

**З. М. Соколовська
О. А. Клепікова**

ПРИКЛАДНІ МОДЕЛІ СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ

Одеса
«Астропринт»
2015

УДК 004.42: 004.6.001.57
ББК 32.973.26-018.2
С59

Рецензенти:

О. Б. Альохін, доктор економічних наук, професор кафедри «Економічна кібернетика та інформаційні технології» Одеського національного політехнічного університету

І. О. Ланкіна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Системний аналіз та логістика» Одеського національного морського університету

Рекомендовано до друку вченою радою Одеського національного політехнічного університету (*протокол №8 від 23 червня 2015 р.*)

Соколовська З. М.

С59 Прикладні моделі системної динаміки : [монографія] / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова. — Одеса : Астропринт, 2015. — 308 с.

ISBN 978–966–927–022–1

Монографію присвячено теоретичним та прикладним проблемам створення моделей системної динаміки на програмній платформі Ithink.

Наведено приклади застосування системно-динамічної методології у дослідженні функціонування економічних систем на різних рівнях управління.

Функціонування представлених моделей ілюстровано аналізом результатів численних імітаційних експериментів, проведених за даними об'єктів дослідження.

Книга розрахована на широке коло читачів: фахівців з імітаційного моделювання; фахівців-економістів, які працюють у різних предметних галузях; студентів економічних та математичних спеціальностей, аспірантів.

УДК 004.42: 004.6.001.57
ББК 32.973.26-018.2

© Соколовська З. М.,
Клепікова О. А., 2015

ISBN 978–966–927–022–1

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ МЕТОДУ СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ	7
1.1. Особливості методу системної динаміки	7
1.2. Загальна характеристика та принципи функціонування пакета Ithink .	15
1.3. Рівні побудови моделей в системі Ithink	24
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	25
2.1. Модель виробничо-збутової сфери	25
2.2. Імітаційні експерименти як аналітична основа прийняття управлінських рішень	51
2.3. Модель оцінки інвестиційних альтернатив.....	68
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АУТСОРСИНГОВИХ ФІРМ (ІТ-АУТСОРСИНГ)	78
3.1. Модель аутсорсингової фірми (на прикладі агентства StarMarketing) .	78
3.2. Аналіз результатів імітаційних експериментів	96
РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	105
4.1. Постановка задачі та структура моделі	105
4.2. Імітаційні експерименти на моделі	117
РОЗДІЛ 5. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ	124
5.1. Постановка завдання та структура моделі	124
5.2. Особливості імітації операційної діяльності страхової компанії	135
5.3. Моделювання головних аспектів маркетингової діяльності страхової компанії.....	149
5.4. Оцінка економічної спроможності страховика.....	163

5.5. Імітація процесів поточної діяльності страхової компанії	170
5.6. Імітаційні експерименти здійснення маркетингової діяльності та оцінки економічної спроможності страхової компанії.....	186
РОЗДІЛ 6. ІМІТАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ	195
6.1. Модель операційної діяльності порту.....	195
6.2. Модель довгострокового прогнозування динаміки розвитку	213
6.3. Імітація процесів функціонування морського порту.....	218
РОЗДІЛ 7. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА МАКРО- ТА МЕЗОРІВНЯХ	232
7.1. Модель динаміки людського потенціалу держави	232
7.2. Аналіз розвитку людських ресурсів країни на базі результатів імітаційних експериментів	257
7.3. Моделювання динаміки людського потенціалу регіону.....	273
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	298

ВСТУП

За останні десятиліття суттєво розширилася галузь використання апарату імітаційного моделювання. Імітаційні дослідження знаходять значне розповсюдження у різних сферах [9, 17, 18, 31, 53, 90, 91, 92, 93, 94].

Однак у вітчизняній практиці розробка та використання імітаційних моделей конкретних об'єктів складає незначний відсоток від загальної кількості додатків, де досі превалюють навчальні та наукові моделі. Водночас попит на впровадження цього потужного апарату прогнозу, аналізу та оптимізації постійно зростає.

На сучасному етапі розвитку складні економічні системи вимушені працювати в умовах високої невизначеності, що суттєво ускладнює управління ними. В процесі прийняття управлінських рішень виникає проблема прогнозування поведінки системи та зовнішнього середовища. Результати прогнозів необхідно постійно корегувати по ходу розвитку подій, що дозволяє пристосовуватися до змін оточення та гнучко реагувати на негативні впливи. Імітаційне моделювання дозволяє здійснити множину прогнозів за різними сценаріями залежно від динамічного формування різноманітних ситуацій практично необмеженої складності. Необхідними умовами створення мінімалістичних моделей, адекватних реальним системам та поставленим завданням прогнозування й аналізу, є вдале обрання методології моделювання, програмних засобів реалізації та планів проведення імітаційних експериментів.

Однією з найпоширеніших методологій на сьогодні є системна динаміка. Фундаментальні роботи Дж. Форрестера – засновника методу системної динаміки [81, 82, 83] – не тільки сприяли впровадженню цієї принципово нової парадигми комп'ютерного моделювання, але й надали розвитку спектру наукових та прикладних напрямків досліджень. У сфері управління – це розв'язання цілої низки прикладних задач: від корпоративного управління до моделювання процесів прийняття рішень на регіональному та макрорівнях.

Паралельно розвитку методології системної динаміки розвивалися і програмні платформи її реалізації – від першої мови моделювання ДИНАМО до сучасних спеціальних пакетів моделювання з високим рівнем сервісу: Vensim, Ithink, Poversim, Anylogic [5, 6, 15]. Становилися більш гнучкими і потужними засоби та технології планування імітаційних модельних експериментів.

Запропонована читачу книга продовжує розкриття теоретичних та прикладних проблем створення моделей системної динаміки на базі програмної платформи Ithink, визначених у [60].

У зв'язку з тим, що у [60] докладно розглянуто концептуальні основи комп'ютерного моделювання економічних систем і технологію роботи у середовищі Ithink, дана книга не зупиняється на цьому матеріалі.

В першому розділі лише фрагментарно наведені головні положення щодо розробки моделей з використанням методу системної динаміки й нагадуються основні концепції базового програмного середовища – Ithink.

Наступні розділи монографії присвячені створенню системно-динамічних моделей економічних систем на різних рівнях ієрархії управління. Розглянуті моделі реально діючих об'єктів – промислового підприємства, аутсорсингової фірми (ІТ-аутсорсинг), комунального підприємства, страхової компанії, морського порту (розділи 2–6). Розділ 7 демонструє моделі прогнозування розвитку людського потенціалу на регіональному та макрорівнях. Функціонування моделей ілюструється аналізом результатів численних імітаційних експериментів, проведених за даними об'єктів дослідження.

Книга розрахована на використання фахівцями в галузі імітаційного моделювання, фахівцями-економістами у різних предметних галузях. Книга може бути також корисна студентам і аспірантам.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ МЕТОДУ СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ

1.1. Особливості методу системної динаміки

Системна динаміка – це могутня методологія і техніка комп'ютерного імітаційного моделювання для позначення, розуміння і обговорення складних питань і проблем. Запропонований Дж. Форрестером підхід, який носить назву методу системної динаміки (у рамках кібернетичного напрямку), ставить за мету задачу комплексного дослідження підприємства як цілісної системи, яка здійснює різнопланові функції, що знаходяться в визначених відношеннях з економічним середовищем, і які здійснюють вплив на це середовище і піддаються послідовним змінам під впливом внутрішніх і зовнішніх чинників [81, 82]. Цей підхід надає метод моделювання підприємства як динамічної економічної системи з метою вироблення удосконалених форм підприємства і загального керівництва його діяльністю.

Метод системної динаміки вирішує такі питання:

- ✓ виступає методом аналізу і побудови моделі бізнес-процесів підприємства;
- ✓ дозволяє досліджувати динаміку розвитку підприємства в умовах невизначеності ринку;
- ✓ реалізує прогнози різної протяжності;
- ✓ дозволяє проводити оцінку чутливості результатів діяльності підприємства до впливу різноманітних стохастичних чинників;
- ✓ використовується для процедури прийняття управлінських рішень;
- ✓ враховує питання формування єдиної корпоративної культури, єдиної стратегії, організаційної структури, сучасної ІТ-технології.

Метод системної динаміки реалізує потокову концепцію імітаційного моделювання, яка припускає опис об'єкта у вигляді еволюційних змін, з

високим ступенем агрегації без відтворення окремих елементарних подій. Моделі потокового типу відносять до динамічних моделей із зворотними зв'язками [60, 81].

Предметом моделювання методу системної динаміки є будь-який об'єкт, динаміку розвитку якого ми досліджуємо.

Особливості методу системної динаміки (МСД):

- 1) прогностичний характер дослідження;
- 2) дослідження проводиться на агрегованому рівні, тобто експериментатора цікавлять загальні прогностичні тенденції розвитку об'єкта на будь-яку перспективу;
- 3) у ході дослідження імітацію роблять різними способами, в ході імітації може враховуватися вплив різноманітних стохастичних чинників. Системно-динамічний підхід має свою термінологію, свої алгоритми, об'єкти, концепції, абсолютно особливі і характерні для нього. Математичною основою МСД є кінцево-різницеві рівняння, які вирішуються методом Ейлера або Рунге-Кутта.

Динаміка об'єкту полягає в тому, що враховується попередній стан етапу моделювання в алгоритмі наступного етапу.

Системна динаміка полягає в одночасній імітації всіх процесів. Все що моделюється – платежі, грошові потоки, страхові фонди та ін. наповнюються і розподіляються одночасно. Все імітується паралельно, отримуємо загальну картину всіх процесів.

Аналіз ринку інформаційних технологій дозволяє виявити такі класи методів формалізації і структуризації в сучасних системах імітаційного моделювання [5, 6, 23]:

- дискретне моделювання – системи, засновані на описі процесів (Extend, Arena, ProModel, Witness, Taylor, Gpss/H-Proof та ін.);
- динамічне моделювання (моделі і методи системної динаміки) – для систем, орієнтованих на безперервне моделювання (Powersim, Vensim, Dynamo, Stella, Ithink, ModelMaker та ін.);

- моделювання індивідуальних об'єктів зі своїми правилами поведінки – агентне моделювання (SWARM, RePast, AScape, AnyLogic та ін.).

Відзначимо, що домінуючою тенденцією сьогодні є взаємопроникнення всіх видів моделювання, симбіоз різних інформаційних технологій в області моделювання, особливо для складних застосувань і комплексних проектів. Технологічний рівень сучасних систем моделювання характеризується великим вибором базових концепцій формалізації і структуризації модельованих систем, розвиненими графічними інтерфейсами і анімаційним виведенням результатів. 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 плануванням факторних експериментів, автоматизованою оптимізацією та ін.

