень ринку фармацевтичної продукції. При цьому важливого значення набуває залучення таких гнучких інструментальних засобів, як імітаційні технології.

Мета статті – розкриття можливостей застосування імітаційних технологій в моделюванні поведінки користувачів ринку фармацевтичної продукції.

У статті представлені результати експериментів, проведених на розроблених імітаційних моделях поведінки споживачів оригінальних та генеричних препаратів в межах формування рекламної стратегії їх продажу. Моделі розроблені з використанням багатопідходної парадигми імітації (комбінація агентного та системно-динамічного підходів) на платформі системи AnyLogic. В ході проведення експериментів використовувалися матеріали провідних фармацевтичних підприємств України. Експерименти довели можливість відтворення поведінки споживачів в динаміці з врахуванням впливу багатьох стохастичних факторів ринкового оточення. Моделі пропонуються для використання в процесі прийняття управлінських рішень щодо виробництва та реалізації продукції фармацевтичними корпораціями. Моделі можуть бути налаштовані на специфіку конкретних підприємств галузі.

Ключові слова: поведінкова економіка, фармацевтичний ринок, фармацевтичне підприємство, імітаційна модель, імітаційний експеримент.

JEL Classification: M21, M31, C63.

Zoia Sokolovska, Irina Kapustyan

Odessa National Polytechnic University

1 Shevchenko Ave, 65044, Odessa, Ukraine

E-mail: nadin_zs@te.net.ua, kapustyanirene@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5595-7692>, <https://orcid.org/0000-0002-4915-7864>

SIMULATION TECHNOLOGIES IN THE MODELLING USERS' BEHAVIORS IN THE PHARMACEUTICAL MARKET

The creation of a new branch of economics – behavioural economics studying the features of decision-making, resulted in changes of a number of fundamental ideas. The modern view of the economy, as a complex adaptive system, makes it necessary to use new methodologies for modeling dynamic processes, events arising over time, reproduce and transform. The apparatus of simulation modeling based on three main paradigms - Discrete Event, System Dynamics, and Agent Based - and their combinations meets these requirements. Modeling the 'arising' behaviour of economic agents and developing forecasting models of commodity markets became possible with the advent of behavioural economics and simulation technologies.

The domestic pharmaceutical market is one of the most dynamic, flexible and highly competitive, and the pharmaceutical industry is one of the active and gradually growing sectors of the Ukrainian economy. The need for taking into consideration its relationship to healthcare (with a significant range of specific agents), the active implementation of information and communication technologies, the emergence of a new type of users with complicated behaviour and a dynamic change in the preferences determines the relevance of conducting a special research of the pharmaceutical market. At the same time, application of such flexible tools as simulation technologies is gaining particular importance.

The objective of this article is to reveal the possibilities of using simulation technologies in modeling the user's behaviour in the pharmaceutical market.

The article presents the results of the experiments conducted on the simulation models of consumer behavior of original and generic medicines in terms of working out their sales promotion strategies. The models are developed using the multi-level simulation paradigm (a combination of Agent-Based and System Dynamics approaches) on the platform of the AnyLogic system. In the experiments, materials from leading pharmaceutical companies of Ukraine were used. The experiments have proved the possibility to reproduce the consumers' behaviour in dynamics, taking into account the influence of numerous stochastic factors in the market environment. Models are offered for use in the process of making managerial decisions on the production and sales of products by pharmaceutical enterprises. Models can be tailored to the specifics of a particular enterprise.

Keywords: behavioural economics, pharmaceutical market, pharmaceutical enterprise, simulation model, simulation experiment.

JEL Classification: M21, M31, C63.

З.Н. Соколовская, И.В. Капустян

Одесский национальный политехнический университет
пр. Шевченко, 1, г. Одесса, 65044, Украина

E-mail: nadin_zs@te.net.ua, kapustyanirene@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5595-7692>, <https://orcid.org/0000-0002-4915-7864>

ИМИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА РЫНКЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Создание новой области экономики – поведенческой экономики, которая занимается изучением особенностей принятия решений, привело к изменению ряда фундаментальных представлений. Современный взгляд на экономику, как сложную адаптивную систему, выдвигает необходимость использования новых методологий моделирования динамических процессов, явлений, которые возникают со временем, воспроизводятся и трансформируются. Этим требованиям отвечает аппарат имитационного моделирования, что базируется на трех основных парадигмах - агентной, системно-динамической, дискретно-событийной – и их комбинациях. С появлением поведенческой экономики и имитационных технологий стало возможным моделирование «возникающего» поведения экономических агентов и разработка прогностических моделей товарных рынков.

Отечественный фармацевтический рынок является одним из наиболее динамичных, гибких и высококонкурентных, а фармацевтическая отрасль – одной из действующих и постепенно растущих отраслей экономики Украины. Необходимость учета принадлежности к сфере здравоохранения (со значительным кругом специфических агентов), активного внедрения информационно-коммуникационных технологий, появления пользователей нового типа с осложненным поведением и динамическим изменением предпочтений обуславливает актуальность проведения специальных исследований рынка фармацевтической продукции. При этом большое значение приобретает привлечение таких гибких инструментальных средств, как имитационные технологии.

Цель статьи – раскрытие возможностей применения имитационных технологий в моделировании поведения пользователей рынка фармацевтической продукции.

В статье представлены результаты экспериментов, проведенных на разработанных имитационных моделях поведения потребителей оригинальных и генерических препаратов в рамках формирования рекламной стратегии их реализации. Модели разработаны с использованием многоподходной парадигмы имитации (комбинация агентного и системно-динамического подходов) на платформе системы AnyLogic. В ходе проведения экспериментов использовались материалы ведущих фармацевтических предприятий Украины. Эксперименты доказали возможность воспроизведения поведения потребителей в динамике с учетом влияния многих стохастических факторов рыночного окружения. Модели предлагаются к использованию в процессе принятия управленческих решений по производству и реализации продукции фармацевтическими предприятиями. Модели могут быть настроены на специфику конкретных предприятий отрасли.

