

**Степаненко О.А.**

кандидат економічних наук,

доцент кафедри менеджменту

Міжнародного гуманітарного університету

E-mail: lenasty@mail.ru

**Гострик О.А.**

кандидат економічних наук,

доцент кафедри економічної кібернетики

Одесського національного економічного університету

E-mail: alic@i.ua

## АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КРУГООБІГУ ОБОРОТНИХ КОШТІВ ФІРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ANYLOGIC

**Анотація.** У статті викладено аргументи на користь доцільноти застосування метода системної динаміки в аналізі показників кругообігу оборотних коштів фірми. Обґрунтовано і рекомендовано використання імітаційних моделей з метою аналізу та прогнозування фінансових показників.

**Ключові слова:** фінансовий стан, оборотні кошти, імітаційне моделювання, метод системної динаміки, прийняття рішень.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Фінансовий аналіз є невід'ємною частиною загального економічного аналізу, роль якого визначена як обов'язкова функція пізнання процесів, що протикають в сфері економіки. Слова американського фінансиста Джека Трейнора «можливо ви не отримаєте багатства, використовуючи все, якщо не будете цього робити» відображають увесь зміст фінансового аналізу з позиції діяльності господарчих систем в умовах ринкових економічних відносин [1, 9].

В умовах постійних змін в економічній ситуації в Україні, яка обтяжена політичною складовою та не до кінця розробленою законодавчою базою, питання фінансового аналізу та якісного прийняття рішень для будь-якого суб'єкту господарювання стає одним з важливіших в його житті, тому що фінанси є індикатором його конкурентоспроможності на ринку [2, 6].

Фінансовий стан відображає інформацію та впливи зі сторони зовнішнього середовища на внутрішній стан підприємства.

Оперативний фінансовий аналіз – необхідний атрибут стратегії і тактики ефективного фінансового менеджменту для керівника фірми. У кожній ситуації, що пов'язана з фінансовим ризиком, виникають запитання: що означає виправданий

(допустимий) фінансовий ризик, де проходить межа, що відділяє допустимий фінансовий ризик від нерозумного? Відповісти на ці запитання – значить знайти рівень «прийнятного фінансового ризику», кількісну та якісну оцінки конкретних ризикових фінансових рішень.

Існує багато засобів, які вирішують поставлену проблему, серед яких відокремлюється метод моделювання [3, 170].

Комп'ютерне моделювання має ряд переваг у порівнянні з іншими підходами для вирішення поставленої проблеми. Зокрема, воно дає можливість враховувати велику кількість перемінних, прогнозувати розвиток нелінійних процесів, виникнення синергетичних ефектів. Комп'ютерне моделювання дозволяє не тільки одержати прогноз, але і визначити, які керуючі впливи приведуть до найбільш сприятливого розвитку подій. Якісні висновки, зроблені за результатами комп'ютерного моделювання, дозволяють знайти такі властивості складної системи, як її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність та інше. Кількісні висновки в основному носять характер деякого прогнозу майбутніх або пояснення минулих значень перемінних, що характеризують систему. Один з основних напрямків використання комп'ютерного моделювання – пошук оптимальних варіантів зовнішнього впливу на об'єкт із метою одержання найвищих показників його функціонування.

Імітаційне моделювання – один з видів комп'ютерного моделювання, що використовує методологію системного аналізу, центральною процедурою якого є побудова узагальненої моделі, що відбиває усі фактори реальної системи, у якості ж методології дослідження виступає обчислювальний експеримент [4, 3].

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Розглядаючи імітаційне моделювання як засіб вирішення проблем бізнесу, можна виділити три основні підходи: системна динаміка; дискретно-подієве моделювання (процесно-орієнтоване); агентне моделювання. Перші два підходи є «традиційними» методами імітаційного моделювання, що з'явилися в 50-60-х роках ХХ сторіччя.

Агентне моделювання — відносно новий метод, що набув широкого практичного поширення лише після 2000 року, але вже зарекомендував себе безліччю "success stories". Системна динаміка і дискретно-подієве моделювання розглядають систему зверху вниз, працюючи на так званому системному рівні. Агентне моделювання — це підхід знизу-вгору: творець моделі фокусується на поведінці індивідуальних об'єктів.

Системна динаміка передбачає високий рівень абстракції і використовується в загалі для завдань стратегічного рівня. Процесно-орієнтований (дискретно-подієвий) підхід використовується в основному на операційному і тактичному рівні. Спектр вживання агентних моделей включає завдання будь-якого рівня абстракції: агент може представляти компанію на ринку, покупця, проект, ідею, транспортний засіб, пішохода, роботу і так далі.