Технологічні характеристики найбільш розповсюджених сучасних систем моделювання наведені у таблиці 1.1.

Сучасні системи моделювання мають зручний графічний інтерфейс, що легко інтерпретується. Системні потокові діаграми або блок-схеми реалізуються на ідеографічному рівні, параметри моделей визначаються через підменю. Розрахований на багато користувачів режим, що реалізується у ряді систем, застосування інтерактивного розподіленого моделювання, розробки в області взаємодії імітаційного моделювання з Інтернетом розширюють можливості імітаційного моделювання, дозволяючи відпрацьовувати сумісні або конкуруючі стратегії різними компаніям.

Однією з найбільш універсальних систем є AnyLogic – розроблена у 1999 році фірмою XJ Technologies (м. Санкт-Петербург) [5, 6, 28]. Цей російський продукт в області імітаційного моделювання отримав велике визнання за кордоном.

AnyLogic – інструмент імітаційного моделювання новітнього покоління. Він ґрунтується на результатах, отриманих в теорії моделювання і в інформаційних технологіях за останнє десятиліття.

Таблиця 1.1

Технологічні характеристики сучасних систем моделювання

Система моделювання	Виробник ПО	Моделююче середовище і підтримка			Області застосування моделей	Стратифікація
		Графічна конструкція	Авторське моделювання, (у реал. часу)	Підтримка аналізу результатів		
ARENA	System Modeling Corporation	Блок-схеми	+	+	Виробництво, аналіз бізнес-процесів, дискретне моделювання	Ієрархічні багаторівневі структури
EXTEND	Imagine That, Inc.	Компонувальні блоки, безперервні і дискретні моделі	+	+	Стратегічне планування, бізнес-моделювання	Ієрархічні багаторівневі структури
GPSS/H-PROOF	Wolverine Software Corporation	Блок-схеми	+	+	Загального призначення, виробництво, транспорт, системи масового обслуговування та ін.	-
GPSS WORLD	Minuteman software, Com.	Блок-схеми	+	+	Управління фінансовими потоками, реінжиніринг підприємств, банків, інвестиційних компаній і ін.	-
ITHINK ANALYST	High Performance System, Inc.	CASE-засоби, поточкові діаграми	+	+	Загальне виробництво, реінжиніринг	-
PROCESS MODEL	PROMODEL Corporation	Блок-схеми, дискретне моделювання	-	-	Універсальний засіб імітації дискретних процесів	-
SIMUL8	Visual Thinking International	-	Об'єктно-орієнтоване програмування	+		

Продовж. табл. 1.1

Система моделювання	Виробник ПО	Моделююче середовище і підтримка			Області застосування моделей	Стратифікація
		Графічна конструкція	Авторське моделювання, (у реал. часу)	Підтримка аналізу результатів		
TAYLOR SIMULATION SOFTWARE	F&H Simulation Inc.	Блок-схеми, дискретне моделювання	-	+	Виробництво, вартісний аналіз	Вкладені структури
WITNESS	Lanner Group Inc.	+	+	Блок оптимізації	Бізнес-планування, виробництво, фінанси	Вкладені структури
VENSIM	Ventana Systems	Потокові діаграми	-	+	Моделі системної динаміки	-
POWERSIM	Powersim Co.	Потокові діаграми	-	-	Безперервне моделювання	Вкладені структури
DYNAMO	Expectation Software	Блок-схеми	-	-	Моделі системної динаміки обчислювального типу	-
UML (Unified Modeling Language)	Object Management Group	Блок-схеми	+	-	Бізнес-планування, виробництво, аналіз бізнес-процесів	Вкладені структури
AnyLogic	XJ Technologies	Блок-схеми, дискретне моделювання	+	Блок оптимізації, аналіз чутливості	Бізнес-планування, виробництво, оцінка ризику, моделі системної динаміки, агентне моделювання	Вкладені структури

В порівнянні з традиційними інструментами AnyLogic забезпечує багато можливостей, оскільки дозволяє [5, 6, 15]:

- моделювати швидше за допомогою візуальних, гнучких, розширюваних, повторно-використовуваних об'єктів (стандартних і своїх), а також Java;
- застосовувати різні підходи, комбінуючи і модифікуючи їх для конкретного завдання; збільшити життєвий цикл моделі, швидко підстроюючи її до змінних умов, при рішенні яких необхідні різні рівні абстракції;
- використовувати засоби аналізу і оптимізації безпосередньо з середовища розробки моделі.
- просто і ефективно інтегрувати модель відкритої архітектури з офісним і корпоративним програмним забезпеченням, включаючи електронні таблиці, бази даних (БД), ERP і CRM системи;
- ефектно представити свої результати, супроводжуючи модель інтерактивною анімацією будь-якої складності, а також даючи можливість доступу до моделі-аплету через Інтернет.

AnyLogic підтримує на єдиній платформі абсолютно всі існуючі підходи дискретно-подієвого і безперервного моделювання (блок-схеми процесів, системну динаміку, агентне моделювання, карти станів, системи рівнянь та ін.).

Таким чином, у сфері сучасних інформаційних технологій імітаційне моделювання набуває в світових наукових дослідженнях і практичній діяльності украй вагомому значення. За допомогою імітаційного моделювання ефективно вирішуються завдання найширшої проблематики – в області стратегічного планування, бізнес-моделювання, менеджменту (моделювання різного роду фінансових проектів, управління виробництвом), реінжинірингу, проектування. Актуальне застосування імітаційного моделювання в області інвестиційно-технологічного проектування, фінансових структур, а також моделювання і прогнозування соціально-економічного розвитку регіональних і міських систем.

Одним з пакетів імітаційного моделювання, інструментарій якого найбільш пристосований до рішення різноманітних економічних задач, є, на нашу думку, Ithink [29, 56, 60, 67, 84].

На користь використання платформи Ithink в економічних дослідженнях свідчить наступне:

1. В системі реалізовано один з головних принципів системно-динамічного підходу, 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. Як було доведено раніше, ці поняття є дуже універсальними і легко адаптуються до специфіки імітації бізнес-процесів різноманітної природи, які протікають на досліджуваних економічних об'єктах. Таким чином, сучасна бізнес-процесна парадигма управління об'єктами добре співвідноситься з головними концепціями технології Ithink. Наприклад, на платформі Ithink можна ефективно реалізувати імітацію бізнес-процесів виробничо-збутової сфери діяльності підприємства, підприємств фінансово-кредитної сфери тощо. В моделях, побудованих в Ithink, відображається динаміка досліджуваних бізнес-процесів за будь-який період часу по кроках імітації. Практично не існує обмежень на ступінь охоплення 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 реалізації процесів, а також вплив різноманітних управлінських рішень у зовнішньому та внутрішньому середовищі.

2. В системі відтворюється механізм зворотних зв'язків (прямих та опосередкованих), завдяки чому стає можливим моделювання нетривіальної поведінки складної системи управління. Згідно з цим, наприклад, стає можливим простежувати вплив структури каналів збуту на кінцеві показники роботи підприємства, рівня ринкового попиту – на обсяги готової продукції;

вплив попиту на інтенсивність роботи виробничої системи; вплив маркетингових зусиль страхової компанії на кінцеві результати її діяльності та ступінь ефективності використання резервних фондів і т. ін. Завдяки відкритості моделей можливим є аналіз множини факторних впливів на динаміку бізнес-процесів.

3. В системі Ithink легко відтворюється мінливість, невизначеність середовища, в якому протікають бізнес-процеси досліджуваних об'єктів, завдяки наявності багатьох засобів імітації стохастичних впливів. 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 можуть «програвати» різноманітні управлінські рішення щодо організації процесів виробництва та збуту продукції (послуг), а також їх можливих наслідків у майбутньому. Таким чином, наведений математичний апарат залучається до оперативної аналітичної діяльності.

5. Позитивними рисами пакету Ithink є також його технічні характеристики [42, 53, 66, 73, 84]:





- 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).


1.2. Загальна характеристика та принципи функціонування пакета Ithink


Моделі потокових діаграм будуються з наступних елементів: **Stock**  фонди (резервуар, конвейер, черга, піч); **Flow**  (потоки); **Converter**  (конвертери); **Connector**  (коннектори) [42, 60, 84].

Блок Stock  є акумулятором. Фонди накопичують все, що до них надходить. Фонд вимірюється в грошових або у фізичних одиницях (2 тис. грн, 5 тонн муки, 200 рейтингових балів і т. д.).

Фонди в Ithink можуть застосовуватись як:

- резервуар (довготривала пам'ять; буфер; ресурс);
- конвеєр;
- черга;
- піч (духовка).


Фонд (резервуар)  – багатоцільовий модельний механізм, що підтримує практично всі можливі варіанти інтерпретації динаміки потокових процесів. Кількісно кожний резервуар описується рівнем його вмісту. Резервуари, як правило, описують величини, неперервні по діапазону своїх значень і дискретні у часі – їх можна визначати як змінні стани системи, значення яких формується за рахунок накопичення різниці між вхідними та вихідними потоками.

Дія та основне призначення конвеєрів (Conveyor) :

- конвеєр – пояс (смуга, ескалатор), що рухається;
- по конвеєру рухаються ресурси (гроші, товар та ін.) протягом певного періоду часу (**Transit time** – транзитивний час);
- коли транзитивний час вичерпано – ресурси покидають конвеєр;

- транзитивний час (час руху ресурсів по конвеєру) може бути постійним (константою) або змінним.

До конвеєра може бути декілька однонаправлених вхідних потоків, але *тільки два вихідних потоки*. Надходження ресурсу на конвеєр може обмежуватись як об'ємом (**Capacity**), так і лімітом вхідного потоку (**Inflow limit**). Якщо встановлено **INF** (нескінченність), то об'єм і ліміт вхідного потоку не обмежений. Можливий відтік вмісту конвеєру (через другий вихідний потік). У другому вихідному потоці задається значення у діапазоні [0,1] (Leakage fraction – відсоток відтоку).

Черга  – це лінія елементів (ресурсів), які чекають на свій вхід у деякий процес (наприклад, черга біля прилавку продовольчого магазину, черга до білетної каси аеропорту та ін.). У черзі може знаходитись необхідна кількість (обмежень не має) елементів (ресурсів). Черги функціонують по правилу FIFO (first in-first out – «першим прийшов – першим вийшов»). Ресурс попадає в кінець черги, рухається по ній і виходить з неї.