Ключевые слова: поведенческая экономика, фармацевтический рынок, фармацевтическое предприятие, имитационная модель, имитационный эксперимент.

JEL Classification: M21, M31, C63.

Актуальність дослідження та аналіз досліджень та публікацій. Фармацевтична галузь України є одним з функціонуючих секторів вітчизняної економіки. Ринок фармацевтичних товарів відрізняється значною сегментацією, диверсифікованістю, високим рівнем конкуренції. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій сприяє появі користувачів нового типу з ускладненою поведінкою та динамічною зміною переваг.

Необхідність визначення кола факторів, що впливають на вибір й вподобання споживачів фармацевтичної продукції; вивчення їх реакції на зміни маркетингових (зокрема, рекламних) стратегій підприємств-виробників й просування на ринку нових препаратів; прогнозування можливих дій компаній-конкурентів; врахування динаміки конкретних товарних секторів – все це призводить до необхідності створення прогностичних моделей фармацевтичного ринку. Останні стали реальністю завдяки розвитку поведінкової економіки та використанню новітніх парадигм імітаційного моделювання: агентної, багатопідходної.

Розвитку поведінкової економіки на сьогодні присвячена певна кількість праць вітчизняних та зарубіжних авторів – науковців й практиків. Серед них такі фундаментальні роботи, як (Zerbini, 2017), (Ahmed, 2016), (Biswas, 2016), (Costea, 2012), (Pujari, 2016), (Kalotra, 2014). В сфері оцінки поведінки споживачів фармацевтичної продукції в різних країнах світу постійно проводяться дослідження, присвячені конкретним аспектам даної проблеми, ускладнені специфікою фармацевтичного ринку. Йдеться про тісне поєднання фармацевтичного ринку зі сферою охорони здоров'я та, як наслідок, непрості відносини користувачів з представниками лікарняних закладів, посередниками (дилерами) збутових мереж, компаніями-виробниками. Величезна, динамічна номенклатура фармацевтичної продукції також висуває специфічні вимоги до її рекламування та каналів розповсюдження. Згідно з цим має пояснення перманентний характер досліджень поведінки цільових аудиторій споживання фармацевтичної продукції. Наведемо кілька прикладів.

В (Zerbini, 2017) представлені результати аналізу поведінки Італійських споживачів непатентованих лікарських засобів з метою зниження ризиків розповсюдження та вживання останніх. В роботі пропонується прогностична модель поведінки, що враховує відтворення дії ряду демографічних факторів (зокрема, гендерних; індикаторів освіти, доходу тощо), а також факторів самоідентифікації, довіри до конкретних брендів, попередньої поведінки, чутливості до ризиків.

Результати емпіричних досліджень з приводу взаємозв'язків пацієнтів з медичним персоналом лікарень та фармацевтами представлені в роботі (Ahmed, 2016). Результати отримані на базі крос-секційних досліджень із зволіканням лікарів приватних та державних лікарень міста Карачі, а також персоналу національних та багатонаціональних фармацевтичних компаній, що працюють в Пакистані. Обробка даних здійснювалася з використанням пакету AMOS 7.

Результати аналогічних досліджень, проведених у Бангладеші, представлені в (Biswas, 2016).

Ефект впливу прямої та контактної реклами на поведінку споживачів оригінальних препаратів та генериків оцінюється на базі емпіричних досліджень, представлених в (Costea, 2012).

Відношення користувачів (в широкому сенсі) до фармацевтичної інформації аналізується в роботі (Pujari, 2016). Цільові групи ранжуються згідно з джерелами інформації, на які вони найбільш реагують у процесі вибору фармацевтичної продукції. Наведена робота підтверджує інтерес, існуючий до поведінкової проблеми в суто медичних літературних джерелах.

Поведінка споживачів є предметом аналізу провідних фармацевтичних компаній, визначаючих основні тренди світового фармацевтичного ринку. Результати дослідження впливу вподобань цільових груп користувачів на формування маркетингових стратегій великих фармацевтичних компаній представлені в роботі (Kalotra, 2014). Особливий акцент в роботі зроблено на вплив «поведінкових аспектів» цільових груп на розробку й просування інноваційних препаратів.

Узагальнюючи результати проведених досліджень, треба підкреслити їх трудомісткість та вартість: як наслідок – неможливість охоплення багатьох важливих аспектів поставленої проблеми традиційними інструментальними засобами. Дослідники підкреслюють, що багато компаній не встигає своєчасно відчувати зміни тренду у поведінці користувачів та відповідно скоректувати принципи ведення бізнесу. Тобто, кінцеву ефективність визначає не тільки

характер проведених робіт, але і математичний інструментарій їх реалізації. Згідно з наведеним на перший план висувуються сучасні технології імітаційного моделювання, як база створення моделей-тренажерів проведення поведінкових експериментів в динаміці, з відтворенням впливів багатьох стохастичних факторів ринкового оточення. Завдяки використанню імітаційних технологій суттєво знижується вартість та трудомісткість досліджень, що вельми суттєво саме для фармацевтичної промисловості.

В якості прикладів імітаційних додатків, що відтворюють поведінку користувачів на різних товарних ринках, окрім використання класичних моделей Баса (Модель розповсюдження продукту), можна навести модель поведінки споживачів на ринку Інтернет-послуг (Каталевский, 2012), де підіймаються питання реклами та цінової політики Інтернет-провайдерів.

