

З. М. Соколовська

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ПЛАТФОРМІ ITHINK

Обґрунтовується доцільність та ефективність використання технології Ithink в моделюванні бізнес-процесів на мікрорівні. В узагальненому вигляді наведено імітаційну модель основних бізнес-процесів виробничо-збутової сфери підприємства. Розглянуто фрагменти планів імітаційних експериментів на моделі та головні результати, отримані впродовж імітації.

Ключові слова: бізнес-процес, метод системної динаміки, імітаційна модель.

Інтеграція України в систему міжнародних господарчих зв'язків потребує підвищення конкурентоспроможності вітчизняної економіки. Значною мірою це стосується промислових підприємств. Підвищення якості продукції, виконання виробничих процесів з додержанням відповідних технологічних вимог на підприємствах різних галузей пов'язано з необхідністю перегляду концептуальних основ вітчизняного менеджменту. Динамізм змін, що відбуваються у зовнішньому середовищі, вимоги сучасної парадигми управління потребують від підприємств впровадження такої системи управління, яка б базувалася на системно-інтегрованих (процесних) основах. Це передбачає перехід від управління конкретними дискретними операціями на підприємстві до управління бізнес-процесами, а також використання превентивних методів менеджменту.

Наведеній проблемі приділяється значна увага у зарубіжній та вітчизняній літературі [1], [2], [3], [4], [6], [8]. Однак, і досі наявна велика кількість питань, які потребують свого теоретичного обґрунтування та прикладної реалізації.

Хоча поняття «бізнес-процес» отримало визначення, єдиного підходу до визначення процесів управління ним ще не існує.

Бізнес-процес визначається як логічно завершений набір взаємопов'язаних та взаємодіючих видів діяльності, які підтримують діяльність організації та реалізують її політику, спрямовану на досягнення поставлених цілей.

За стандартом ISO 9000:2000 бізнес-процес — це сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих видів діяльності, які перетворюють входи у виходи, що мають цінність для користувача. Таким чином, під процесом розуміється будь-яка діяльність, яка використовує конкретні ресурси (фінансові, матеріальні, людські, інформаційні) для перетворення вхідних елементів у вихідні. Процес містить одну або більше пов'язаних між собою процедур або функцій, які сумісно реалізують деяку задачу (зазвичай, у межах організаційної структури). Він може виконуватися у межах однієї організаційної одиниці, охоплювати кілька одиниць або навіть кілька різних організацій.

Важливим кроком структуризації діяльності будь-якої організації є відокремлення та класифікація бізнес-процесів. Впродовж подальшого дослідження здійснюється визначення «вузьких місць» в процесах, прогнозування їх поведінки за різними сценаріями, оцінка загальної вартості процесів та рівня використання в них ресурсів (як людських, так і системних). Порівняння продуктивності, характеру використання ресурсів, відповідних витрат у межах процесів потребує моделювання двох або більшої кількості варіантів різноманітних процесів або проведення модельних експериментів стосовно різних версій одного й того ж процесу.

Відповідно до цього актуальним є моделювання та візуалізація функціонування нових та удосконалених процесів, а також результатів перерозподілу ресурсів за допомогою багатофункціонального графічного середовища імітаційного моделювання.

Вибір платформи моделювання та розробка ефективних технологій її використання в ході дослідження та модифікації бізнес-процесів є достатньо актуальним та дискусійним питанням. Удосконалення бізнес-процесів підприємств значною мірою залежить від обраного математичного апарату дослідження. Залучення сучасних платформ бізнес-процесного моделювання повинно відповідати таким вимогам, як доступність та зрозумілість не тільки програмістами, але і менеджерами; забезпечення розвинутим сервісом і можливостями роботи на різних рівнях агрегації.

Згідно з окресленою проблемою, метою статті є розкриття доцільності та необхідності використання методу системної динаміки на базі технології Ithink в моделюванні основних бізнес-процесів виробничо-збутової сфери діяльності промислових підприємств.

Метод системної динаміки було запропоновано Дж. Форрестером ще на початку 60-х років [5]. Головною спрямованістю методу є опис динаміки об'єкта моделювання у вигляді еволюційних змін, без відтворення окремих елементарних подій. Тобто в імітаційних моделях потокового типу реальні об'єкти відображаються у вигляді потоків різноманітної природи — інформаційних, матеріальних, фінансових, людських ресурсів.

