

## Системно-динамічне моделювання товарних запасів складської мережі фармацевтичного підприємства

Недостатній рівень ефективності управління запасами перш за все викликаний недосконалою політикою управління товарними запасами, слабкими зв'язками системи постачання на підприємстві. Найчастіше планування поповнення запасів необґрунтовано ведеться по деяким жорстко встановленим нормативам, незалежно від того, наскільки економічно виправданий даний рівень запасу в певній конкретній ситуації. Такий підхід призводить до необхідності підтримки такого рівня зберігання на складах товарів, який забезпечив би потреби товару навіть у самих несприятливих умовах. До вирішення цієї проблеми пропонується застосовувати метод математичного моделювання - моделі системної динаміки, що дозволить в визначити: до яких основних параметрів логістичної системи треба ставити задачі процесного управління, і які характеристики руху товарних запасів є ключовими у досягненні в динаміці свого оптимального значення. На рисунку 1 зображена концептуальна схема формування оптимального розміру замовлення у виробника.

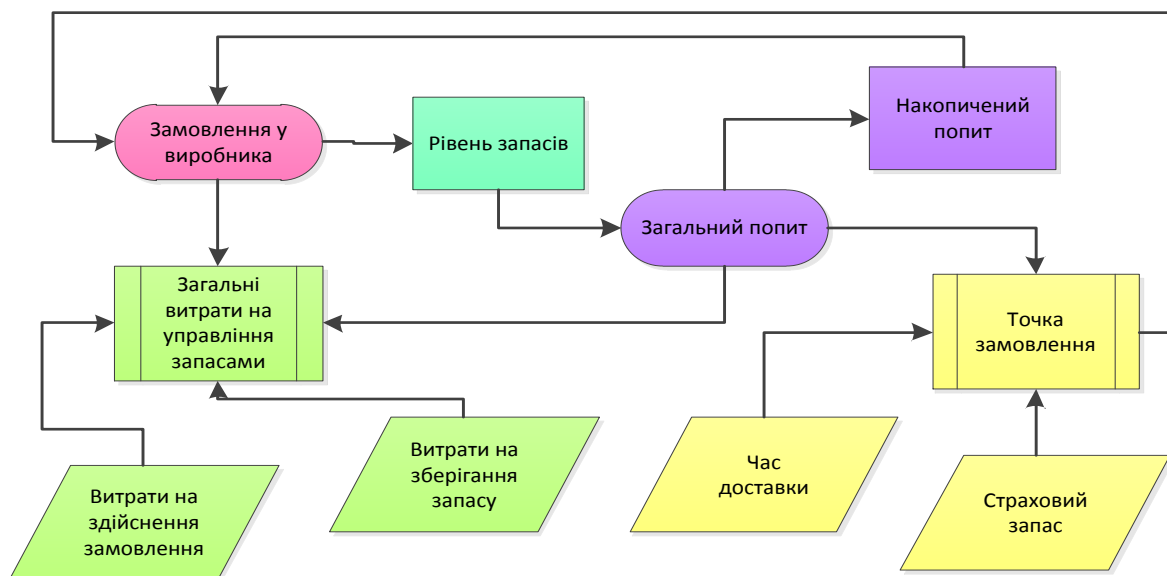


Рис. 1. Концептуальна схема формування оптимального розміру замовлення у виробника

Концептуальну модель системної динаміки товарних запасів фармацевтичної компанії ТОВ «Мегафарм» було математично формалізовано в прикладному пакеті імітаційного моделювання AnyLogic (рис. 2).