Викликають інтерес результати досліджень, представлені на Winter Simulation Conference (WSC) фахівцями з Індії (Meghendra, 2016), (Mayuri, 2017). У доповіді (Meghendra, 2016) підіймаються питання врахування різних аспектів поведінки (зокрема, особистість, афект, стрес та ін.) в ході побудови імітаційних моделей. Розробники наводять набір керівних принципів, які доцільно покладати в основу розробки поведінкових імітаційних моделей. В роботі стверджується, що деталізовані моделі поведінки можуть бути використані для вивчення динаміки будь-якого комплексу поведінкових вимірів в деякій ситуації, що підлягає дослідженню.

В рамках доповіді фахівців на конференції у наступному році (Mayuri, 2017) результати досліджень набули комплексності та завершеності. В представленій роботі пропонується композиційний підхід для створення обґрунтованих імітаційних моделей поведінки людини, продемонстрований на конкретному прикладі. Автори доводять, що композиційний підхід містить три компоненти: елемент науки про поведінку, статистичний та обчислювальний. Поведінковий компонент використовує підходи створення теоретичної бази у поведінкових науках. Статистичний елемент визначає ланцюги відносин. Обчислювальний елемент перетворює базову модель в імітаційну. Дослідники стверджують, що запропонований композиційний підхід дозволить ліквідувати відставання у прикладному використанні імітаційних моделей у поведінкових дослідженнях.

Однак, відносно фармацевтичного ринку на сьогодні існують лише одиничні рішення із залученням імітаційного моделювання, що здебільшого, стосуються виробничо-збутової сфери. В якості прикладу супутніх досліджень поведінки споживачів в ході формування крупними фармацевтичними компаніями маркетингових стратегій можна навести розробки консалтингових фірм Bayser (Bayser Consulting) та Sterling (Sterling Simulation). При побудові моделей було використано агентний підхід. В якості агентів в обох випадках виступали пацієнти, лікарі, торгові представники фармацевтичних компаній, лікарські препарати.

В ході розробки моделі головною метою Sterling Simulation було визначення обґрунтованих рішень по просуванню нового лікарського препарату компанією-замовником. Паралельно приділялася увага взаємовідносинам пацієнтів з лікарями та торговими представниками. Зокрема, вивчалася доцільність та частка інвестицій в торгових представників.

Фахівці Bayser також зосереджувалися на дослідженні динаміки впровадження продуктів та прогнозі продажів, тобто на моделюванні стратегії просування фармацевтичних товарів. Цікавими супутніми аспектами використання розробленої моделі стали вивчення динаміки поведінки лікарів у груповій практиці, а також визначення особливостей стихійної поведінки членів групи.

Таким чином, не зважаючи на окремі розробки, поведінкові аспекти споживачів фармацевтичної продукції потребують системного вивчення із застосуванням гнучких імітаційних технологій, що обумовлює актуальність досліджень наведеної проблематики.

Мета статті – розкриття можливостей застосування імітаційних технологій в моделюванні поведінки користувачів ринку фармацевтичної продукції.

Основні результати дослідження. В рамках досліджень, що проводяться для провідних фармацевтичних корпорацій України (ПАТ «Фармак», корпорація «Артеріум», фармацевтична фірма «Дарниця»), розробляється модельний комплекс виробничо-збутової системи типового підприємства галузі. Однією зі складових комплексу є модуль формування рекламної стратегії продажів оригінальних та генеричних препаратів на основі імітації поведінки споживачів в

залежності від ситуацій на ринку фармацевтичних товарів.

Оригінальний (інноваційний) лікарський препарат – це вперше введений на фармацевтичний ринок лікарський засіб, що містить новий синтезований чи отриманий іншим способом активний фармацевтичний інгредієнт, дозволений до медичного застосування та захищений патентом на певний термін. Відтворений лікарський засіб (генерик) – це копія, яка за терапевтичною ефективністю й безпекою повинна відповідати інноваційному (оригінальному) лікарському засобу, що виробляється фармацевтичним підприємством після закінчення терміну дії патентного захисту (Левецька, 2016).

Модуль формування рекламної стратегії реалізовано з використанням багатопідходної парадигми імітаційного моделювання (комбінація системно-динамічного та агентного підходів) на програмній платформі системи AnyLogic. Аргументи на користь даного інструментарію є наступними:

- можливість дослідження поведінки систем та процесів в динаміці у віртуальному та реальному часі;
- забезпечення відтворення впливів необмеженої кількості стохастичних факторів зовнішнього та внутрішнього оточення досліджуваних об'єктів;
- підтримка багатопідходної (комбінованої) парадигми імітації;
- потужна інструментальна база із забезпеченням створення модульних та відкритих моделей;
- забезпечення проведення широкого спектру імітаційних експериментів на моделях.
- підтримка інструментів залучення хмарних технологій в процесі розробки моделей та проведення експериментів: зокрема, створення єдиної експериментальної бази для проведення типових трудомістких експериментів багатьма користувачами. Як приклад, проведення багатопрогонних експериментів, експериментів Монте-Карло тощо на базі підприємств фармацевтичної галузі;
- наявність інструментів створення WEB-додатків у хмарі.

Продемонструємо роботу моделей на прикладі результатів, отриманих при проведенні різнопланових імітаційних експериментів для різних секторів вітчизняного фармацевтичного ринку. Система Anylogic забезпечує налаштування різних типів імітаційних експериментів: Стандартний, Варіації параметрів, Оптимізації, Порівняння прогонів, Аналіз чутливості, Монте-Карло, Калібрування, Нестандартний.