Інформаційні технології підтримки зазначеного методу дістали за останні роки значного розвитку у порівнянні з першими мовами моделювання (наприклад, *Dynamo*, *Stella*). В якості домінуючої концепції формалізації та структуризації сучасних систем безперервного та дискретного моделювання (за методом системної динаміки) широко розповсюджені такі системи, як *Vensim*, *Powersim*, *Ithink*, *Anylogik* та ін. [7], [9]. На користь залучення для розв'язання поставленої проблеми системи *Ithink* (пакету виробництва компанії *High Performance Systems*) можна навести такі аргументи:

1. В системі реалізовано один з головних принципів системної динаміки, за яким динаміку поведінки будь-якого процесу можна інтерпретувати як зміну рівнів деяких «фондів». Зміни регулюються темпами вхідних та вихідних потоків, які, відповідно, наповнюють або вичерпують фонди. Наведені поняття є дуже універсальними і легко адаптуються до специфіки імітації бізнес-процесів виробничо-збутової сфери діяльності підприємства. Зокрема, за допомогою фондів можна відтворювати замовлення на випуск готової про-

дукції; виробничі потужності підприємства; поточні рівні запасів продукції на складах підприємства, дистриб'ютора (субдистриб'ютора), у роздрібній мережі; обсяги відвантаженої продукції; витрати, що формуються у різних ланках каналів збуту; прибуток виробника, дистриб'ютора тощо.

Фондові потоки моделюють управлінські рішення, які збільшують або зменшують рівні відповідних фондів. Наприклад, таким чином можна моделювати ринковий попит на продукцію підприємства; поповнення або зменшення рівня запасів в каналах розподілу; інтенсивність формування рекламного бюджету, реакцію ринку на збільшення або зниження інтенсивності реклами та ін.

Таким чином, в моделі відображається динаміка досліджуваних бізнес-процесів за будь-який період часу по крокам імітації. Практично не існує обмежень на ступінь охопту процесу, що досліджується. Користувач за власним бажанням може доповнювати модель новими аспектами бізнес-процесу або концентрувати увагу тільки на конкретних його складових, залишаючи інші за межами імітації. Це зручно з точки зору процесів, що моделюються, бо вони відчувають постійний вплив змін ринку, цільових аудиторій, технологій збуту, а також вплив різноманітних маркетингових рішень.

2. В системі відтворюється механізм зворотних зв'язків (прямих та опосередкованих), завдяки чому стає можливим моделювання нетривіальної поведінки складної системи управління, до якої належить підприємство (фірма). Відповідно до цього стає можливим простежувати вплив структури каналів збуту на кінцеві показники роботи підприємства, рівня ринкового попиту — на кінцеву продукцію; вплив попиту на інтенсивність роботи виробничої системи та т. ін. Крім цього, можлива оцінка впливу рекламних зусиль на кінцеві показники роботи виробничої та збутових ланок, а також вивчення зворотних процесів — впливу рівня цих показників на активізацію або гальмування рекламних процесів. Завдяки відкритості моделей можливим є аналіз множини факторних впливів на динаміку бізнес-процесів.

3. В системі легко відтворюється мінливість, невизначеність середовища, в якому протікають бізнес-процеси підприємства, завдяки наявності багатьох засобів імітації стохастичних впливів на досліджувані процеси. Наявні також засоби імітації часової затримки процесів, що наближає моделювання до реального протікання їх у часі.

4. Модель, яка створюється у середовищі Ithink, фактично відіграє роль тренажеру для менеджерів завдяки об'єктивній спрямованості на різноманітні аспекти поведінки процесів управління. Тобто на імітаційних моделях системної динаміки менеджери підприємства можуть «програвати» різноманітні управлінські рішення щодо організації процесів виробництва та збуту продукції, а також їх можливих наслідків у майбутньому. Таким чином, наведений математичний апарат залучається до повсякденної оперативної аналітичної діяльності.

5. Позитивними рисами пакету Ithink є також його технічні характеристики:

- Підтримка структурно-функціонального підходу до аналізу та проектування моделей. Завдяки такій технології є можливість реалізації кількох рівнів представлення моделей: на високому рівні — представлення у вигляді блок-схем з використанням CASE-засобів, а на низькому рівні — побудова потокових схем та діаграм.

- Вбудовані блоки, що забезпечують створення різних видів моделей. Підтримка множини форматів вхідних даних.

- Розвинуті засоби аналізу чутливості, що забезпечують автоматичне багаторазове виконання моделі з різними вхідними даними.

- Підтримка авторського моделювання, яке дуже спрощує використання моделей користувачами з недостатньою підготовкою (в даному випадку, менеджерами-маркетологами).

Розроблено типові моделі виробничо-збутових систем, в яких легко може відтворюватися галузева специфіка. В моделях відображено різні структури бізнес-процесів збуту. Однією з головних задач дослідження було вивчення впливу вказаних структур на кінцеві показники функціонування виробничо-збутових систем — підприємств — та їх мережі розподілу продукції. Окрім цього, в процесі моделювання досліджувався ринковий попит на продукцію досліджуваного підприємства.

Загальна структура моделі наведена на рис. 1.