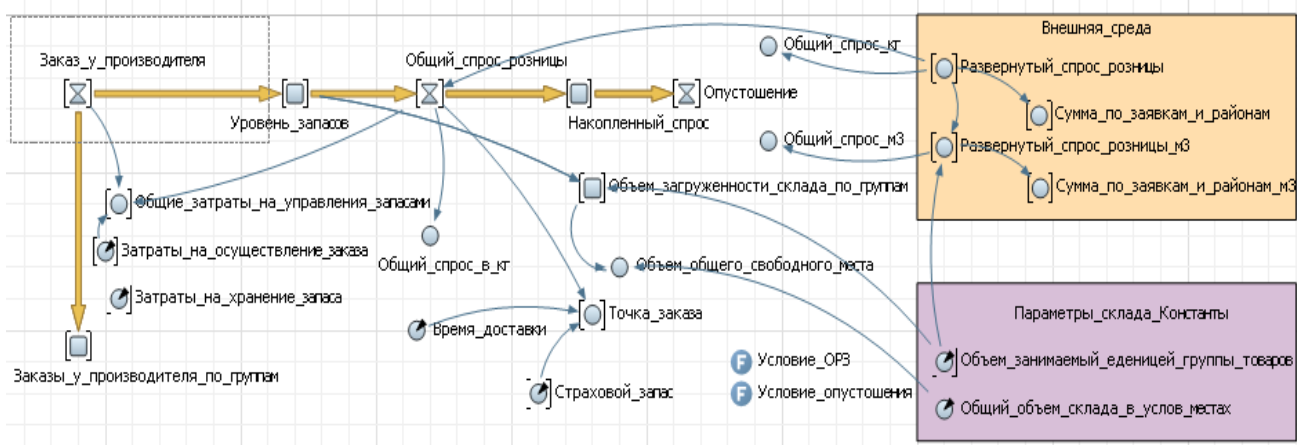


Рис 2. Система формування рівня запасів та їх поповнення компанії «Мегафарм»

Слід зазначити, що у розробленій моделі використовується комбінована ABC/VEN класифікація лікарських препаратів. Ця класифікація передбачає оцінку раціональності використання грошових коштів на медикаментозне забезпечення. Вона визнана ефективною у світовій практиці ведення ліків і рекомендована Всесвітньою Організацією Охорони здоров'я до повсюдного застосування.

ABC-аналіз дозволяє визначити найбільш дорогі напрямки витрат (лікарські засоби). Для проведення ABC-аналізу лікарські засоби ранжуються в порядку убавання витрат на три групи: «А» – найбільш витратні ліки, на які в сумі пішло 80% витрат, «В» – менш витратні, на які пішло 15% витрат, «С» – найменш витратні (5% витрат). VEN-аналіз дозволяє оцінити раціональність (розумність) витрачання фінансових коштів. Для цього всі лікарські засоби ділять на три категорії: V (англ. vital, життєво-важливі), E (англ. essential, необхідні), N (англ. non-essential, неважливі). VEN-аналіз дозволяє оцінити, ліки якої категорії переважають у використанні.

Комплексне використання ABC/VEN-аналізу забезпечує достатню ступінь об'єктивності при аналізі витрат підприємства на лікарське забезпечення і допомагає звести до мінімуму витрати і усунути грубі викривлення, що виникли в процесі закупування.

Масив значень «*Развернутого спроса розницы*» генерується випадково за допомогою вбудованої функції імовірного рівномірного дискретного розподілу *uniform\_discr*. Значення варіюються в діапазоні від 0 до 7 одиниць в день залежно від групи товару. В даному тривимірному масиві відображені заявки за всіма аптеками і групами ABC / VEN класифікації в усіх районах міста.

На підставі даних «*Развернутого спроса розницы*» формується «*Общий спрос розницы*» шляхом підсумовування отриманих значень, групуючи їх за ABC / VEN класифікацією.

«*Накопленный спрос*» зберігає на кожному кроці моделювання показники «*Общего спроса розницы*» і підсумовує їх з попередніми значеннями.

Вихідний потік «*Опустошение*» дорівнює обсягу медикаментів, який відіймається з рівня «*Накопленный спрос*» в одиницю модельного часу. Значення цієї змінної змінюється в залежності від виконання функції «*Условие опустошения*», яка здійснює перевірку з «*Заказом производителя*».

Вихідний потік «*Общий спрос розницы*» з накопичувача «*Уровень запасов*» зменшує значення цього накопичувача на кожному кроці моделювання на значення цього потоку, а вхідний «*Заказ у производителя*» - аналогічно збільшує значення цього накопичувача. Початкове значення складає 1000 одиниць на кожену групу лікарських засобів.

Аналіз сучасних умов здійснення логістичної діяльності фармацевтичної компанії характеризується наявністю дефіциту запасів, завдяки якому компанія «Мегафарм» зазнавала наступних витрат:

- витрати у зв'язку з затримкою відправки замовленого товару – додаткові витрати на просування і відправку товарів того замовлення, яке не можна виконати за рахунок наявних товарно-матеріальних запасів;
- витрати по закупівлях – витрати з оформлення замовлення; з оформлення договору про постачання і комунікації з постачальниками;
- витрати по складуванню та отримання замовлення;
- витрати з утримання запасу – витрати на складське зберігання продукції протягом відомого часу, які залежать від обсягу складованої продукції.