Як метод моделювання системи аналізу фінансових показників доцільно вибрати імітаційні моделі, зокрема, — моделі системної динаміки [5, 5]. Концепція системної динаміки дозволяє моделювати динамічні процеси на високому рівні агрегування. В основі її лежить представлення про функціонування динамічної системи, як сукупності потоків (грошових, продукції, людських і т.п.) [6].

За допомогою сучасних систем моделювання (таких, наприклад, як iThink, VENSIM, DYNAMO, ANYLOGIC і інших) модель формується на ідеографічному рівні. Одержані системні потокові діаграми є формою структуризації знань експерта, в інформаційній мережі яких виробляється неузгодженість (дисбаланс) по різних видах потреб і споживання ресурсів. Основною цільовою задачею є встановлення балансу використання ресурсів у системі. Моделі системної динаміки застосовуються разом з диференціальними рівняннями балансового типу, а також у сполученні з принципами і методами логістики, заснованими на оптимізації, керуванні, інтеграції потоків у складних системах [7].

AnyLogic 6, заснований на Java і базується на платформі Eclipse, — сучасному стандарті для бізнес-додатків. Завдяки Eclipse AnyLogic працює на всіх поширеніших операційних системах (Windows, Mac, Linux і так далі) [8].

До AnyLogic включені засоби аналізу даних і великий набір елементів бізнес-графіки,

спроектованих для ефективної обробки і презентації результатів моделювання: статистики, набори даних, графіки, діаграми, гістограми [9].

Відвертість моделей на рівні Java дозволяє легко інтегрувати їх із зовнішніми Java і нативними додатками, зокрема ERP, CRM і іншими елементами корпоративної IT-інфраструктури. Моделі AnyLogic працюють у складі комплексних систем підтримки ухвалення рішень на багатьох підприємствах [10].

В порівнянні з традиційними інструментами, AnyLogic забезпечує більш ваговиті можливості при менших трудовитратах, оскільки дозволяє:

- моделювати швидше за допомогою візуальних, гнучких, розширюваних, повторно-використовуваних об'єктів (стандартних і своїх), а також Java;
- моделювати точніше, застосовуючи різні підходи, комбінуючи і модифікуючи їх для конкретного завдання; збільшити життєвий цикл моделі, швидко підстроюючи її до змінних умов, при вирішенні яких необхідні як високий, так і низький рівні абстракції;
- збільшити життєвий цикл моделі, швидко підстроюючи її до змінних умов, при вирішенні яких необхідні як високий, так низький рівні абстракції;
- використовувати обширний арсенал засобів аналізу і оптимізації безпосередньо в середовищі розробки моделі;
- просто і ефективно інтегрувати модель відкритої архітектури з офісним і корпоративним програмним забезпеченням, включаючи електронні таблиці, БД, ERP і CRM системи;
- ефектно подати свої результати, що супроводжують модель інтерактивною анімацією будь-якої складності, а також, що надають доступ до моделі-аплету через Інтернет.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Побудова моделі аналізу фінансових показників кругообігу оборотних коштів фірми в системі AnyLogic, яка дозволить виробити ефективні управляючі рішення в галузі встановлення необхідного балансу використання ресурсів в системі.

**Формування цілей статті.** Завдання даної статті полягає у пропонуванні простої імітаційної моделі оцінки фінансових показників комерційної фірми в середовищі моделювання AnyLogic та визначені переваг використання таких моделей.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Знати про існування «вузьких міст» у кругообігу оборотних коштів, проаналізувати їх на якісному рівні та провести їх логіко-ймовірнісне моделювання необхідно в діяльності фінансового менеджера.

Розглянемо діяльність торговельно-закупівельної фірми, яка торгує зерном. Найбільшу увагу фінансових менеджерів необхідно приділяти стану грошових коштів, тому що їх нестача головним чином впливає на ритмічність роботи фірми та, й на кінець, на фінансовий результат. Дуже важливо прогнозувати розриви (лаги) між потраплянням та витратами грошових коштів тому, що це дозволить більш чітко керувати рішеннями, пов'язаними з взяттям короткострокових кредитів для поповнення оборотних коштів. Модель, що наведена на рис. 1, представляє основні стадії кругообігу оборотних засобів фірми: Гроши – Покупка – Транспортування – Склад – Продаж – Гроши. Промоделюємо цю ланку кругообігу оборотних коштів в середовищі Anylogic.