Рис. 1. Структура моделі функціонування виробничо-збутової системи

Модель містить чотири сектори:

1. «Виробництво та відвантаження продукції» — імітація функціонування виробничо-збутової мережі типового промислового підприємства з

точки зору формування потоку замовлень на випуск продукції, реалізації виробничих можливостей, а також формування потоків просування готової продукції у мережі збуту. Замовлення на випуск готової продукції формуються на основі ринкового попиту, який визначається як випадкова змінна. До цього враховується сезонність у інтенсивності споживання продукції в різних регіонах (що характерно для деяких видів продукції конкретних галузей). Згідно з тим, що на практиці замовлення від користувачів формуються та надходять на підприємство-виробник з конкретною періодичністю, ці обставини враховуються в ході формування потоку замовлень. Поточний фонд замовлень імітується за допомогою спеціального блоку-конвейєру, в якому при необхідності можна також вказати граничне число замовлень, що приймаються до обробки. Затримка у часі, тобто час обробки замовлень визначається з врахуванням середнього терміну розгляду одного замовлення перед запуском його у виробництво. Поточна виробнича потужність підприємства враховує тривалість виробничого циклу випуску продукції та межі реальних виробничих можливостей виробника. В моделі передбачається ситуація, коли клієнти залишають чергу із-за тривалого очікування та недостатніх виробничих потужностей. Залежно від конкретного об'єкта дослідник може передбачити власний алгоритм імітації «втрати» клієнтів.

Відвантаження готової продукції дистриб'юторам зі складу підприємства може здійснюватися у відповідності з різними стратегіями. В моделі передбачено достатньо повний набір змінних, що враховує різні алгоритми протіканні даного процесу.

2. «Функціонування каналів збуту» — імітація потоків просування продукції у каналах збуту (зважаючи на структуру конкретного каналу).

3. «Формування витрат та доходів у каналах збуту» — імітація потоків формування витрат та показників прибутковості у виробничій ланці та в окремих ланках ланцюга збуту.

4. «Рекламна діяльність підприємства» — моделювання рекламного бюджету, поточних витрат на рекламу та реакції ринку на рекламні зусилля, що безпосередньо впливають на формування ринкового попиту. На базі даного сектора реалізується зворотний зв'язок між рекламною та виробничо-збутовою діяльністю підприємства.

Відображаючи логічні зв'язки, поточкові діаграми допомагають виявити та врахувати різноманітні аспекти процесів, що моделюються, з необхідним ступенем деталізації. На математичному рівні наведені моделі системної динаміки бізнес-процесів є системою кінцево-різницевого рівнянь, які вирішуються на основі чисельного алгоритму інтегрування (за схемою Ейлера або Рунге — Кутта) з постійним кроком та заданими начальними значеннями.

Позитивним моментом технології Ithink є наявність у користувача можливостей задавати довільні значення параметрів моделі, що забезпечує врахування специфіки господарювання конкретного об'єкта дослідження. Зміни значень параметрів дозволяють реалізувати різні плани проведення імітаційних експериментів. Наприклад, користувач може враховува-

ти різні часові затримки, завдавати різні значення блоків-конвеєрів, початні значення блоків-фондів всіх типів, значення допоміжних змінних, параметрів випадкових розподілів. Користувач може також отримувати як кінцеві, так і проміжні результати моделювання; змінювати термін та тривалість кроку імітації.

Деякі аналітичні висновки, які можна визначити за допомогою моделі системної динаміки, проілюструємо на прикладі умовного промислового підприємства, яке має канали збуту у різних регіонах. Досліджувалися виробничо-збутові бізнес-процеси в розрізі двох та трьох ланкових організацій каналів збуту. Термін імітації — рік, крок імітації — день.

На рис. 2 представлена прогнозна динаміка ринкового попиту (в натуральних одиницях виміру — кг) на досліджуваний рік по кожному з двох регіонів (умовно 1 та 2). Базова модель — триланкова система каналу збуту.