Допустимо використання декількох вхідних потоків, всі вони повинні бути однонаправленими **UNIFLOW** (однаправлений). Черга не впливає на вхідні потоки. Управління через вхідні потоки здійснюється через діалог. Якщо на вході задано декілька потоків, то для цих потоків будуть задані пріоритети, які визначають послідовність їх доступу до черги. Пріоритети задаються автоматично при побудові потоків (вхідний потік, що побудований першим – має пріоритет 1, другим – пріоритет 2, і т. ін.).

Відтік елементів (ресурсів) з черги можливо забезпечити по декількох потоках. Всі вони повинні бути однонаправленими. Черги пропускають всі ресурси, що прийшли по вхідним потокам. Ресурс знаходиться у черзі до тих пір, поки не настане можливість переходу до іншого блоку (наприклад, блоку обслуговування у касі) згідно з логікою моделі. Таким чином, вихідний потік обмежується тільки в тому випадку, коли безпосередньо на виході черги розташований конвеєр або піч.

Слід відмітити, що якщо для черги задані декілька вихідних потоків, то один або більше з них можуть бути визначені як потоки переповнення overflow. Коли потік з більш високим пріоритетом блокується через обмеження на його «пропускну можливість», ресурс, що виходить із черги, буде перенаправлено в один із потоків overflow (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Діалогове вікно потоку, заданого як overflow

Піч  розглядається як процес з дискретними порціями ресурсу. Піч відкривається, наповнюється (в залежності від ємності до тих пір, поки не настане час закрити двері), «випікає» свою місткість деякий час (час визначається логікою вихідного потоку), а потім одночасно звільнюється. Операції печі можуть бути арештовані (зупинені). На відміну від черги, відтік елементів (ресурсів) з печі можливо забезпечити по одному-єдиному потоку.

Дія печі – це «затримка» ресурсу (елемента) на деякий час – **Cook time** (визначений логікою роботи моделі). **Cook time** перевіряється кожен раз, коли елемент (ресурс) надходить до печі. Після необхідної «затримки» (коли час

Cook time закінчився) у печі, ресурс вивантажується з духовки за мить. У всіх інших моментах часу відтік печі буде нульовим.

Flow – потік

Потік – це процес, що протікає безперервно в часі, оцінити який можна у фізичних або грошових одиницях, співвіднесених з яким-небудь тимчасовим інтервалом (гривні на місяць, літри в годину, вартість акції на час закриття біржі в даний день і та ін.). У Ithink потік зображується фігурою (рис. 1.2), що складається з шляхопроводу, вентиля, регулятора потоку і покажчика напрямку (стрілки), який показує, звідки і куди перетікає місткість фонду.

Потоки поповнюють і, навпаки, зменшують місткість фондів. Тільки за допомогою потоків фізичні і фінансові одиниці можуть потрапити у фонд.

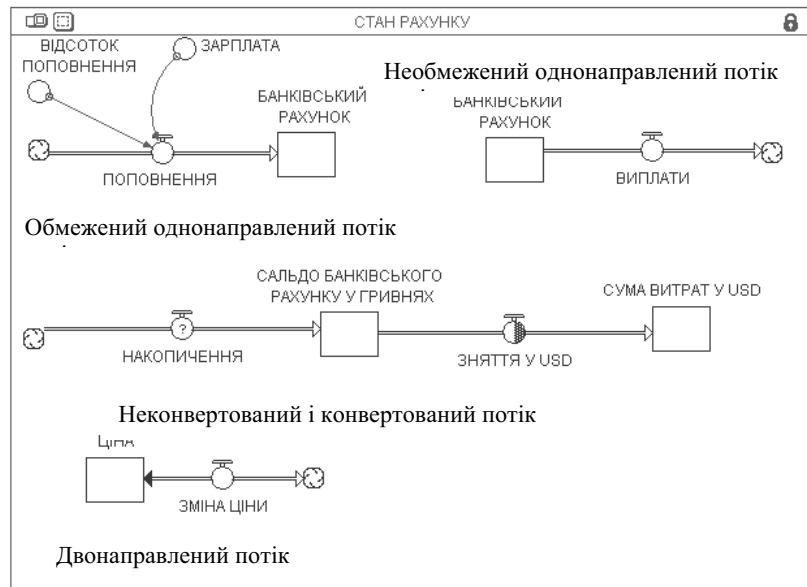


Рис. 1.2. Типи потоків

Одиницею потоку є те, що «тече» (гроші, акції, товари і т. д.) по шляхопроводу у напрямі стрілки. За допомогою вентиля можливо управляти інтенсивністю потоку через значення, яке може задаватись як константою, так і алгебраїчним виразом. Якщо значення виразу збільшується – вентиль розчиняється ширше, і навпаки, якщо значення зменшується – вентиль звужує шляхопровід. Можна також сказати, що потоки через свої регулятори впливають на вентилях, а ті, у свою чергу, управляють активністю.

За характером використання потоки підрозділяються на обмежені і необмежені, конвертовані і неконвертовані, односторонні і двонаправлені (рис. 1.2).

Потік, як правило, обмежується фондом. Проте нерідкі випадки, коли модельна ситуація вимагає використання необмежених потоків, і тоді у Ithink він обмежується хмарою (рис. 1.2). Дійсно, як можна обмежити потік замовлень при цінах, що стихійно складаються на ринку споживчих товарів, або якими рамками можна обмежити ступінь довіри до тієї або іншої фінансової компанії?

Крім того, зустрічаються модельні ситуації, що вимагають використання двонаправлених потоків (рис. 1.2). Наприклад, ціни на ринку коливаються, а бажано використовувати лише один потік, що характеризує ці коливання. Або необхідно досліджувати динаміку зміни заробітної плати, яка не тільки буде рости у зв'язку з інфляцією, але і – падати залежно від кон'юнктури ринку праці і цін, що складаються на споживчі товари і послуги.

Потоки іноді вимагають конвертації свого вмісту для того, щоб поставити у відповідність об'єми фондів, що сполучаються потоками. Дійсно, вони співвідносяться, як правило, відносно 1:1 (готівка платників податків і Державний бюджет, матеріальні запаси оптовика і наявність товарів у роздрібних торговців, об'єм сховища палива на бензозаправній станції і об'єм бензобака при заправці і т. д.). Але без конвертації неможливо співвіднести кількість тих, що комплектують до зібраних агрегатів при монтажі; або – кількість колод до дощок при розпилуванні (співвідношення 1:n); або – співвідношення долара до гривні (1:25) – рис. 1.2. Подібні проблеми

вирішуються відповідними засобами Ithink, які будуть продемонстровані в міру необхідності на конкретних прикладах.

Тип потоку можна визначити як:

UNIFLOW – однонаправлений (стрілка в одному напрямі), не може приймати негативних значень;

BIFLOW – двонаправлений (стрілки в обох напрямках), може приймати будь-які значення, але не може бути сполучений з конверсом, чергою або духовкою.

При необхідності можна провести конвертацію потоку **Unit conversion**. Конверсія одиниці доступна, коли потік сполучає два фонди (недоступна, якщо один кінець потоку є хмарою). Конверсія одиниці надає можливість перетворити одиниці вимірювання для потоку і корисна в моделюванні процесів, коли, наприклад, надходить грошовий потік у гривнях, а передачу до фонду необхідно здійснювати в іншій валюті (наприклад, у доларах) або, наприклад, одиницями потоку являються матеріали, а передачу необхідно здійснювати у готовій продукції (рис. 1.2).

Converter – конвертер

Конвертери грають важливу роль у процесі моделювання в **Ithink**. Конвертери (змінні) служать для регулювання потоків, для збереження значення констант, визначення зовнішніх входних параметрів моделі, обчислення математичних виразів, введення графічних функції та ін.

Зображуються вони колами, сполученими з іншими елементами стрілками-коннекторами. Конвертери часто використовуються в таких змінних (або алгебраїчних виразах, що їх замінюють), як дохід, ціна, чисельність, рейтинг і т. д. В протилежність фондам, конвертери – це не пам'ять і вони нічого не акумулюють, їх значення перераховуються в кожен такт (крок) модельного часу.

Конвертери можуть виконувати роль механізмів уточнення і еквівалентної заміни фондів.

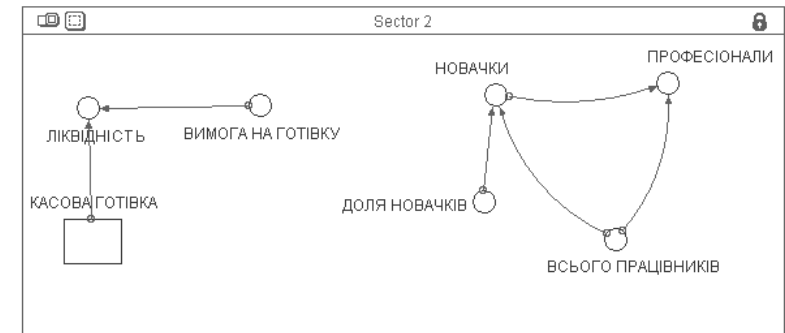


Рис. 1.3. Конвертери в ролі уточнення і еквівалентної заміни структур типу фонд/потік

Наприклад, конвертер «ЛІКВІДНІСТЬ» (рис. 1.3) обчислюється за формулою: $\text{ліквідність} = \text{касова готівка} / \text{вимога на готівку}$.

Використовуючи конвертери, іноді вдається істотно спростити і максимально підвищити ефективність імітації фрагментів моделей. Так, на рис. 1.3 наведено приклад трансформації моделі класичного завдання перерозподілу ресурсів, коли її потокова схема зведена до набору конвертерів, зв'язаних співвідношенням: $\text{професіонали} = \text{всього працівників} - \text{новачки}$.

Конвертери можуть також виконувати роль механізму уточнення і еквівалентної заміни потоків. У прикладі на рис. 1.4 прибуток не представлений як потік, але представлений як конвертер, що обчислює значення різниці між доходами і витратами. На тому ж рисунку демонструється результатна і компактніша трансформована схема типової модельної ситуації з області фінансового менеджменту:

$$\text{ВИТРАТИ} = \text{ЗАРПЛАТА} + \text{ОРЕНДА} + \text{КОМУНАЛЬНІ ПОСЛУГИ} + \text{РЕКЛАМА}$$

Проте найчастіше конвертери використовуються в ролі звичайних проміжних змінних і служать для управління взаємодіями, регулюючи інтенсивність потоків (рис. 1.5 – конвертер «ВІДСОТОК ВТРАТ»).