Мультиагентні моделі еволюції популяції економічних агентів, що відтворюють поведінку користувачів різних продуктів та послуг під впливом реклами, дозволяють на новому рівні досліджувати та прогнозувати наслідки рекламних зусиль в умовах невизначеності, ризику оточення та дій конкурентів. Поведінку споживачів в динаміці зручно відслідковувати за допомогою Стандартного експерименту, який запускає модель із заданими значеннями параметрів, підтримує режими віртуального і реального часу, анімацію, графіки, налагодження моделі (рис. 1, рис. 2 та рис. 3).

На рис. 1 зображений фрагмент агентної моделі, що відображує узагальнену ситуацію поведінки агентів та перехід в різні стани під час виконання експерименту протягом модельного часу (1 рік) в розрізі регіонів України.

На рис. 2 зображений фрагмент системно-динамічної моделі, пов'язаний з агентною моделлю, що відображує зміни основних показників фірми у реальному часі.

На рис. 3 зображений часовий графік зміни кількості агентів – покупців оригінальних та генеричних препаратів – в залежності від обраних параметрів моделі.

Головним агентом є користувач лікарських засобів, що може перебувати в системі у чотирьох станах:

- цільова аудиторія (TargetAudience);
- потенційні покупці (PotentialBuyers);
- покупці оригінальних препаратів (BuyOriginal);
- покупці генеричних препаратів (BuyGeneric).

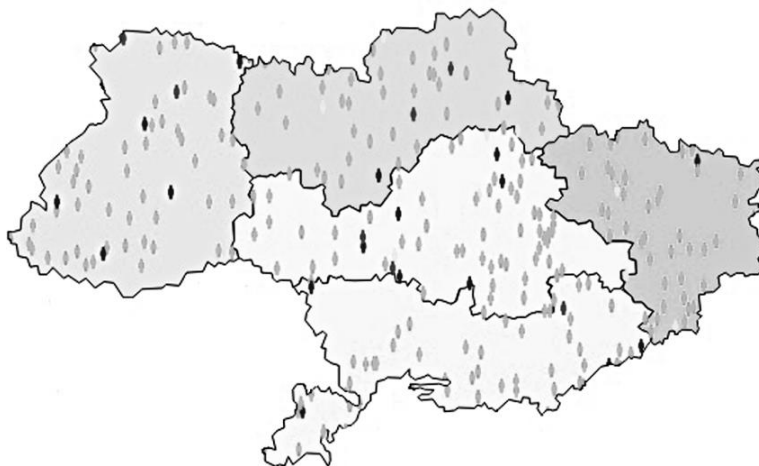


Рис. 1. Стандартний експеримент. Фрагмент агентного моделювання

Джерело: розробка авторів

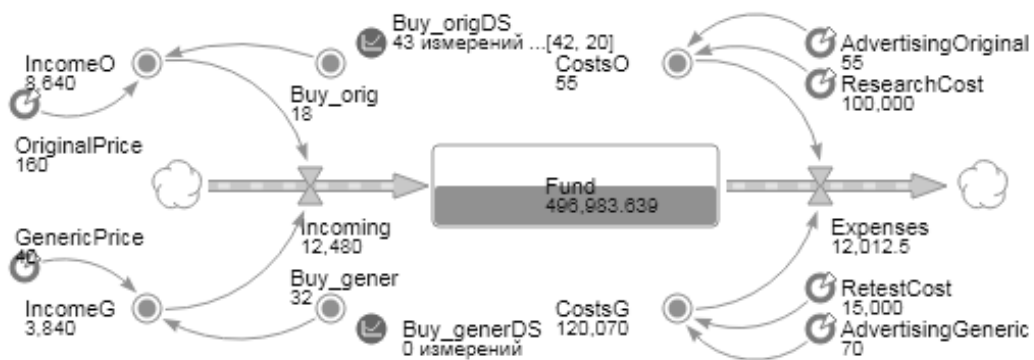


Рис. 2. Стандартний експеримент. Фрагмент системно-динамічного моделювання

Джерело: розробка авторів

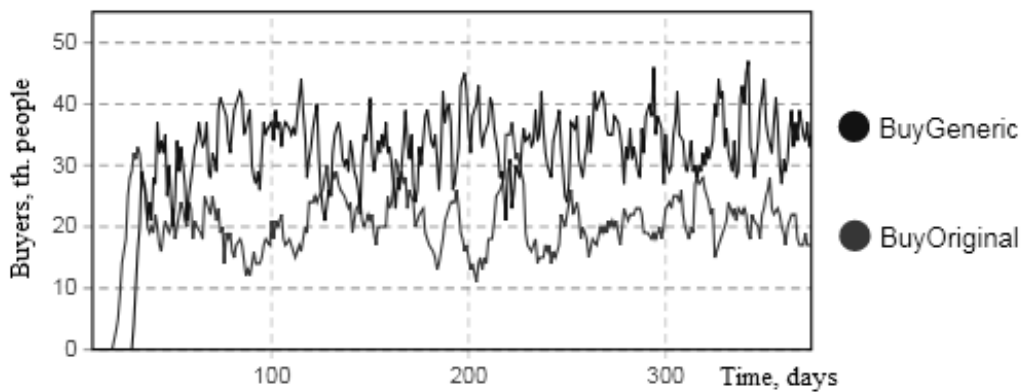


Рис. 3. Стандартний експеримент. Кількість покупців оригінальних та генеричних препаратів

Джерело: розробка авторів

Принципи поведінки агентів у системі визначаються відповідною діаграмою станів покупців (рис. 4).