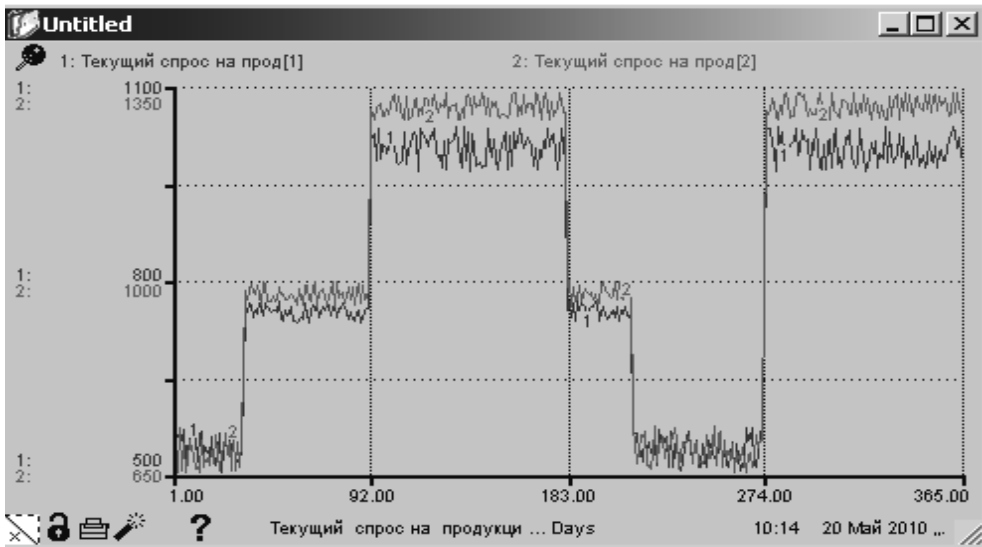


Рис. 2. Динаміка ринкового попиту в регіональному розрізі

Як видно з представлених даних, попит на продукцію має різку сезонність. Фактично можна визначити три часові періоди — низького, середнього та підвищеного попиту. Попит вище у регіоні 2, що особливо очевидно у межах періоду підвищеного попиту. Прогноз динаміки попиту має інтерес для підприємства-виробника з точки зору орієнтації на необхідні виробничі потужності та можливості їх достатнього навантаження. Крім цього, дослідження сезонності попиту сприяють визначенню найбільш оптимальних періодів зупинки на профілактику за вимогами технологічного процесу.

Аналіз наявних виробничих потужностей підприємства-виробника та прогнозної пропускну здатності довели недостатність виробничих потуж-

ностей для забезпечення потоку замовлень користувачів, особливо в періоди підвищеного попиту (рис. 3). Тенденція підтвердилася і аналізом динаміки вмісту черги (рис. 4).

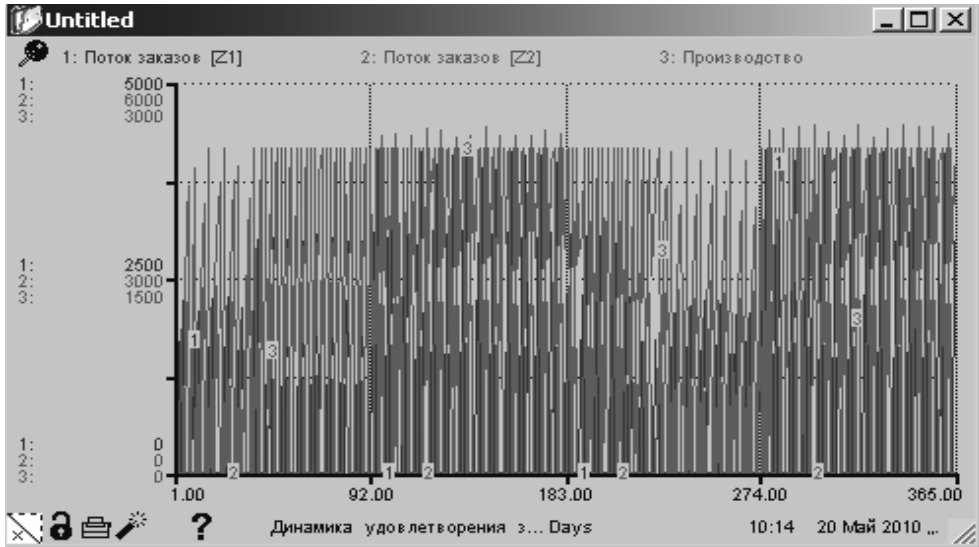


Рис. 3. Аналіз динаміки задоволення замовлень на продукцію з огляду на пропускну спроможність підприємства

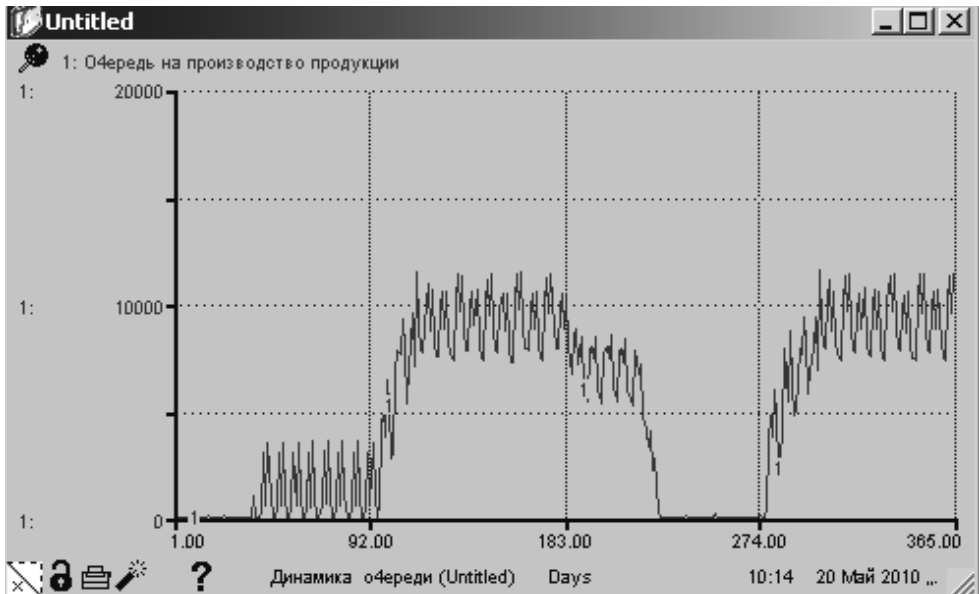


Рис. 4. Динаміка черги на виробництво продукції

Недостатність виробничих потужностей вплинула на обсяги відвантаження готової продукції підприємства по регіонах. Динаміку процесів відвантаження (у натуральному вимірі) наведено на рис. 5.