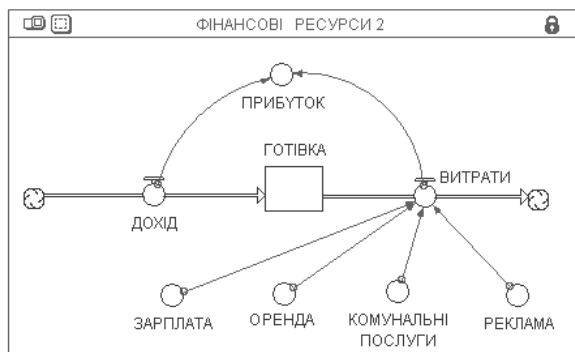


Рис. 1.4. Конвертери у ролі уточнення

Значення конвертерів можуть задаватися повноцінними алгебраїчними виразами з використанням вбудованого набору функцій. Конвертери – не акумулятори, у них не має часу на затримку, і останній конвертер в ланцюжку конвертерів спрацьовує синхронно з першим. Ця обставина може привести до фатальних зациклень. У таких випадках Ithink нагадає про наявність помилки. Проте це сигналізує, що в моделі бракує одного або декілька акумуляторів.

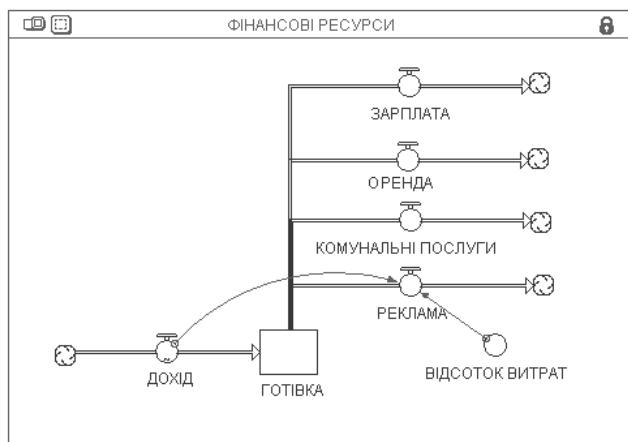


Рис. 1.5. Конвертер у ролі управління інтенсивністю потоку

Використання графічних функцій

Конвертери можуть використовуватись в ролі зовнішніх генераторів, як наприклад – величина платежів уприв'язці до інтервалів імітаційного часу. У цьому випадку конвертер зручно задавати як графічну функцію.

Робота з графічними функціями організовується в Ithink через спеціальні діалогові механізми. У Ithink визначено такі три способи використання графічних функцій:

- для графічного відображення конвертером або регулятором потоку дискретних значень, що довільно задаються (зокрема, значення для регулятора потоку можуть задаватися по осі імітаційного часу через виклик вбудованої функції TIME, рис. 1.6);
- для графічного відображення конвертером або регулятором потоку дискретних значень вмісту фонду (рис. 1.6);
- для графічного відображення конвертером або регулятором потоку ефектів дії понять, що ідеалізуються (ефекту від стимулювання – на кількість одиниць відвантаженої продукції, схильності до фінансового ризику – на коливання курсу акцій, комерційного перебільшення при рекламі – на зростання об'ємів продажів і т. д.).

Графічна функція може визначати поведінку потоку або конвертера. Може містити до 1500 чисел. Для створення графічної функції у діалоговому вікні конвертера необхідно задати аргумент функції (наприклад, TIME) та натиснути кнопку . Після чого виведеться діалог графічної функції (рис. 1.6).

Аргументи функції розміщуються у вікно – **Input**, а значення у вікно **Output**. Можна вибрати всю колонку **Output** або тільки її частину. Для вибору всієї колонки необхідно клацнути на назві **Output**. Введення даних для осі Y слід проводити у полі **Edit Output** [60, 84].

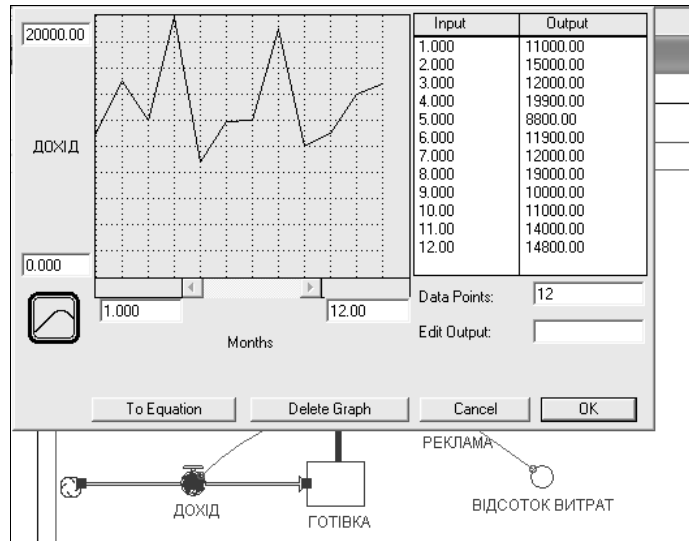


Рис. 1.6. Графічна функція завдання щомісячного обсягу можливого доходу

1.3. Рівні побудови моделей в системі Ithink

Моделі в **Ithink** представляються трьома ієрархічними рівнями – рівнями деталізації моделі [60, 84]:

- 1) представлення моделі блок-схемами, або рівень фреймів;
- 2) базове представлення моделі поточковими схемами;
- 3) рівень формальних специфікацій (рівень формул) – генеруються автоматично на основі попереднього рівня.

У наступних розділах зупинимось більш докладно на технології роботи у середовищі Ithink та прикладному використанні платформи в моделюванні діяльності економічних об'єктів різного спрямування.

РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Модель виробничо-збутової сфери

Підвищення ефективності виробничо-збутової діяльності промислових підприємств є фундаментом формування їх конкурентоспроможності. Тому дослідження цієї сфери з використанням сучасних підходів комп'ютерного моделювання є актуальним та своєчасним, особливо зважаючи на вкрай нестабільний стан вітчизняної економіки.

Підвищення якості продукції, виконання виробничих процесів з дотриманням відповідних технологічних вимог пов'язано з необхідністю перегляду концептуальних основ вітчизняного менеджменту. Динамізм змін, що відбуваються у зовнішньому середовищі, вимоги сучасної парадигми управління потребують від підприємств галузі 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. Оптимізація бізнес-процесів в умовах трансформаційної економіки стає головним фактором забезпечення конкурентоспроможності підприємств.

Наведеній проблемі приділяється значна увага у зарубіжній та вітчизняній літературі [8, 17, 18, 29, 64, 72, 73]. Однак, і досі наявна велика кількість питань, які потребують свого теоретичного обґрунтування та прикладної реалізації. До одного з таких питань належить відокремлення основних бізнес-процесів у виробничо-збутовій діяльності досліджуваних підприємств.

Відокремлення та класифікація бізнес-процесів є важливим кроком структуризації діяльності будь-якої організації. 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.

Згідно з цим актуальним є моделювання та візуалізація функціонування нових та удосконалених процесів, а також результатів перерозподілу ресурсів за допомогою багатфункціонального графічного середовища імітаційного моделювання.

Виробничо-збутова сфера – дуже складна система, де всі процеси тісно пов'язані один з одним. Наприклад, формування ефективної системи управління каналами збуту пов'язано не тільки із визначенням їх організаційної структури, але і з оцінкою впливу структури на загальні обсяги та інтенсивність ринкового попиту, виробництво, реалізацію продукції, а також на структуру та склад витрат стосовно просування товарів до користувача. Необхідні дослідження ступеня реагування ринку на маркетингові зусилля виробника.

Відповідно до цього в ході розробки модельного комплексу поставлені наступні задачі:

- Моделювання головних процесів, пов'язаних з виробництвом готової продукції на типовому промисловому підприємстві – від оцінки та обробки потоків замовлень на виготовлення продукції до аналізу ефективності використання та достатності наявних виробничих потужностей.

- Моделювання процесів відвантаження готової продукції та її проходження по каналах збуту до реалізації у роздрібній мережі кінцевим користувачам. Проведення аналізу різних організаційних структур та стратегій управління каналами збуту.

- Імітація маркетингових зусиль підприємства, зокрема, моделювання різних стратегій організації рекламної діяльності та їх впливу на завантаження виробничих потужностей та кінцеві показники діяльності підприємства-виробника.

Залучення технології Ithink в якості сучасної платформи бізнес-процесного моделювання відповідає таким вимогам з точки зору менеджерів, як доступність і зрозумілість; забезпечення розвинутим сервісом та можливостями роботи на різних рівнях агрегації.

Таким чином, наведений математичний апарат залучається до повсякденної оперативної аналітичної діяльності.

Розроблено типові моделі виробничо-збутових систем промислових підприємств, в яких легко може відтворюватися галузева специфіка. В моделях відображені різні структури бізнес-процесів збуту.

Загальна структура моделі наведена на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Структура моделі функціонування виробничо-збутової системи

Модель містить чотири сектори:

- «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.

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

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

- «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 зворотній зв'язок між рекламною та виробничо-збутовою діяльністю підприємства.

Діаграми потоків моделі виробничо-збутової системи підприємства (на прикладі трьохланкової структури каналу збуту) наведені на рис. 2.2 – 2.6.

На змістовному рівні використання масивів (визначеної розмірності) конкретних блоків означає:

- можливість імітації багатопродуктового випуску та реалізації продукції;
- замовлень за різноманітною номенклатурою продукції та від різного числа замовників;
- використання у каналах збуту необхідної кількості дистриб'юторів, субдистриб'юторів, точок роздрібної торгівлі;
- стає можливим також використання комплексів нормативно-довідкових показників та різних допоміжних даних (допоміжних змінних).

Зупинимося більш докладно на кожному з наведених секторів.