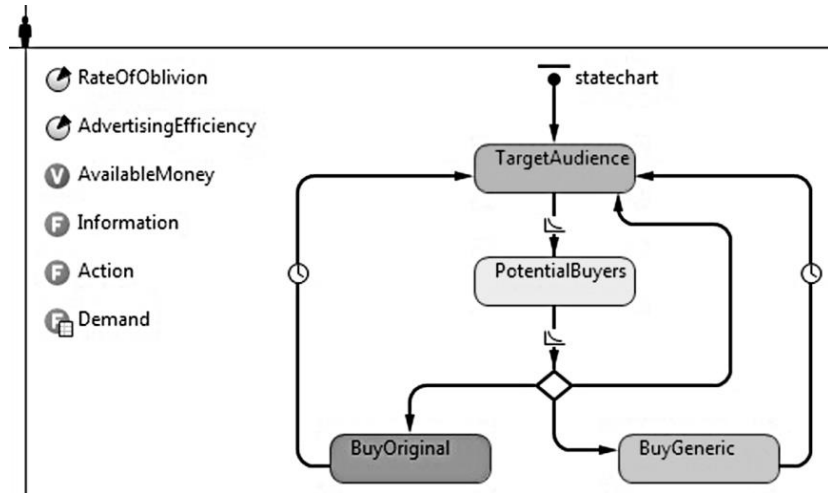


Рис. 4. Діаграма станів покупців

Джерело: розробка авторів

Процес прийняття рішень щодо покупки лікарських засобів та подальша поведінка користувачів, що зумовлює переходи у відповідні стани, базуються на стадіях життєвого циклу препаратів. Так, якщо на момент здійснення покупки на ринку не буде необхідного препарату, покупець обере аналог або зовсім відмовиться від покупки. Етапи життєвого циклу оригінальних та генеричних препаратів представлені в системі у вигляді відповідних діаграм станів за допомогою агентного моделювання (рис. 5 та рис. 6).

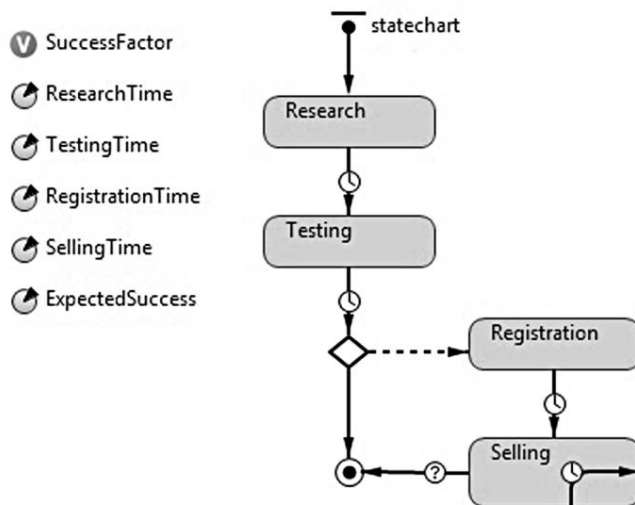


Рис. 5. Діаграма станів оригінальних препаратів

Джерело: розробка авторів

Оригінальний лікарський засіб в системі може знаходитись у чотирьох станах: Research, Testing, Registration and Selling, в той час як генеричний лікарський засіб – тільки у двох: Retest and Selling. Це зумовлено тим, що оригінальний препарат проходить повний цикл доклінічних і клінічних досліджень та обов'язкову реєстрацію.

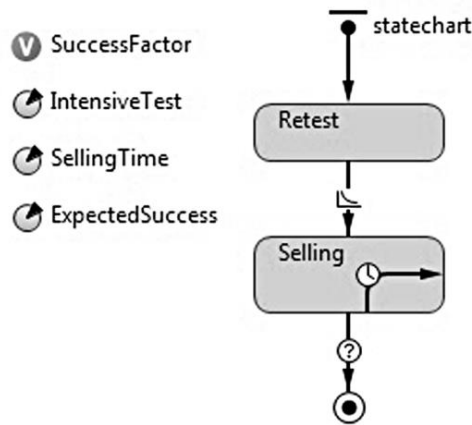


Рис. 6. Діаграма станів генеричних препаратів

Джерело: розробка авторів

Всі блоки моделі пов'язані між собою, що надає змоги коректувати необхідні обсяги витрат на інструменти реклами; визначати обґрунтовану вартість фармацевтичної продукції; оптимізувати ефективність маркетингових витрат, максимізувати дохід від рекламної кампанії та кількість постійних покупців, підрахувати об'єм продаж у натуральному вигляді, а також слідкувати за змінами у вподобаннях користувачів, вчасно реагувати на збільшення або зменшення попиту на певну категорію препаратів.

Будь-яка імітаційна модель – це інтегроване середовище для дослідження стохастичних процесів різної природи в динаміці з параметричним налаштуванням на конкретні умови та цілі експериментів. Імітаційна модель забезпечує можливість проведення комп'ютерних експериментів з метою здійснення варіації значущих факторів середовища для вибору оптимальних значень показників за умови максимізації кількості покупців.

У AnyLogic доступний механізм автоматичного запуску моделі задану кількість разів зі зміною значення обраного параметру. Експеримент Варіювання параметрів виконує кілька "прогонів" моделі, варіюючи значення одного з параметрів і показуючи, як результати моделювання залежать від цих змін. Під час запуску даного експерименту можна вивчити і порівняти поведінку моделі при різних значеннях параметрів за допомогою графіків.

Був проведений експеримент Варіювання параметрів для оцінки динаміки зміни кількості покупців оригінальних (рис. 7) та кількості покупців генеричних препаратів (рис. 8) в залежності від параметрів Витрати на рекламу оригінальних та генеричних препаратів відповідно.