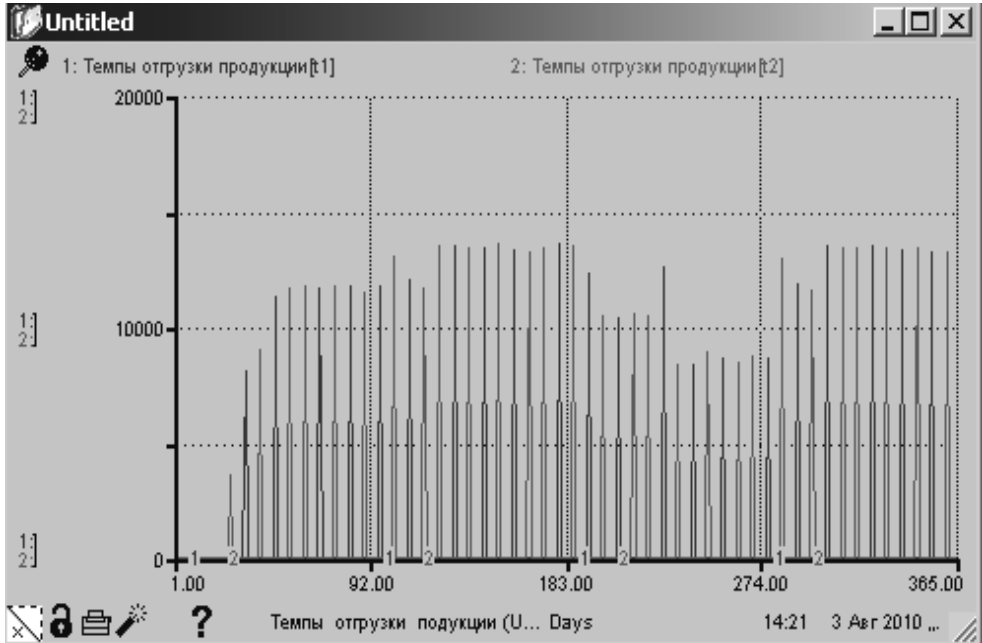


Рис. 5. Динаміка відвантаження готової продукції підприємства по регіонах

Не зважаючи на те, що ринковий попит по регіону 2 значно вищий, обсяги відвантаження продукції по регіонах розрізняються незначно (не в тій пропорції, як можна б було сподіватися, зважаючи на обсяги попиту).

Підприємству рекомендується перегляд завантаження наявних виробничих потужностей, а також перерозподіл пріоритетів регіонів у відвантаженні готової продукції. Незадоволення попиту може відштовхнути частину цільової аудиторії від даної марки виробів та переорієнтувати їх на іншого виробника. Втрата більш перспективного ринку збуту (відповідного ринкового сектору регіону 2) негативно вплине на кінцеві показники діяльності виробника. Однак, імітаційні експерименти показали, що виробництво достатньо чітко реагує на коливання ринкового попиту — динаміки наведених процесів загалом співпадають.

Дослідження механізму дії 3- та 2-ланкових структур каналів збуту довели наступні загальні результати.

На рис. 6 та рис. 7 наведено динаміку збуту продукції (у натуральному вимірі) у роздрібній мережі по регіонах відповідно, у триланковому та дволанковому каналах.

Наведені дані свідчать про те, що в регіоні 1 триланковий канал працює ефективніше, ніж дволанкова система збуту. Реалізація по періодах

більш стабільна, особливо в періоди підвищеного попиту на продукцію, що досліджується. У регіоні 2 спостерігається зворотна картина. Дволанкова система сприяє підвищенню ритмічності реалізації та загальному збільшенню обсягів збуту.