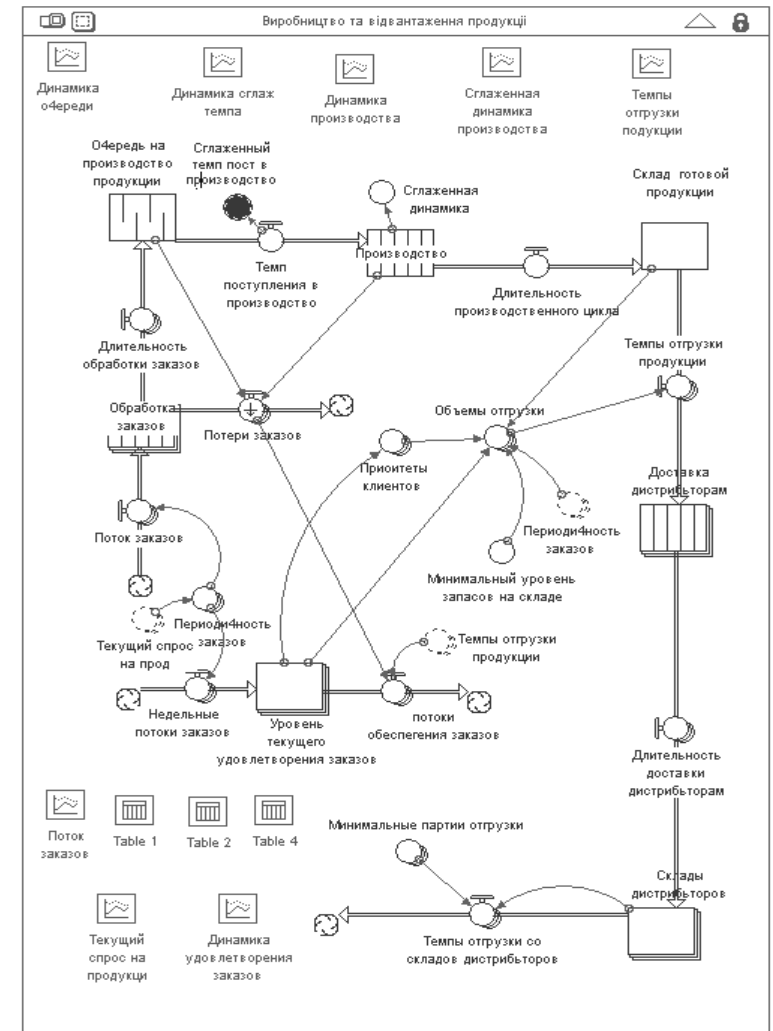


Рис. 2.2. Діаграми потоків моделі виробничо-збутової системи підприємства (збутовий канал – три ланки)

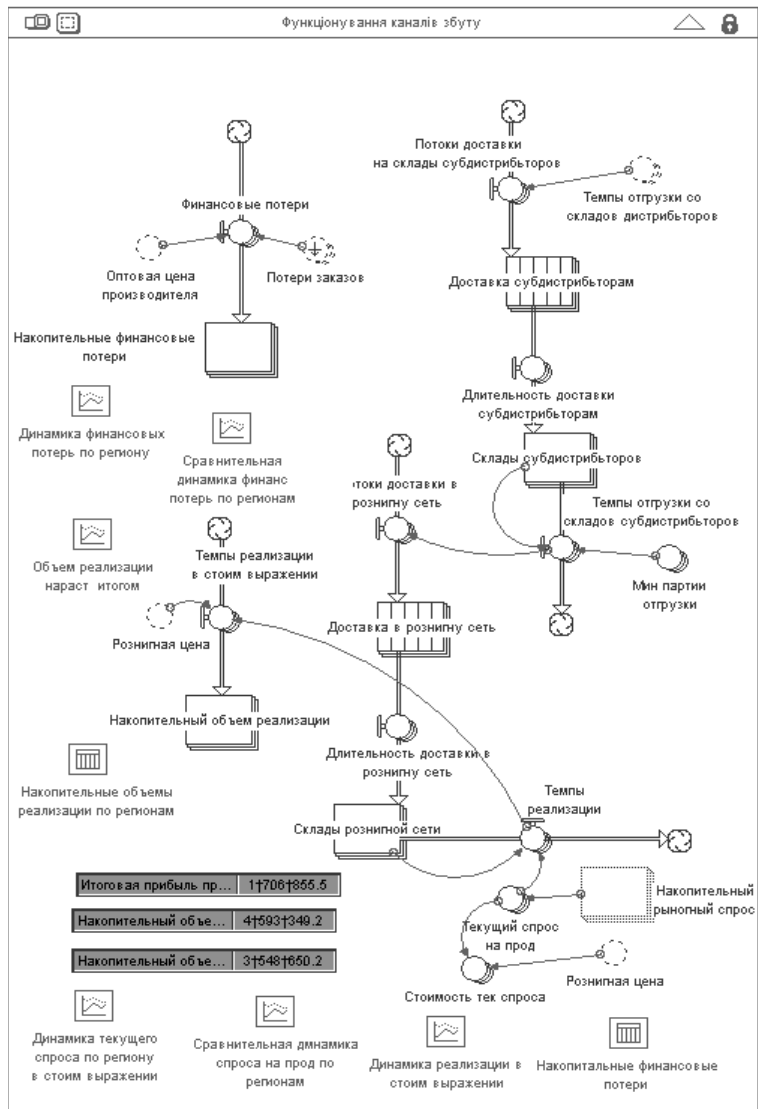


Рис. 2.3. Діаграми потоків сектору «Функціонування каналів збуту»

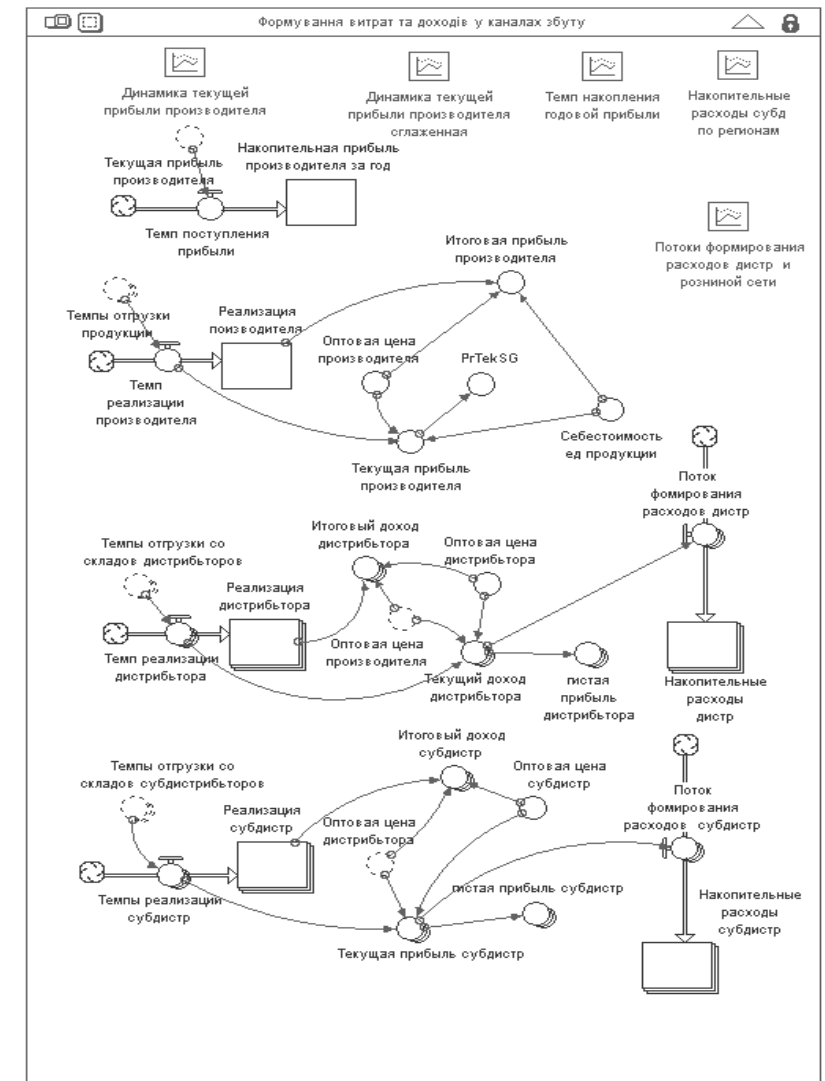


Рис. 2.4. Діаграми потоків сектору «Формування витрат та доходів у каналах збуту»

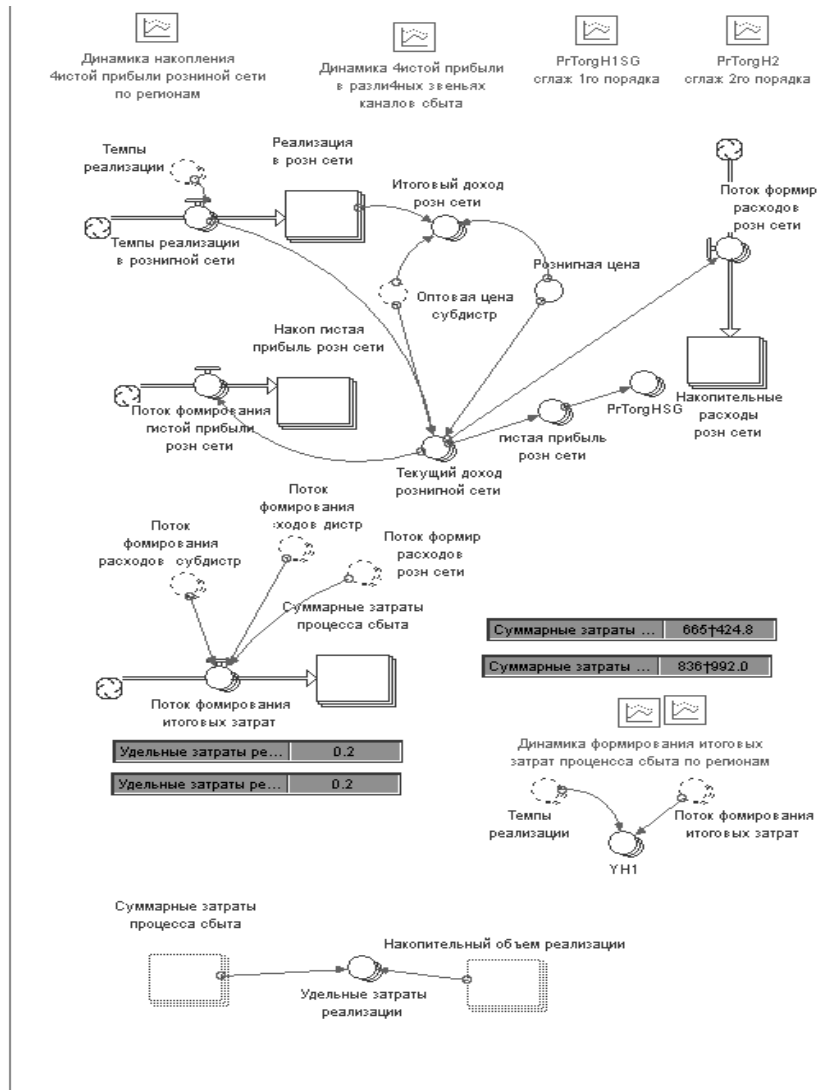


Рис. 2.5. Діаграми потоків сектору «Формування витрат та доходів у каналах збуту» (продовження)