За допомогою процедур імітаційного моделювання стає можливим отримання необхідного рівня запасів, а також стратегії їхнього поповнення, динаміка рівня запасів, як показано на рис. 3.

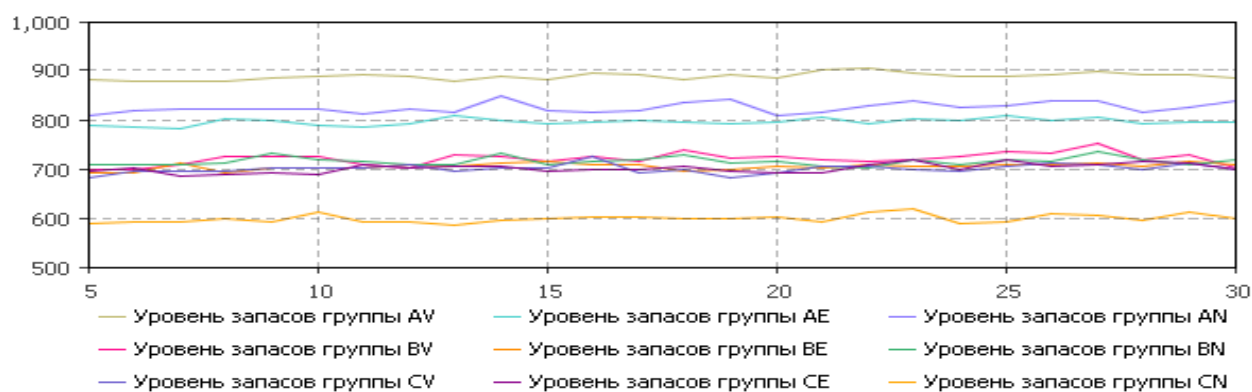


Рис. 3 Рівень складських запасів ТОВ «Мегафарм» за результатами моделювання

Розглянемо елементи системи, які характеризують взаємозв'язок чинників формування оптимального розміру замовлення для підсистеми складської логістики та формування загальних витрат на управління запасами (рис. 4).