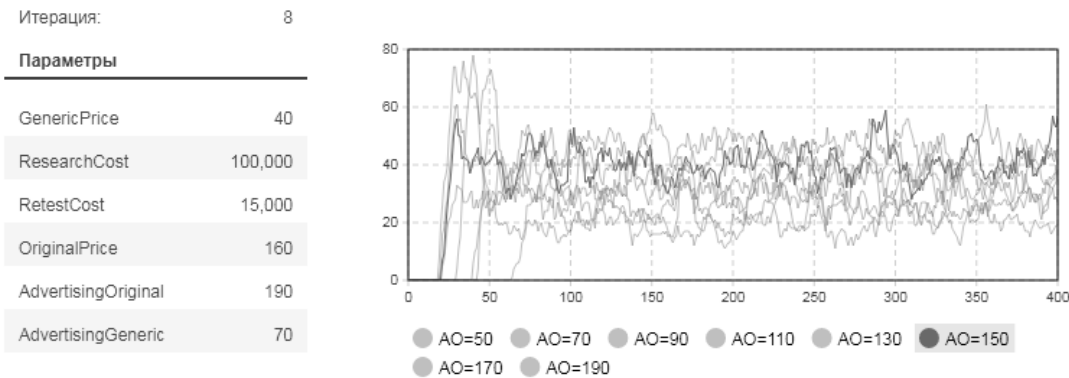


Рис. 7. Експеримент Варіювання параметрів. Кількість покупців оригінальних препаратів

Джерело: розробка авторів

На рис. 7 зображено зміни кількості покупців оригінальних препаратів при варіюванні витрат на рекламу оригінальних препаратів від 50 тис. грн. до 190 тис. грн. із кроком 20 тис. грн.. Максимального значення наприкінці періоду кількість покупців оригінальних препаратів досягає при витратах на рекламу оригінальних препаратів, що дорівнюють 150 тис. грн.. При витратах на рекламу 190 тис. грн. кількість покупців тримається в середньому на одному високому рівні, зменшуючись з часом. Це пов'язано з тим, що додаткові витрати не приносять очікуваного ефекту і не збільшують кількість покупців вище певного рівня. Значний зріст кількості покупців на початку періоду моделювання відбувається при витратах на рекламу 130 тис. грн. та 170 тис. грн. Завдяки цьому, швидше розповсюджується інформація про препарат та збільшується кількість покупців незалежно від витрат на рекламу – так назване «сарафанне радіо». При витратах на рекламу оригінальних препаратів нижче 110 тис. грн. кількість покупців залишається на низькому рівні. Оптимальною стратегією буде виділення 130 тис. грн. на рекламу оригінальних препаратів.

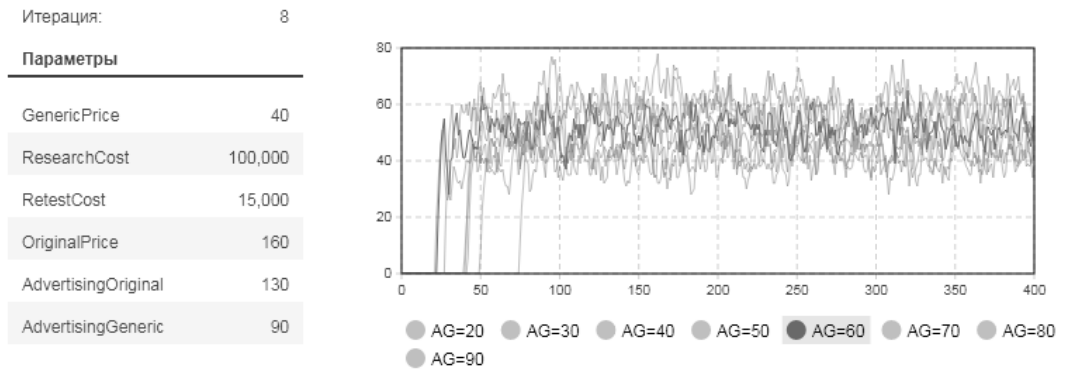


Рис. 8. Експеримент Варіювання параметрів. Кількість покупців генеричних препаратів

Джерело: розробка авторів

На рис. 8 зображено зміни кількості покупців генеричних препаратів при варіюванні витрат на рекламу генеричних препаратів від 20 тис. грн. до 90 тис. грн. із кроком 10 тис. грн.. Максимального значення наприкінці періоду кількість покупців генеричних препаратів досягає при витратах на рекламу генеричних препаратів, що дорівнюють 50 тис. грн.. При найбільших витратах на рекламу кількість покупців досягає найвищого рівня, зменшуючись з часом. Значний зріст кількості покупців на початку періоду моделювання відбувається при витратах на рекламу 30 тис. грн. та 60 тис. грн.. Проте при витратах на рекламу 30 тис. грн. кількість покупців залишається на низькому рівні весь час моделювання. Оптимальною стратегією буде виділення 60 тис. грн. на рекламу генеричних препаратів.

Коли потрібно вивчити поведінку моделі при якихось заданих умовах або поліпшити продуктивність моделі, знайшовши значення параметрів, при яких досягається найкращий результат роботи моделі, можна скористатися Оптимізаційним експериментом моделі AnyLogic. Оптимізація моделі AnyLogic полягає в послідовному виконанні декількох прогонів моделі з різними значеннями параметрів і знаходженні оптимальних для даного завдання значень параметрів.

Був проведений Оптимізаційний експеримент для моделювання поведінки користувачів та визначення значень параметрів OriginalPrice, GenericPrice, AdvertisingOriginal, AdvertisingGeneric, при яких загальна кількість покупців оригінальних та генеричних препаратів буде максимальною. Параметри налаштувань експерименту зображені на рис. 9.