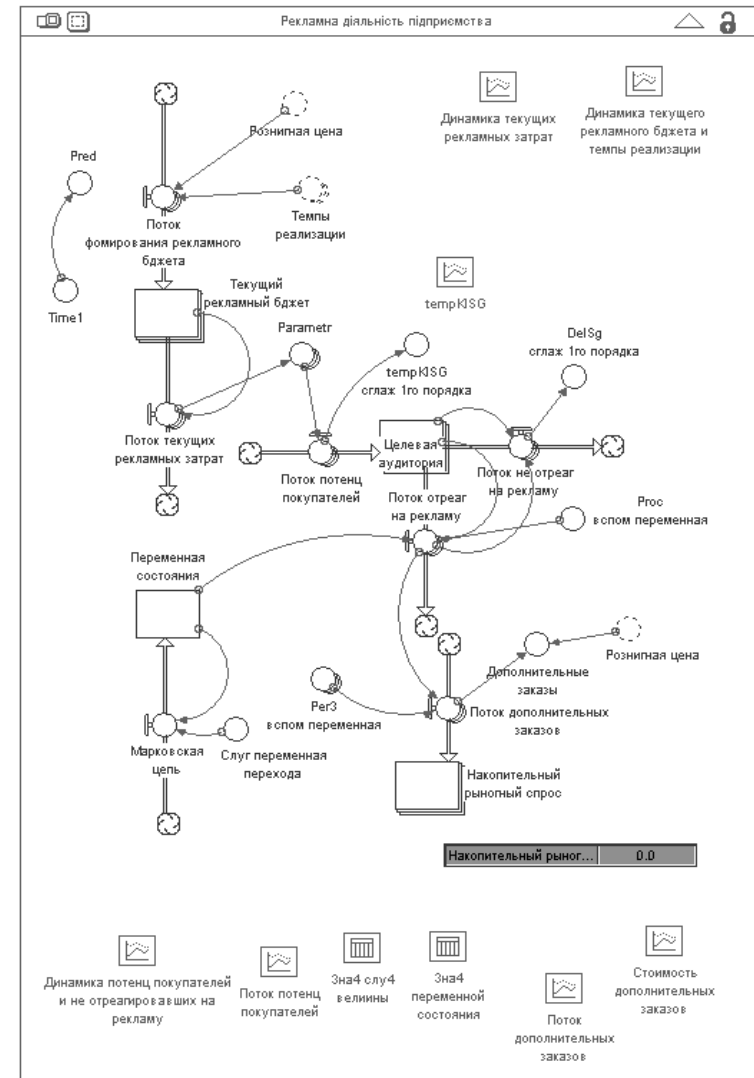


Рис. 2.6. Діаграми потоків сектору «Рекламна діяльність підприємства»

Сектор «Виробництво та відвантаження продукції» (рис. 2.2).

Замовлення на випуск готової продукції формуються на основі ринкового попиту, який визначається як випадкова змінна («Текущий спрос на прод»), що рівномірно розподілена у заданому для конкретного підприємства та конкретної ситуації діапазоні. 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 (вбудована функція Pulse).

Поточний фонд замовлень імітується за допомогою блоку-конвеєру «Обработка заказов», в якому при необхідності можна також вказати граничне число замовлень, що приймаються до обробки. Затримка у часі, тобто час обробки замовлень (темпи «Длительность обработки заказов», «Темп поступления в производство»), визначається з врахуванням середнього терміну розгляду одного замовлення перед запуском його у виробництво.

Поточна виробнича потужність підприємства – блок-конвеєр «Производство» – враховує тривалість виробничого циклу випуску продукції та межі реальних виробничих можливостей виробника (за допомогою завдання параметра місткості конвеєру). В моделі передбачається ситуація, коли клієнти залишають чергу із-за тривалого очікування та недостатніх виробничих потужностей (блок «Потери заказов»). Залежно від конкретного об'єкта дослідник може передбачити власний алгоритм імітації «втрати» клієнтів.

Відвантаження готової продукції дистриб'юторам зі складу підприємства (фонд-резервуар «Склад готовой продукции») може здійснюватися у відповідності з різними стратегіями. В моделі передбачено достатньо повний набір змінних, що враховує різні алгоритми протікання даного процесу. Так, «Темпы отгрузки продукции» залежать від поточного вмісту складу готової продукції, мінімального рівня запасів, що підтримується; ступеня поточного

задоволення замовлень користувачів (визначається за рівнем однойменного фонду-резервуару), встановленої періодичності відвантаження (змінна «Периодичность заказов») та пріоритетів користувачів.

Пріоритети користувачів можуть формуватися згідно з різними алгоритмами. Наприклад, в залежності від обсягу або черги надходження замовлень; іміджу користувачів, їх місця на цільовому ринку збуту тощо.

Сектор «Функціонування каналів збуту» (рис. 2.3).

Ланцюги просування продукції по ланках каналів збуту моделюються в динаміці за допомогою наступних блоків:

1. Блоків-конвеєрів, параметрами яких є вхідна та загальна ємкості, а також тривалість часової затримки:

- «Доставка дистриб'юторам» – фонд продукції, що відвантажена дистриб'юторам у різних регіонах зі складу виробника.

- «Доставка субдистриб'юторам» – фонд продукції, яка відвантажена субдистриб'юторам зі складів дистриб'юторів.

- «Доставка в розничну сеть» – фонд продукції, яка відвантажена у роздрібну торговельну мережу зі складів субдистриб'юторів.

2. Блоки-резервуари. Фонди, які відображають поточний вміст складів дистриб'юторів, субдистриб'юторів, роздрібною мережі.

Сектор «Формування витрат та доходів у каналах збуту» (рис. 2.4 - 2.5).

У розрізі ланок виробничо-збутової мережі на базі відповідних вхідних темпів («Темпы отгрузки продукции», «Темпы отгрузки со складов дистриб'юторов», «Темпы отгрузки со складов субдистриб'юторов», «Темпы реализации») формуються накопичувальні фонди реалізованої продукції («Реализация производителя» – обсяги реалізації виробничої ланки, «Реализация дистриб'ютора» – обсяги реалізації дистриб'ютора, «Реализация субдистриб'ютора» – обсяги реалізації субдистриб'ютора, «Реализация в розничной сети» – обсяги роздрібною реалізації).

Для учасників каналів збуту в залежності від поточних обсягів реалізованої ними продукції формуються також накопичувальні фонди витрат.

Крім цього, для кожного з учасників досліджуваного процесу формуються значення показників прибутку – відповідно, поточні та накопичувальні за весь період імітації.

У формуванні вартісних показників беруть участь значення цінових змінних («Оптовая цена производителя», «Оптовая цена дистрибьютора», «Оптовая цена субдистрибьютора», «Розничная цена»).

На основі імітації основних елементів виробничо-збутового процесу менеджери підприємства можуть доповнити модель будь-якими розрахунковими аналітичними показниками. Наприклад, на основі темпу роздрібною реалізації та темпу формування сумарних витрат в каналі збуту формується питома вага витрат на одиницю реалізованої продукції (УН1). Дослідження динаміки даного показника та рівня його чутливості до факторів, що впливають на нього, є достатньо інформативним для розробки відповідних управлінських впливів на процеси виробництва і реалізації.

Крім цього базові блоки моделей є основою для формування динамік різноманітних показників, необхідних у процесі розробки управлінських рішень. За необхідністю перелік таких «супутніх» показників може поповнюватись (практично без обмежень).

Наприклад, фінансові втрати підприємства у зв'язку зі зникненням клієнтів відстежуються на моделі за допомогою динаміки рівня резервуару «Накопительные финансовые потери» (темп вхідного потоку – «Финансовые потери»); динаміка обсягів реалізації (у вартісному вимірі) у роздрібній ланці визначається рівнями блоку резервуару «Накопительный объем реализации» (темп вхідного потоку – «Темпы реализации в стоимостном выражении»); ринковий попит у вартісному вимірі імітується допоміжною змінною «Стоимость текущего спроса» та т. п.

Сектор «Рекламна діяльність підприємства» (рис. 2.6).

За визначенням, реклама – це оплачена неперсоналізована комунікація, що здійснюється ідентифікованим спонсором та використовує засоби масової інформації з метою схилити до чого-небудь аудиторію або вплинути на неї.

Підкреслюючи комутативну роль реклами, в даному секторі розглядається процес формування бюджету на основі функції відклику.

Традиційні моделі відклику у рекламній діяльності досліджують реакцію ринку на маркетингові зусилля виробника та в узагальненому вигляді мають наступне визначення:

$$L = F(P, A, D, K, S, E),$$

де L – міра відклику (обсяг збуту, дохід, доля ринку, прибуток та ін.);

P – ціна товару;

A – витрати на просування товару;

D – витрати на розповсюдження товару;

K – якість товару;

S – асортимент продукції;

E – інші екзогенні змінні, які не залежать від виробника.

Моделі відклику базуються на Марківських процесах, що враховують вірогідності переходу груп користувачів з одного стану у друге, та на пуасонівських моделях, які описують розподіл користувачів товару за законом Пуасону. У моделях попиту може враховуватись конкуренція. Такі моделі визначають сумарний попит на групу аналогічних товарів.

Процес прийняття рішення в ході формування рекламного бюджету можна представити у вигляді багатокрокової процедури, що розвивається за різними сценаріями.

Одним зі сценаріїв є ситуаційний розвиток процесу, коли первинним елементом управління є спостереження (ситуація). Інакше, в ході ситуаційного управління рішення приймається в залежності від ситуації, що виникла.

Треба особливо підкреслити, що у задачах планування реклами часто послідовність дій є протилежною. Спочатку вирішується питання стосовно виду та засобів реклами, а потім в залежності від отриманих результатів при спостереженні планується рекламний бюджет. Надалі процес знов повторюється, рекламний бюджет коригується або у бік збільшення, або зменшення.

В основі аналізу впливу реклами на виробництво та реалізацію продукції знаходяться функції комутативного відклику $\beta = F(R)$, які визначають залежність долі користувачів β , які позитивно відреагували на рекламу, від величини рекламних витрат R .

Слід враховувати основні властивості функції $\beta = F(R)$:

- Якщо $R = 0$, то $\beta = 0$.
- Якщо $R_1 \geq R_2$, то $\beta_1 \geq \beta_2$.

Властивості справедливі у деякому релевантному періоді та при визначених обсягах реалізації. У практиці комунікативного маркетингу достатньо важливою є задача оптимізації витрат на рекламу. Вхідними даними для побудови функції комутативного відклику є дані про збут продукції. Плануючи рекламну кампанію з метою розширення збуту продукції, підприємство приймає рішення стосовно доцільності рекламування конкретних видів продукції та надає для цього кошти.