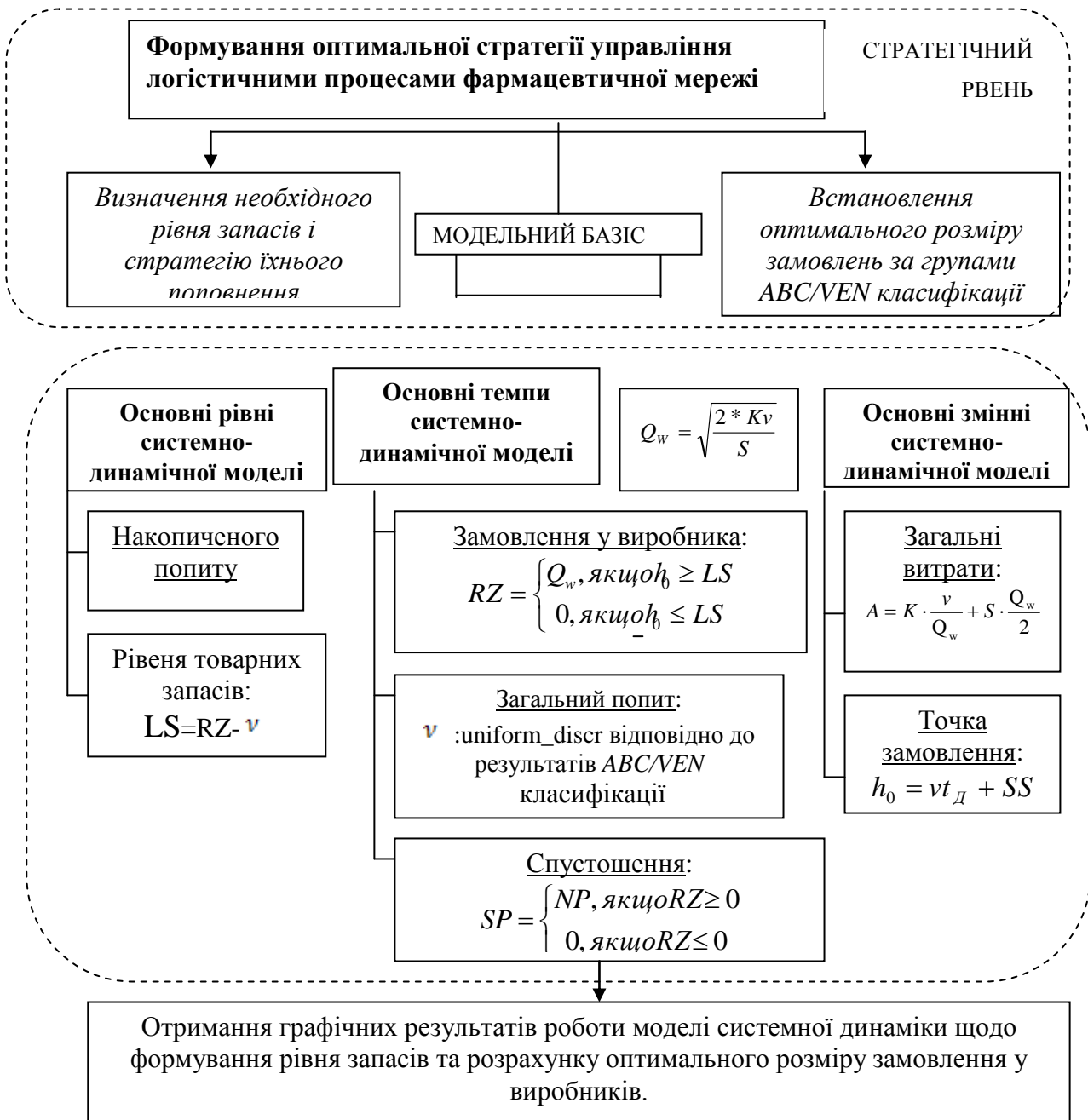


Рис. 4 Формалізована модель системної динаміки товарних запасів фармацевтичної мережі

Умовні позначення:

$LS$  – рівень запасів, од.  $SP$  – спустошення, од.  $NP$  - накопичений попит, од.  $RZ$ - замовлення у виробника, од.  $A$  – загальні витрати на управління запасами в одиницю часу, (грн./од. часу);  $K$  – витрати на здійснення замовлення, що включають оформлення і доставку замовлення, (грн.);  $Q_w$  – оптимальний розмір замовлення у виробника (од. тов.);  $v$  – інтенсивність споживання запасу, (од. тов. / од. часу);  $S$  – витрати на зберігання запасу, (грн./од.тов. в од. часу).  $h_0$  – точка замовлення, (од. тов.);  $t_d$  – час доставки замовлення, (од. часу);  $SS$  - страховий запас, (од. тов.).

Таким чином, на основі результатів імітаційних експериментів, формалізованої моделі системної динаміки руху товарних запасів була виявлена тенденція формування рівня запасів та замовлень у виробника.

Також було з'ясовано, що в результаті оптимізації формування розміру замовлення у виробника і використанням стратегії збалансованого розміру замовлення на фармацевтичному підприємстві виникають вільні складські ресурси (59% від загального об'єму складу), які можуть бути використані для реорганізації складських потужностей, перерозподілу товару, або збільшення асортименту лікарських препаратів та медикаментів.

Отже, побудована системно-динамічна імітаційна модель дозволяє визначати необхідний рівень товарних запасів і стратегію їхнього поповнення не у вигляді визначених «раз і назавжди» нормативів, а більш раціонально, з урахуванням мінливості попиту, у гнучкій залежності від ринкової ситуації, та уникаючи будь-яких додаткових ризиків. Таким чином в роботі було переконливо доведено, що застосування методу системно-динамічного моделювання до завдань управління логістичними потоками торгівельної мережі це досконалий і комплексний засіб оперативного планування і управління в реальному часі в умовах мінливого попиту та невизначеності ринку.

#### Література.

1. Иванов Д.А. Кооперация и взаимодействие контрагентов цепи поставок. / Д.А. Иванов, А.А. Кун // Логистика: Основы. Стратегия. Практика./ Практическая энциклопедия «Для всех, кто руководит» / под науч. ред. проф. В.И. Сергеева. – М.: Изд. ЗАО «МЦФЭР», 2007. С. 89-102.
2. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / М. Кристофер: под ред. В.С. Лукинского. - СПб: Питер, 2007. - 316 с.
3. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики [текст] : учеб. пособие. / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.
4. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.