Модель, яка імітує кругообіг оборотних коштів, наведено на рис. 1. Вхідні показники в моделі такі:

- DEsr – грошові засоби = (277 тис. грн.);
- stoimost\_1sygura – ціна для одиниці сир'я (600 грн. за тонну);
- Cena – ціна реалізації (1250 грн. за тонну);
- srokiDZ=30 діб – строки дебіторської заборгованості;

- vremya\_v\_puti – строк доставки товару на склад (2 дні);
- DZ – значення дебіторської заборгованості (173 тис. грн.);
- cenafact = 1.1 тис. грн. – ціна реалізації по факту;
- Transportirovka= pokupkatovara-Dostavka (обсяг купованих товарів);
- Postzatraty – 3.5 тис. грн. на добу (постійні витрати);
- Dostavka =delay (Transportirovka, Vremyauputi);
- Skladtovarov = Dostavka-Prodaji – Fact;
- Prodaji= Cena\*Skladtovarov\*0.25;
- DZ =Prodaji – oplata;
- Oplata =delay (DZ, srokiDZ);
- Fact =cenafact\*Skladtovarov\*0.75 (обсяг грошових коштів за продаж по факту);
- Pokupkatovara =(DEsr\*0.05)/Stoimost\_1sygura;
- Cenafact – 1100 грн.

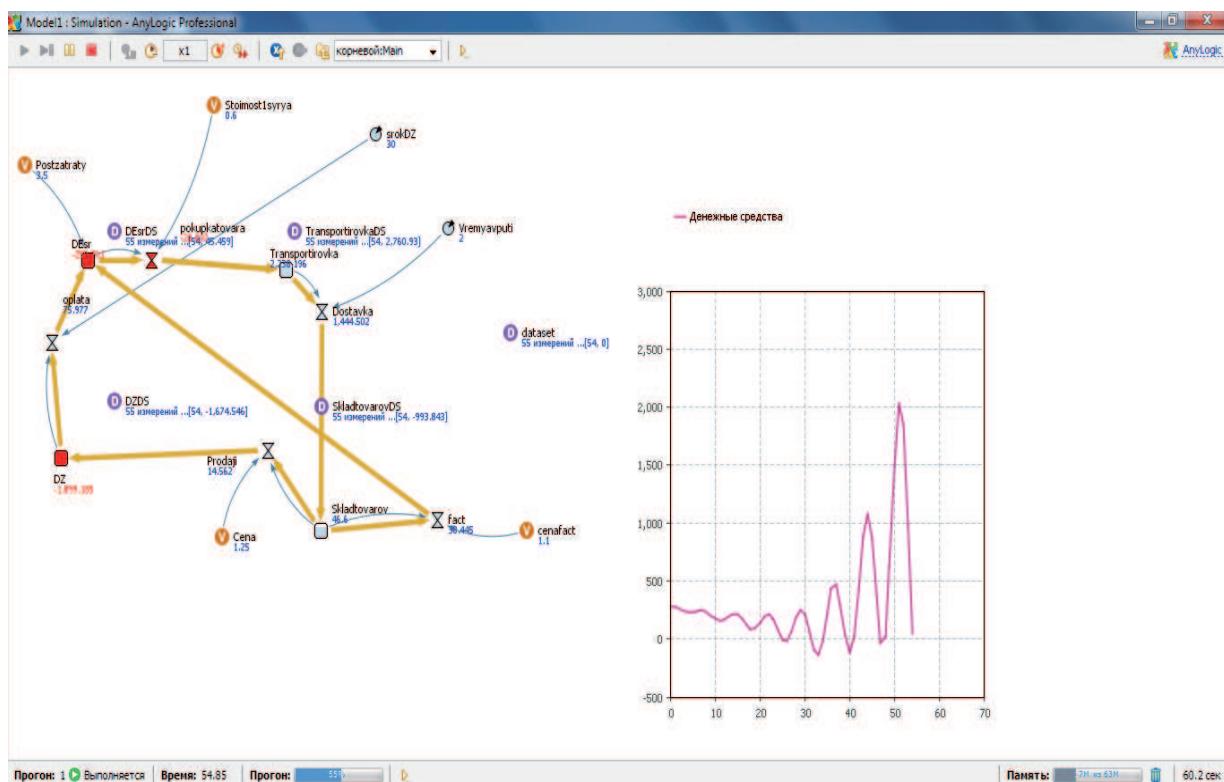


Рис. 1. Кругообіг оборотних коштів

Виходячи з отриманих даних, для 50 діб моделювання маємо таке: прогнозується, що фірма збільшить в 10 разів обсяг грошових коштів до 2000000 грн. Таке збільшення власних коштів пояснюється також накопиченням на складі (998 тонн на 50 добу дослідження), при цьому розмір дебіторської заборгованості варіюється від 173 тис. грн. до 1000000 грн.

На стан грошових коштів впливають не тільки платежі по закупці товару, а й наприклад, виплати податків, виплати по кредитам й різні поточні виплати, які необхідні в діяльності кожної фірми.

Розглянемо кожен з елементів, що впливає на формування грошових коштів. Кожен з цих елементів або виступає в ролі проміжного кінцевого результату, або є одним з елементів, що формують модель.