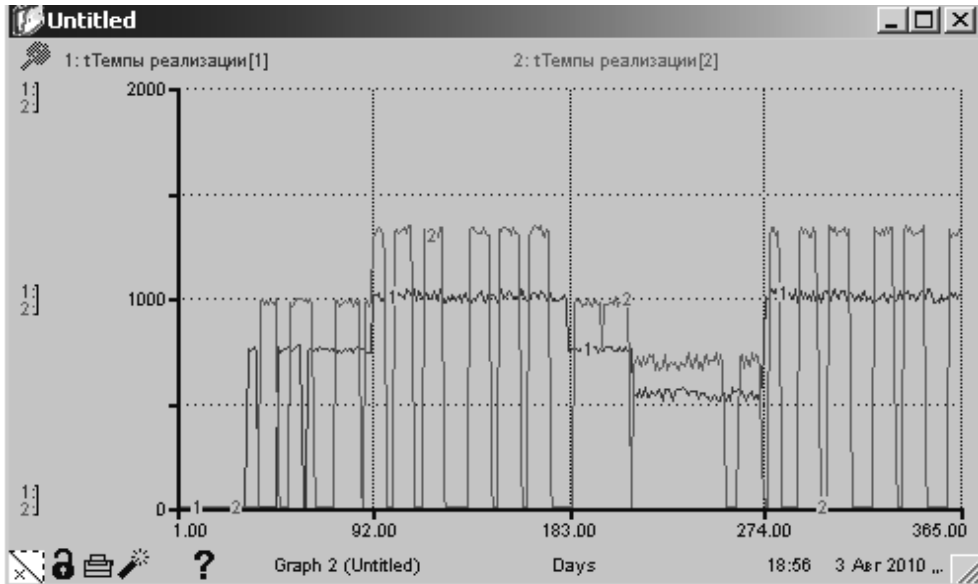


Рис. 6. Динаміка процесів реалізації у розрібній мережі при триланковій структурі каналу збуту

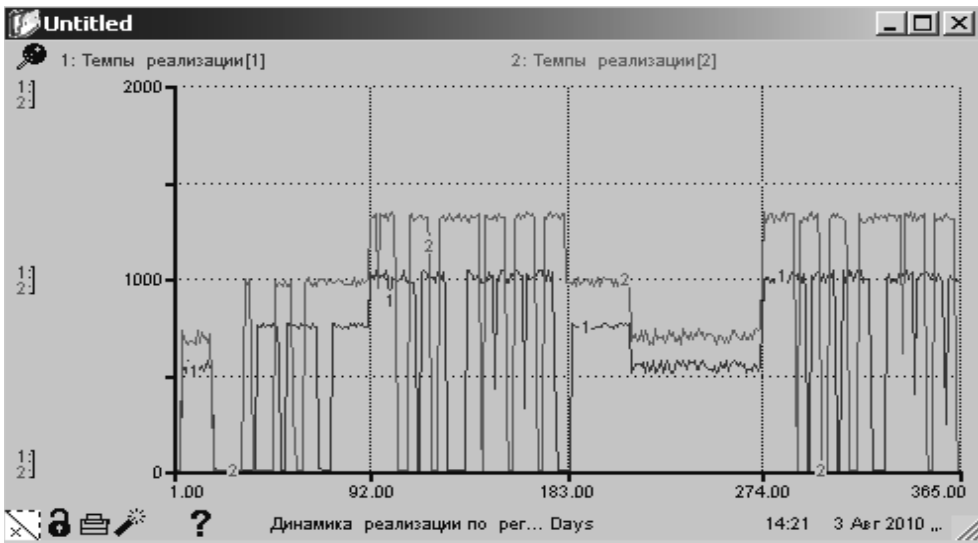


Рис. 7. Динаміка процесів реалізації у розрібній мережі при дволанковій структурі каналу збуту

Більш детальне ознайомлення з ситуацією в наведених регіонах довело найбільшу ефективність субдистриб'юторів регіону 1 та недостатню гнучку політику і пасивність менеджерів аналогічної ланки регіону 2. Такий висновок підтвердився інформацією про динаміку витрат в ланках субдистриб'юторів — рис. 8.