Parameters:

Parameter	Type	Value		
		Min	Max	Step
GenericPrice	discrete	20	60	5
ResearchCost	fixed	100000		
RetestCost	fixed	15000		
OriginalPrice	discrete	120	200	10
Adverti...riginal	discrete	50	190	20
Adverti...eneric	discrete	20	90	10

Рис. 9. Налаштування оптимізаційного експерименту

Джерело: розробка авторів

Виконання Оптимізаційного експерименту на моделі показало, що при заданих налаштуваннях максимальна кількість покупців препаратів обох типів складатиме 143 тис. чол.. Дане значення досягається при OriginalPrice=180 грн., GenericPrice=35 грн., AdvertisingOriginal=190 тис. грн., AdvertisingGeneric=80 тис. грн. (рис. 10).

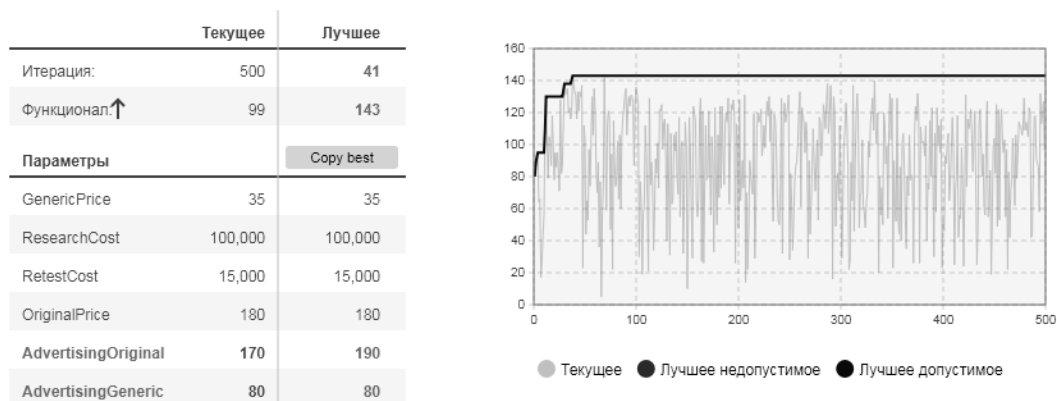


Рис. 10. Оптимізаційний експеримент

Джерело: розробка авторів

Між витратами на рекламування та поведінкою користувачів існує пряма залежність, тому не дивно, що максимальна кількість покупців досягається при витратах на рекламування, що прагнуть до максимуму. Проте в реальному житті керівництво підприємства не може виділяти максимальні суми на рекламування препаратів. Тож на проведений Оптимізаційний експеримент накладається обмеження – сума витрат на рекламування оригінальних та генеричних препаратів не має перевищувати 200 тис. грн. Результати виконання Оптимізаційного експерименту з обмеженням представлені на рис. 11.

Після накладання обмеження на Оптимізаційний експеримент максимальна кількість покупців препаратів становить 106 тис. чол.. Дане значення досягається при OriginalPrice=160 грн., GenericPrice=45 грн., AdvertisingOriginal=130 тис. грн., AdvertisingGeneric=70 тис. грн.

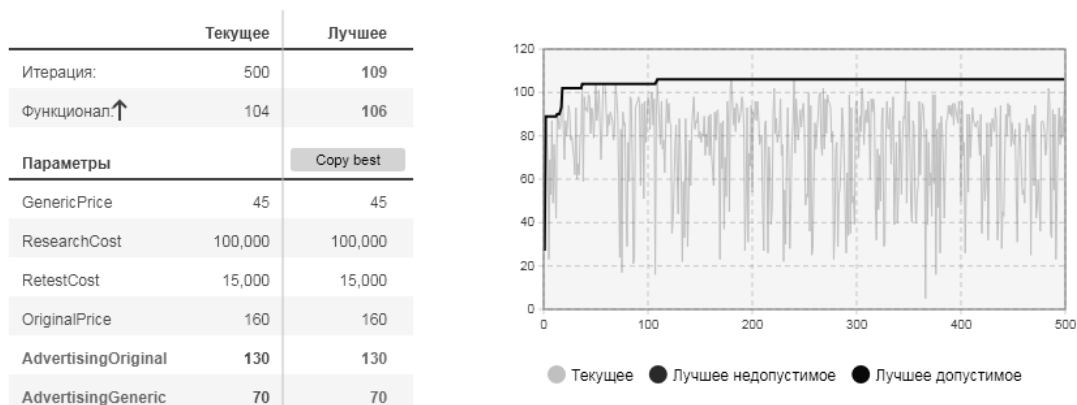


Рис. 11. Оптимізаційний експеримент з обмеженням

Джерело: розробка авторів

Висновки. Фрагменти результатів імітаційних експериментів, проведених на моделях, доводять різноманітність аспектів досліджень поведінки споживачів фармацевтичного ринку та відповідність запропонованої інструментальної платформи динамічним умовам галузі.

Використані імітаційні технології можна позиціонувати, як повсякденний апарат підтримки прийняття управлінських рішень стосовно випуску та реалізації фармацевтичної продукції. Модульність та відкритість моделей сприяють їх налаштуванню на конкретні ринкові ситуації, що відтворюються або прогнозуються в часі. Це обумовлює можливість їх використання на різних підприємствах галузі з прийнятними доробками.

Подальші дослідження планується спрямувати на деталізацію відтворення конкурентного середовища фармацевтичного ринку, під впливом якого здійснюються процеси вибору продукції споживачами. Потребує подальшого поглиблення комплекс мотивів, специфічних факторів, притаманних саме фігурантам сфери охорони здоров'я та, як наслідок, розробка інструментів їх врахування. Використання гібридних парадигм імітаційного моделювання та подальше практичне впровадження хмарних технологій підвищить ступінь гнучкості та обґрунтованості проведених експериментів.