Елемент «оплата продукції» є кінцевим результатом циклу реалізації товару (див. рис. 1). В даній моделі імітується процес реалізації товару. Слід зауважити, що процес реалізації, тобто формування та погашення дебіторської заборгованості є багато поточним (мається на увазі різні строки погашення), що реалізує процес, коли різні дебітори перераховують кошти за товар у різні строки. Елемент «поточні витрати» – це постійні витрати фірми, які оплачуються кожен місяць. Елемент «податкові витрати» є результатом розрахунку іншої моделі.

Ступінь допустимого рівня дебіторської заборгованості та суми власних коштів визначаються з урахуванням таких параметрів, як ціна за одиницю сировини, строк дебіторської заборгованості, вартість транспортування, ціна продажу тощо. Чим більшими власними коштами володіє фірма, тим більший асортимент її операцій та послуг, тим менш чутлива вона до зовнішніх та внутрішніх впливів і тим сміливіше менеджер може прийняти рішення про укладення угоди.

**Висновки даного дослідження і перспективи подальших розробок.** Наведена модель дозволяє проаналізувати поточні значення фінансових показників, які реалізують кругообіг оборотних коштів. Модель прогнозує динаміку розвитку фінансових показників, таких як значення власних коштів, дебіторської заборгованості, наявності сировини на складі та інші. Модель також дозволяє проаналізувати залежність впливу росту, або зменшення таких показників як ціна за одиницю сировини, ціна реалізації, строк дебіторської заборгованості, строк доставки товару на склад та інші. Отримані за моделлю показники дозволяють оцінити критичні значення для фінансових показників (31-33 доба та 38-40 доба – час, коли фірма має нестачу фінансових коштів у розмірі 150 тис. грн., що легко вирішується за рахунок

взяття короткострокового кредиту або займу). Крім того, до моделі можна додати механізм урахування відсотків росту, або відсотків скорочення по кожному з наведених показників. Таким чином, ускладнюючи модель, можна отримати більш широкий аналіз інформації щодо усунення «вузьких місць» у фінансовому менеджменті фірми.

Подальшою розробкою в моделі може бути включення до неї блоків прийняття рішень, які на основі отриманої інформації, будуть видавати керуючі впливи на різні об'єкти.

Модель може бути включена до так званого «блоку моделей», який входить до складу сучасних систем підтримки прийняття рішень. Такі системи підтримки прийняття рішень можуть бути використані в фінансовому менеджменті, що значно підвищить його рівень.

### Література

1. Крамаренко Г.О. Фінансовий аналіз : підручник / Г.О.Крамаренко, О.Є. Чорна. — К. : Центр учебової літератури, 2008. — 392 с.
2. Цал-Цалко О. Фінансовий аналіз : підручник / О. Цал-Цалко. — К. : Центр учебової літератури, 2008. — 566 с.
3. Кредитний ризик комерційного банку : навч. посіб. / В.В. Вітлінський, О.В. Пернарівський, Я.С. Наконечний, Г.І. Великоіваненко. — К. : Знання, КОО, 2000. — 251 с.
4. Пономаренко Л.А. Основи економічної кібернетики : підруч. / Л.А. Пономаренко. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. — 432 с.
5. Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. Классика CS / В.Д. Кельтон, А.М. Лоу. — СПб : Питер ; Киев : Издательская группа ВНВ, 2004. — 847 с.
6. Форрестер Дж. Основы кібернетики предприятий (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. — М. : Прогресс, 1971. — 340 с.
7. <http://www.xjtek.ru/anylogic/approaches/system-dynamics>
8. <http://www.xjtek.ru/anylogic/>
9. <http://www.xjtek.ru/anylogic/>
10. <http://www.itpedia.ru/index.php/AnyLogic>.

**Степаненко О.А., Гострик О.М. Оцінка кругообігу оборотних коштів фірми з використанням системи моделювання Anylogic.**

**Анотація.** У статті викладено аргументи на користь доцільності застосування метода системної динаміки в аналізі показників кругообігу оборотних коштів фірми. Обґрутовано і рекомендовано використання імітаційних моделей з метою аналізу та прогнозування фінансових показників.

**Ключові слова:** фінансовий стан, оборотні кошти, імітаційне моделювання, метод системної динаміки, прийняття рішень.

**Stepanenko H.A., Gostrik A.M. Analysis and prognostication of rotation of circulating assets of firm with the use of system design Anylogic.**

**Summary.** In the article arguments are expounded in behalf of expedience of applicability of method of system dynamics in the analysis of indexes of rotation of circulating assets of firm. Grounded and the use of simulation models is recommended with the purpose of analysis and prognostication of financial indexes.

**Keywords:** financial state, circulating assets, imitation design, method of system dynamics, making decision.