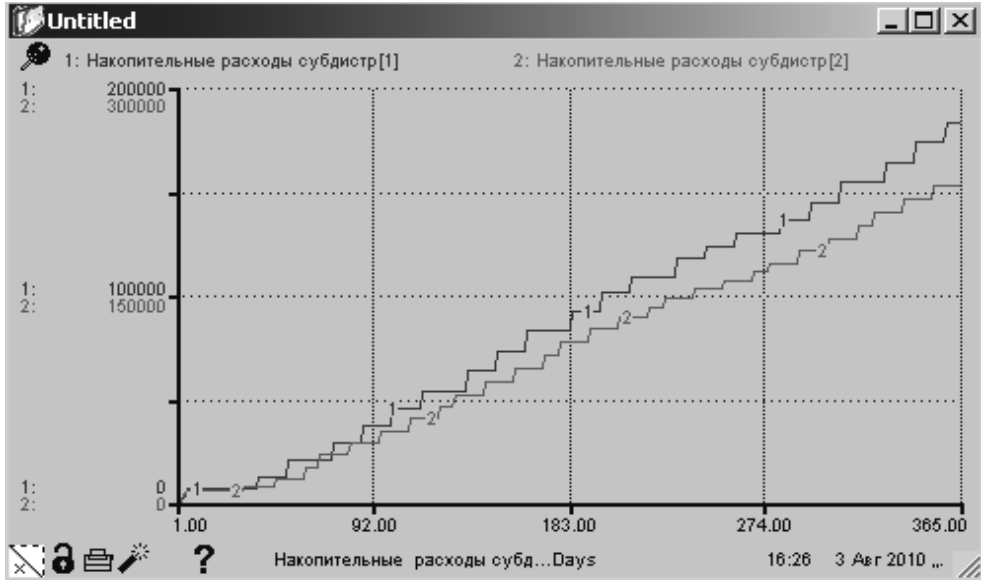


Рис. 8. Динаміка накопичених витрат (у грн) субдистриб'ютерів по регіонах

Динаміка загальних витрат у каналах збуту (поточних та підсумкових), а також питомі витрати на одиницю реалізованої продукції для триланкової та дволанкової систем в розрізі регіонів теж достатньо простежуються за результатами модельних експериментів. Динаміка чистого прибутку у конкретних ланках каналів збуту доповнює загальну картину. Так, в результаті проведених експериментів було доведено ефективність триланкової системи тільки для регіону 1, але для регіону 2 найбільш ефективною виявилася дволанкова система.

За допомогою проведення імітаційних експериментів на моделях менеджери можуть детально досліджувати систему формування витрат в конкретних ланках каналів збуту та оцінювати можливості їх зниження. Зміна витратних та цінових нормативів в процесі проведення експериментів дозволяє спрогнозувати найбільш вірогідний сценарій розвитку подій та заздалегідь прийняти відповідні заходи по підвищенню ефективності роботи каналів збуту, збільшенню їх пропускної спроможності.

За визначеними, як найбільш ефективні, організаційними структурами каналів збуту для кожного з регіонів на моделях були апробовані різні стратегії формування рекламного бюджету. Згідно з цим вивчалися динаміка змін ринкового попиту за рахунок рекламних зусиль підприємства

(рис. 9), прогнозні динаміки потоків потенційних та втрачених покупців продукції (рис. 10); змін сектору цільової аудиторії, який відреагував на рекламу тощо.

За прикладом, наведеним на рис. 9, оптимістична динаміка демонструє адекватне реагування ринку на рекламні зусилля. Так, спочатку (перше півріччя) реакція ринку є мінімальною, що відповідає затриманню відгуку цільової аудиторії на рекламні витрати. Для другого півріччя характерним є сплеск попиту, потім поступово динаміка попиту стабілізується. Експеримент показав, що абсолютні значення показників попиту незначно перевищують витрати на рекламу у відповідних періодах. Однак, слід пам'ятати про довготермінову «роботу» рекламних витрат.

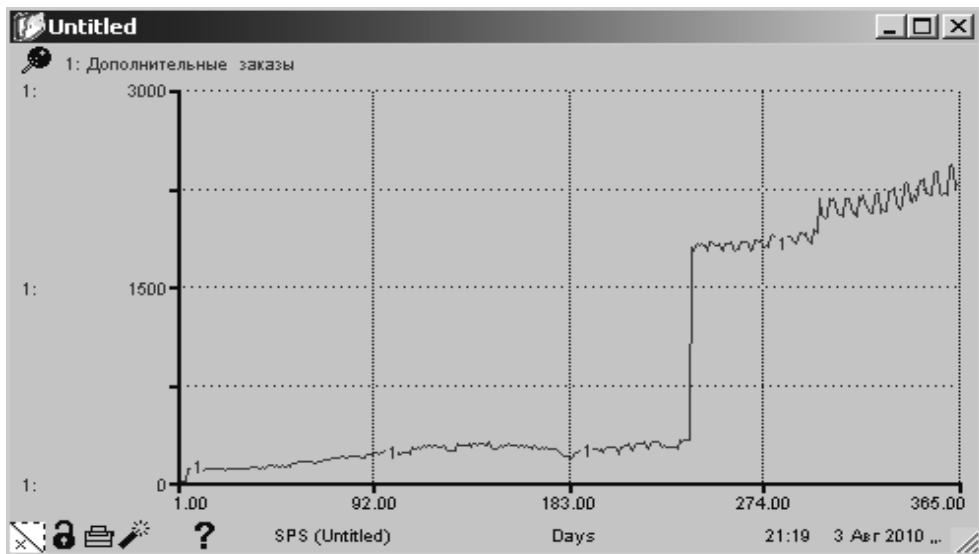


Рис. 9. Прогнозна динаміка збільшення ринкового попиту (грн) за рахунок рекламних зусиль

Якщо врахувати, що прогнозне збільшення попиту досягнуто за рахунок покупців, які перейшли у розряд постійних, співвідношення «витрати — результат» можна визнати задовільним. Однак, приблизно 40 % цільової аудиторії, яка відреагувала на витрати (потенційні покупці), втрачається, і тільки 60 % переходить у розряд постійних покупців (динаміка на рис. 10).

Таким чином, завдяки комплексу імітаційних експериментів менеджери можуть визначитися з найбільш прийнятним рівнем рекламних витрат протягом тривалого періоду на перспективу, а також з найбільш ефективною технологією формування рекламного бюджету.