Література

- Zerbini C., Luceri B., Vergura D. Leveraging consumer's behaviour to promote generic drugs in Italy. *Health Policy*. 2017. №121 (4). P. 397-406.
- Ahmed R.R., Vveinhardt J., Streimikiene D., Awais, M. Mediating and marketing factors influence the prescription behavior of physicians: An empirical investigation. *Amfiteatru Economic*. 2016. №18 (41). P. 153-167.
- Biswas K., Ferdousy U.K. Influence of Pharmaceutical Marketing on Prescription Behavior of Physicians: A Cross-sectional Study in Bangladesh. *Journal of Accounting & Marketing*. 2016. Vol. 5 (2). P. 1-4.
- Costea D., Carter F., Chou S.-Y., King A. Is Advertising Effective or Not? Evidence from the Pharmaceutical Market. *NMIMS Management Review*. 2012. Vol. 12. P. 928.
- Pujari N.M., Sachan A.K., Kumari P., Dubey P. Study of Consumer's Pharmaceutical Buying Behavior Towards Prescription and Non-Prescription Drugs. *Journal of Medical and Health Research*. 2016. Vol. (01):03. P. 10-18.
- Kalotra A. Marketing strategies of different pharmaceutical companies. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*. 2014. №4(2). P. 64-71.
- Модель распространения продукта по Бассу. URL: https://help.anylogic.ru/nav/1_2.
- Каталевский Д.Ю., Солодов В.В., Кравченко К.К. Моделирование поведения потребителей. *Ежеквартальный интернет-журнал Искусственные общества*. 2012. №1-4. Том 7. С. 34-60.
- Meghendra S., Mayuri D., Harshal H., Sachin P., Vivek B. Towards fine grained human

behavior simulation models. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference*. URL: <https://www.informs-sim.org/wsc16papers/305.pdf>.

10. Mayuri D., Mukul M., Suman K., Harshal G. Evolving a grounded approach to behavioral composition. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference*. URL: <https://www.informs-sim.org/wsc17papers/includes/files/369.pdf>.

11. Bayser Consulting. Моделирование продвижения продукта на фармацевтическом рынке. URL: <https://www.anylogic.ru/case-studies/modeling-of-a-pharmaceutical-product-launch>.

12. Sterling Simulation. Фармацевтическая компания выбирает маркетинговую стратегию с помощью агентного моделирования. URL: <https://www.anylogic.ru/a-pharmaceutical-company-used-agent-based-modeling-to-decide-on-a-marketing-strategy/>.

13. Левицька О. Лікарські засоби як об'єкти фармацевтичного ринку (частина 2). *Фармацевт-Практик*. 2016. URL: <http://fp.com.ua/articles/likarski-zasobi-yak-ob-yekti-farmatsevtichnogo-rinku-chastina-2/>.

References

1. Zerbinì, C., Luceri, B. & Vergura, D. (2017). Leveraging consumer's behaviour to promote generic drugs in Italy. *Health Policy*, 121 (4), 397-406.

2. Ahmed, R.R., Vveinhardt, J., Streimikiene, D. & Awais, M. (2016). Mediating and marketing factors influence the prescription behavior of physicians: An empirical investigation. *Amfiteatru Economic*, 18 (41), 153-167.

3. Biswas, K. & Ferdousy, U.K. (2016). Influence of Pharmaceutical Marketing on Prescription Behavior of Physicians: A Cross-sectional Study in Bangladesh. *Journal of Accounting & Marketing*, 5 (2), 1-4.

4. Costea, D., Carter, F., Chou, S.-Y. & King, A. (2012). Is Advertising Effective or Not? Evidence from the Pharmaceutical Market. *NMIMS Management Review*, 12, 928.

5. Pujari, N.M., Sachan, A.K., Kumari, P. & Dubey, P. (2016). Study of Consumer's Pharmaceutical Buying Behavior Towards Prescription and Non-Prescription Drugs. *Journal of Medical and Health Research*, (01):03, 10-18.

6. Kalotra, A. (2014). Marketing strategies of different pharmaceutical companies. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 4(2), 64-71.

7. Bass Product Distribution Model. Retrieved from https://help.anylogic.ru/nav/1_2. (in Russian)

8. Katalevskii, D.I., Solodov, V.V. & Kravchenko, K.K. (2012). Consumer behavior modeling. The quarterly online magazine Artificial Societies, №1-4, Vol. 7, pp. 34-60. (in Russian)

9. Meghendra, S., Mayuri, D., Harshal, H., Sachin, P. & Vivek, B. (2016). Towards fine grained human behavior simulation models. *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference*. Retrieved from <https://www.informs-sim.org/wsc16papers/305.pdf>.

10. Mayuri, D., Mukul, M., Suman, K. & Harshal, G. (2017). Evolving a grounded approach to behavioral composition. *Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference*. Retrieved from <https://www.informs-sim.org/wsc17papers/includes/files/369.pdf>.

11. Bayser Consulting. Simulation of product promotion in the pharmaceutical market. Retrieved from <https://www.anylogic.ru/case-studies/modeling-of-a-pharmaceutical-product-launch>. (in Russian)

12. Sterling Simulation. Pharmaceutical company selects marketing strategy using Agent-Based modeling. Retrieved from <https://www.anylogic.ru/a-pharmaceutical-company-used-agent-based-modeling-to-decide-on-a-marketing-strategy/>. (in Russian)

13. Levytska, O. (2016). Medicinal products as objects of the pharmaceutical market (part 2). *Pharmacist Practitioner*, 2016, 2. Retrieved from <http://fp.com.ua/articles/likarski-zasobi-yak-ob-yekti-farmatsevtichnogo-rinku-chastina-2/>. (in Ukrainian)