Реалізація методу системної динаміки на платформі технології Ithink стосовно головних бізнес-процесів виробничо-збутової сфери підприємств дозволяє аналізувати різні сценарії їх розгортання у часі. Це дає можли-

вість менеджерам своєчасно оцінити ступінь ефективності активної організаційної структури, визначити «вузькі місця» на виробництві та в каналах збуту. Прогнозний аналіз чутливості кінцевих показників роботи підприємства до різноманітних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища дозволяє уникнути їх негативного впливу на практиці.

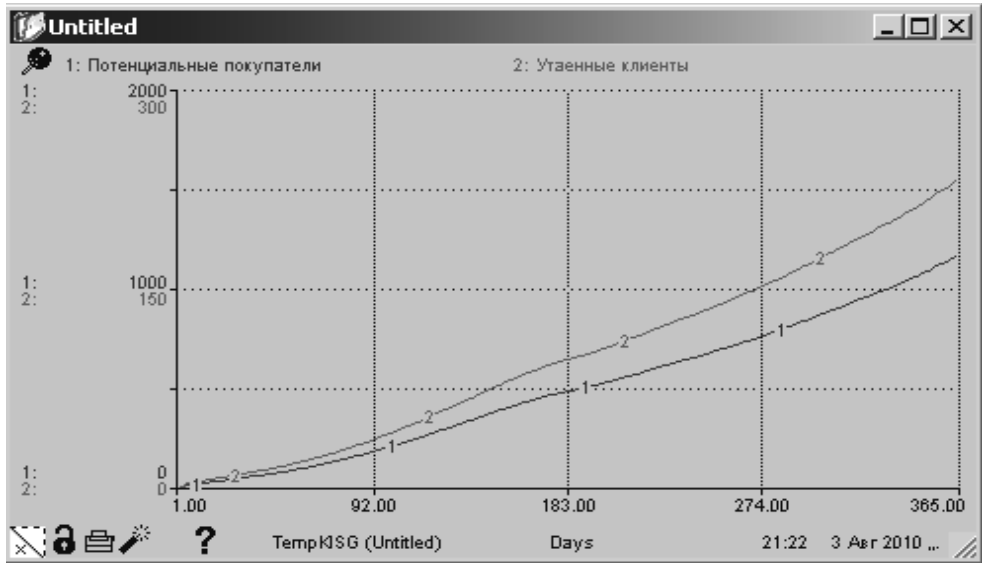


Рис. 10. Динаміка темпів потоків потенційних та втрачених клієнтів

Ефективність та оперативність прийняття управлінських рішень щодо визначення та корегування бізнес-процесів на підприємствах протягом тривалого періоду підтримується засобами планування численних імітаційних експериментів, фактично тренажерним характером моделі.

Наведені фрагменти моделі дещо спрощені з метою надання уяви про загальні можливості імітаційного моделювання бізнес-процесів виробничо-збутової сфери підприємства. Але вони демонструють гнучкість методу, наявність можливостей врахування особливостей функціонування конкретного промислового об'єкта.

Література

1. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. — М.: Олимп-Бизнес, 2008 г. — 304 с.
2. Лычкина Н. Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятиях. — Бизнес-информатика. — № 1. — 2009.
3. Ойхман Е. Г., Попов Э. В. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информ. технологии. — М.: Финансы и статистика, 2007. — 340 с.
4. Уткин Э. А. Бизнес-реинжиниринг. Обновление бизнеса. — М.: Тандем, 2008. — 225 с.
5. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия. — М.: Прогресс, 1971. — 765 с.
6. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе. Пер. с англ. — М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2007. — 288 с.

7. Цисарь И. Ф. Моделирование экономики в Ithink_Stella. Кризисы, налоги, информация, банки. — М.: ДИАЛОГ_МИФИ, 2009. — 224 с.
8. Lawandowski A., Werzbicki A. Theory, SoftWare and Testing Example in Decision Support Systems. Working paper WP-88-071, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 2007.
9. Swain J. J. «Power Tools for Visualization and Decision-Making», OR/MS Today, February, 2008 — Simulation SoftWare Survey.

З. Н. Соколовская

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ
НА ПЛАТФОРМЕ ITHINK**

Резюме

Обосновывается целесообразность и эффективность использования технологии Ithink в моделировании бизнес-процессов на микроуровне. В обобщенном виде представлена имитационная модель основных бизнес-процессов производственно-сбытовой сферы предприятия. Рассмотрены фрагменты планов имитационных экспериментов на модели и основные результаты, полученные в процессе имитации.

Ключевые слова: бизнес-процесс, метод системной динамики, имитационная модель.

Z. Sokolovskaja

Odessa National I. I. Mechnicov University

**MODELING OF BUSINESS-PROCESSES OF ENTERPRISE
ON THE PLATFORM ITHINK**

Summary

Expediency and efficiency of using 'Ithink' technology on micro level modeling of business processes is given proof. The simulation model of basic business processes in the production and sale activities of an enterprise is presented. Simulated fragments of plans of simulation experiments and basic simulation results are considered.

Key words: business processes, system dynamics method, simulation model.