Спираючись на наведену теорію питання, розглянемо алгоритмічну базу реалізації рекламних процесів у розглянутому секторі моделі засобами технології Ithink.

Алгоритмічну базу реалізації рекламних процесів в даному секторі моделі складають наступні блоки-фонди:

- Блок-резервуар «Текущий рекламный бюджет» – поточний фонд витрат на рекламу, величина якого може формуватися за різними алгоритмами. В моделі трьохланкової системи збуту реалізовано формування бюджету в залежності від динаміки реалізації продукції у роздрібній мережі (темп реалізації у натуральному вимірі – «Темпы реализации») та роздрібної ціни – див. рис. 2.6 В моделі двохланкової системи використано формування бюджету на інвестиційній основі. Темп вхідного потоку бюджету може залежати також від встановленої верхньої межі на рекламний бюджет поточного кроку імітації.

- Блок-резервуар «Целевая аудитория» – фонд користувачів рекламної продукції, яка формується спрямованими рекламними зусиллями підприємства.

Вхідний темп динаміки потенційних користувачів товару визначається згідно з Пуассонівським законом розподілу, параметри якого враховують динаміку витрат на рекламу (вхідний темп поточних рекламних витрат).

- Блок-резервуар «Переменная состояния» використовується для формування «змінної стану». Це необхідно для моделювання переходу потенційних користувачів продукції до розряду постійних користувачів під впливом реклами. В основу покладено Марківський випадковий процес, який враховує вірогідність переходу користувачів з одного стану (потенційних користувачів рекламної продукції) в друге (замовники продукції). Зміни стану системи моделюються за допомогою вхідного темпу «Марковская цепь», на який, в свою чергу, впливає «Случайная переменная перехода». Таким чином, потенційна цільова аудиторія поділяється на користувачів, які відреагували на рекламу – динаміка їх розподілу визначається темпом «Поток отреагировавших на рекламу», та користувачів, які не відреагували на рекламу (темп «Поток неотреагировавших на рекламу»).

- Блок-резервуар «Накопительный рыночный спрос» – накопичувальний фонд збільшення замовлень на продукцію (у натуральному виразі) за рахунок рекламних зусиль підприємства. Формується на основі вхідного потоку додаткових замовлень (темп – «Поток дополнительных заказов»), що визначається на основі темпу «Поток отреагировавших на рекламу», та середньої норми споживання продукції на одну особу (у натуральному виразі) – допоміжна змінна $Per3$. Обсяг додаткових замовлень у вартісному вимірі – змінна «Дополнительные заказы».

Значення зростаючого попиту на продукцію (поточне значення «Накопительный рыночный спрос» на кожному кроці імітації) враховуються при формуванні загального обсягу ринкового попиту (змінна «Текущий спрос на продукцию») та безпосередньо визначають величини замовлень на випуск продукції виробником (темп «Поток заказов»).

Таким чином, досягається забезпечення зворотного зв'язку між рекламними зусиллями підприємства, ринковим попитом, обсягами замовлень на випуск та реалізацією продукції.

Відображаючи логічні зв'язки, потокові діаграми допомагають виявити та врахувати різноманітні аспекти процесів, що моделюються, з необхідним ступенем деталізації. Опис розглянутої моделі на математичному рівні наведено нижче:

Інструментарія Ithink достатньо для реалізації різних алгоритмів розрахунків. Як було доведено раніше, в системі наявний великий арсенал вбудованих функцій, в тому числі – функцій-генераторів випадкових чисел згідно з різними законами розподілу. Більш складні процеси також можуть бути імітовані засобами системи.

В якості ілюстрації зупинимося більш докладно на реалізації Марківських випадкових процесів. Для реалізації алгоритму введена змінна стану (фонд-резервуар).

Наприклад, перехід частини цільової аудиторії зі стану потенційних користувачів у стан замовників продукції, які відреагували на рекламні зусилля підприємства, визначається Марківським випадковим процесом з перехідною матрицею наступного виду $\begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$. До того ж знаходження у першому стані символізує 0, тобто реагування цільової аудиторії на рекламу відсутнє.

Перехід у другий стан означає реагування 10 % (допоміжна змінна Proc) цільової аудиторії на рекламу та перехід їх у розряд реальних користувачів продукції.

Перехід зі стану у стан моделюється як змінна величина, що рівномірно розподілена на інтервалі [0,1] – випадкова змінна «Случайная переменная перехода» (Випадкова змінна переходу = Random (0,1)).

Проводиться перевірка того, чи попало розігране значення у заданий інтервал, границі якого визначені відповідними елементами матриці перехідних

вірогідностей. Якщо подія переходу здійснилася, то рівень змінної стану змінює своє значення.

Наприклад, ця змінна приймає одне з двох значень стану – 0 або 1.

Тоді структура оператора вхідного темпу «Марковская цепь» має наступний вигляд:

```
INFLOWS:
-
=» Марковская_цепь = Переменная_состояния* (if (Случ_переменная_перехода >0.1)
AND(Случ_переменная_перехода<0.9) then 0 else -1)+ (1-Переменная_состояния)*
(if (Случ_переменная_перехода >0.4) AND(Случ_переменная_перехода<0.6) then 1
else 0)
```

Змінюючи параметри матриці переходу та відсотки реагування на рекламу, користувач може враховувати різні сценарії розвитку подій.

Позитивним моментом технології Ithink є наявність у користувача можливостей завдання довільних значень параметрів моделі, що забезпечує врахування специфіки господарювання конкретного об'єкта дослідження. Зміна значень параметрів дозволяє реалізувати різні плани проведення імітаційних експериментів. Наприклад, користувач може враховувати різні часові затримки, завдавати різні значення ємкостей блоків-конвеєрів, початкові значення блоків-фондів всіх типів, значення допоміжних змінних, параметри випадкових розподілів та т. п.

Одним з позитивних аспектів моделей системної динаміки є можливість швидко змінювати часовий діапазон досліджень – період імітації та тривалість кроку імітації. Крім цього, користувачеві надається можливість отримання не тільки кінцевих, але і проміжних результатів моделювання. Різноманітні і можливості представлення результатної інформації – у табличному та графічному вигляді.

Опис алгоритму реалізації математичної моделі наведено нижче.

Виробництво та відвантаження продукції

IIII Доставка_дистриб'юторам[t1](t) = Доставка_дистриб'юторам[t1](t - dt) +
(Темпы_отгрузки_продукции[t1] - Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t1]) * dt
INIT Доставка_дистриб'юторам[t1] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

IIII Доставка_дистриб'юторам[t2](t) = Доставка_дистриб'юторам[t2](t - dt) +
(Темпы_отгрузки_продукции[t2] - Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t2]) * dt
INIT Доставка_дистриб'юторам[t2] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-> Темпы_отгрузки_продукции[t1] = if Объемы_отгрузки[t1]>0 then Объемы_отгрузки[t1]
else 0
-> Темпы_отгрузки_продукции[t2] = if Объемы_отгрузки[t2]>0 then Объемы_отгрузки[t2]
else 0
OUTFLOWS:
-> Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t1] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t2] = CONVEYOR OUTFLOW

IIII О4ередь_на_производство_продукции(t) = О4ередь_на_производство_продукции(t - dt) +
(Длительность_обработки_заказов[Z1] + Длительность_обработки_заказов[Z2] +
Длительность_обработки_заказов[Zak] - Темп_поступления_в_производство) * dt
INIT О4ередь_на_производство_продукции = 0
INFLOWS:
-> Длительность_обработки_заказов[Z1] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Длительность_обработки_заказов[Z2] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-> Темп_поступления_в_производство = QUEUE OUTFLOW

IIII Обработка_заказов_[Z1](t) = Обработка_заказов_[Z1](t - dt) + (Поток_заказов_[Z1] -
Длительность_обработки_заказов[Z1] - Потери_заказов[Z1]) * dt
INIT Обработка_заказов_[Z1] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

IIII Обработка_заказов_[Z2](t) = Обработка_заказов_[Z2](t - dt) + (Поток_заказов_[Z2] -
Длительность_обработки_заказов[Z2] - Потери_заказов[Z2]) * dt
INIT Обработка_заказов_[Z2] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-> Поток_заказов_[Z1] =
Периоди4ность__заказов[Monday]+Периоди4ность__заказов[Wednesday]
-> Поток_заказов_[Z2] =
Периоди4ность__заказов[Tuesday]+Периоди4ность__заказов[Friday]
OUTFLOWS:

-> Длительность_обработки_заказов[Z1] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Длительность_обработки_заказов[Z2] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Потери_заказов[Zak] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = if О4ередь_на_производство_продукции=>Производство*3 then
0.2 else 0
NO-LEAK_ZONE = 0

IIII Производство(t) = Производство(t - dt) + (Темп_поступления_в_производство -
Длительность_производственного_цикла_) * dt
INIT Производство = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 2500
INFLOWS:
-> Темп_поступления_в_производство = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
-> Длительность_производственного_цикла_ = CONVEYOR OUTFLOW

□ Склады_дистриб'юторов[t1](t) = Склады_дистриб'юторов[t1](t - dt) +
(Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t1] -
Темпы_отгрузки_со_складов_дистриб'юторов[t1]) * dt
INIT Склады_дистриб'юторов[t1] = 5000

□ Склады_дистриб'юторов[t2](t) = Склады_дистриб'юторов[t2](t - dt) +
(Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t2] -
Темпы_отгрузки_со_складов_дистриб'юторов[t2]) * dt
INIT Склады_дистриб'юторов[t2] = 4000
INFLOWS:
-> Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t1] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Длительность_доставки_дистриб'юторам_ам[t2] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-> Темпы_отгрузки_со_складов_дистриб'юторов[t1] = if
Склады_дистриб'юторов[t1]>Минимальные_партии_отгрузки[Z1] then
Склады_дистриб'юторов[t1]-Минимальные_партии_отгрузки[Z1] else 0
-> Темпы_отгрузки_со_складов_дистриб'юторов[t2] = if
Склады_дистриб'юторов[t2]>Минимальные_партии_отгрузки[Z2] then
Склады_дистриб'юторов[t2]-Минимальные_партии_отгрузки[Z2] else 0

□ Склад_готовой_продукции__(t) = Склад_готовой_продукции__(t - dt) +
(Длительность_производственного_цикла_ - Темпы_отгрузки_продукции[Dis] -
Темпы_отгрузки_продукции[t1] - Темпы_отгрузки_продукции[t2]) * dt
INIT Склад_готовой_продукции__ = 40
INFLOWS:
-> Длительность_производственного_цикла_ = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-> Темпы_отгрузки_продукции[t1] = if Объемы_отгрузки[t1]>0 then Объемы_отгрузки[t1]
else 0
-> Темпы_отгрузки_продукции[t2] = if Объемы_отгрузки[t2]>0 then Объемы_отгрузки[t2]
else 0

□ Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[SumZ](t) =
Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[SumZ](t - dt) +
(Недельные_потоки_заказов[SumZ] - потоки_обеспечения_заказов[SumZ]) * dt
INIT Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[SumZ] = 0

INFLOWS:

- > Недельные_потоки_заказов[1] =
Периоди4ность_заказов[Monday]+Периоди4ность_заказов[Wednesday]
- > Недельные_потоки_заказов[2] =
Периоди4ность_заказов[Tuesday]+Периоди4ность_заказов[Friday]

OUTFLOWS:

- > потоки_обеспечения_заказов[1] =
Темпы_отгрузки_продукции[1]+Потери_заказов[Z1]
- > потоки_обеспечения_заказов[2] =
Темпы_отгрузки_продукции[2]+Потери_заказов[Z2]
- Периоди4ность_заказов[Monday] = PULSE((Текущий_спрос_на_прод[1]*3),1,7)
- Периоди4ность_заказов[Tuesday] = Pulse((Текущий_спрос_на_прод[2]*3),2,7)
- Периоди4ность_заказов[Wednesday] = Pulse((Текущий_спрос_на_прод[1]*4),3,7)
- Периоди4ность_заказов[Friday] = PULSE(Текущий_спрос_на_прод[2]*4,5,7)
- Периоди4ность_заказов[Thursday] = Pulse((Текущий_спрос_на_прод[1]*0+1),4,7)
- Объемы_отгрузки[1] = if Приоритеты_клиентов[1] = 1 then
min((Склад_готовой_продукции_Минимальный_уровень_запасов_на_складе-Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[1])*Периоди4ность_заказов[Thursday] Else

- min((Склад_готовой_продукции_Минимальный_уровень_запасов_на_складе-Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[2]),Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[1])*Периоди4ность_заказов[Thursday]
- Объемы_отгрузки[2] = if Приоритеты_клиентов[2] = 1 then
min((Склад_готовой_продукции_Минимальный_уровень_запасов_на_складе),Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[2])*Периоди4ность_заказов[Thursday] Else

- min((Склад_готовой_продукции_Минимальный_уровень_запасов_на_складе-Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[1]),Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[2])*Периоди4ность_заказов[Thursday]
- Минимальные_партии_отгрузки[Zak] = 0
- Минимальный_уровень_запасов_на_складе = 20000
- Приоритеты_клиентов[1] = if (Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[1])
>=Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[2]) then 1 else 2
- Приоритеты_клиентов[2] = if (Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[2])
>=Уровень_текущего_удовлетворения_заказов[1]) then 1 else 2
- Сглаженная_динамика = SMTN1 (Производство,365)
- Сглаженный_темп_пост_в_производство = SMTN1 (Темп_поступления_в_производство,365)

Формування витрат та доходів у каналах збулу

- Накопительная_прибыль_производителя_за_год(t) =
Накопительная_прибыль_производителя_за_год(t - dt) + (Темп_поступления_прибыли) * dt
INIT Накопительная_прибыль_производителя_за_год = 0
INFLOWS:
-> Темп_поступления_прибыли = Текущая_прибыль_производителя
- Накопительные_расходы_дистр[SumZDMas](t) =
Накопительные_расходы_дистр[SumZDMas](t - dt) +
(Поток_фомирования_расходов_дистр_дист[SumZDMas]) * dt
INIT Накопительные_расходы_дистр[SumZDMas] = 0
INFLOWS:

- > Поток_фомирования_расходов_дистр_дист[1] = Текущий_доход_дистриьютора[1]*0.7
- > Поток_фомирования_расходов_дистр_дист[2] = Текущий_доход_дистриьютора[2]*0.7

- Накопительные_расходы_субдистр[SumZSDMas](t) =
Накопительные_расходы_субдистр[SumZSDMas](t - dt) +
(Поток_фомирования_расходов_субдистр_субдист[SumZSDMas]) * dt
INIT Накопительные_расходы_субдистр[SumZSDMas] = 0

INFLOWS:

- > Поток_фомирования_расходов_субдистр_субдист[1] =
Текущая_прибыль_субдистр[1]*0.6
 - > Поток_фомирования_расходов_субдистр_субдист[2] =
Текущая_прибыль_субдистр[2]*0.6
 - Накопительные_расходы_розн_сети_сети[Zak](t) =
Накопительные_расходы_розн_сети_сети[Zak](t - dt) +
(Поток_формир_расходов_розн_сети[Zak]) * dt
INIT Накопительные_расходы_розн_сети_сети[Zak] = 0
- INFLOWS:
- > Поток_формир_расходов_розн_сети[Z1] = Текущий_доход_розничной_сети[1]*0.6
 - > Поток_формир_расходов_розн_сети[Z2] = Текущий_доход_розничной_сети[2]*0.6
- Накоп_гистая_прибыль_розн_сети_[PrbRSMas](t) =
Накоп_гистая_прибыль_розн_сети_[PrbRSMas](t - dt) +
(Поток_фомирования_гистой_прибыли_розн_сети[PrbRSMas]) * dt
INIT Накоп_гистая_прибыль_розн_сети_[PrbRSMas] = 0
- INFLOWS:
- > Поток_фомирования_гистой_прибыли_розн_сети[1] =
Текущий_доход_розничной_сети[1]
 - > Поток_фомирования_гистой_прибыли_розн_сети[2] =
Текущий_доход_розничной_сети[2]
- Суммарные_затраты_процесса_сбыта_1(t) = Суммарные_затраты_процесса_сбыта_1(t - dt) + (Поток_фомирования_итоговых_затрат[1]) * dt
INIT Суммарные_затраты_процесса_сбыта_1 = 0
 - Суммарные_затраты_процесса_сбыта_2(t) = Суммарные_затраты_процесса_сбыта_2(t - dt) + (Поток_фомирования_итоговых_затрат[2]) * dt
INIT Суммарные_затраты_процесса_сбыта_2 = 0
- INFLOWS:
- > Поток_фомирования_итоговых_затрат[1] =
Поток_фомирования_расходов_дистр_дист[1]+Поток_фомирования_расходов_субдистр_субдист[1]+Поток_формир_расходов_розн_сети[Z1]
 - > Поток_фомирования_итоговых_затрат[2] =
Поток_фомирования_расходов_дистр_дист[2]+Поток_фомирования_расходов_субдистр_субдист[2]+Поток_формир_расходов_розн_сети[Z2]
- Реализация_дистриьютора[1](t) = Реализация_дистриьютора[1](t - dt) + (Темп_реализации_дистриьютора[1]) * dt
INIT Реализация_дистриьютора[1] = 0
 - Реализация_дистриьютора[2](t) = Реализация_дистриьютора[2](t - dt) + (Темп_реализации_дистриьютора[2]) * dt
INIT Реализация_дистриьютора[2] = 0
- INFLOWS:
- > Темп_реализации_дистриьютора[1] = Темпы_отгрузки_со_складов_дистриьюторов[1]
 - > Темп_реализации_дистриьютора[2] = Темпы_отгрузки_со_складов_дистриьюторов[2]

- Реализация_в_розн_сети_1(t) = Реализация_в_розн_сети_1(t - dt) + (Темпы_реализации_в_розничной_сети(1)) * dt
INIT Реализация_в_розн_сети_1(1) = 0
- Реализация_в_розн_сети_2(t) = Реализация_в_розн_сети_2(t - dt) + (Темпы_реализации_в_розничной_сети(2)) * dt
INIT Реализация_в_розн_сети_2(1) = 0
INFLOWS:
 - ☞ Темпы_реализации_в_розничной_сети(1) = Темпы_реализации(1)
 - ☞ Темпы_реализации_в_розничной_сети(2) = Темпы_реализации(2)
- Реализация_производителя(t) = Реализация_производителя(t - dt) + (Темп_реализации_производителя) * dt
INIT Реализация_производителя = 0
INFLOWS:
 - ☞ Темп_реализации_производителя = Темпы_отгрузки_продукции(1) + Темпы_отгрузки_продукции(2)
- Реализация_субдистр1(t) = Реализация_субдистр1(t - dt) + (Темпы_реализации_субдистр1(1)) * dt
INIT Реализация_субдистр1(1) = 0
- Реализация_субдистр2(t) = Реализация_субдистр2(t - dt) + (Темпы_реализации_субдистр2(2)) * dt
INIT Реализация_субдистр2(1) = 0
INFLOWS:
 - ☞ Темпы_реализации_субдистр1(1) = Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрикторов(1)
 - ☞ Темпы_реализации_субдистр2(2) = Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрикторов(2)
- Итоговая_прибыль_производителя = if TIME=STOPTIME then (Оптовая_цена_производителя-Себестоимость_ед_продукции)*Реализация_производителя else 0
- Итоговый_доход_дистрибьютора(1) = If time=STOPTIME then Реализация_дистрибьютора(1) * (Оптовая_цена_дистрибьютора-Оптовая_цена_производителя) else 0
- Итоговый_доход_дистрибьютора(2) = If time=STOPTIME then Реализация_дистрибьютора(2) * (Оптовая_цена_дистрибьютора-Оптовая_цена_производителя) else 0
- Итоговый_доход_субдистр1(1) = Реализация_субдистр1(1)*(Оптовая_цена_субдистр-Оптовая_цена_дистрибьютора)
- Итоговый_доход_субдистр2(2) = Реализация_субдистр2(2)*(Оптовая_цена_субдистр-Оптовая_цена_дистрибьютора)
- Итоговый_доход_розн_сети(1) = Реализация_в_розн_сети_1(1)*(Розничная_цена-Оптовая_цена_субдистр)
- Итоговый_доход_розн_сети(2) = Реализация_в_розн_сети_2(2)*(Розничная_цена-Оптовая_цена_субдистр)
- Оптовая_цена_дистрибьютора = 10.3
- Оптовая_цена_производителя = 10
- Оптовая_цена_субдистр = 11.5
- Себестоимость_ед_продукции = 7
- Удельные_затраты_реализации(1) = Суммарные_затраты_процесса_сбыта_1(1)/Накопительный_объем_реализации(1)

- Удельные_затраты_реализации(2) = Суммарные_затраты_процесса_сбыта_2(2)/Накопительный_объем_реализации(2)
- Текущая_прибыль_производителя = (Оптовая_цена_производителя-Себестоимость_ед_продукции)*Темп_реализации_производителя
- Текущая_прибыль_субдистр1(1) = Темпы_реализации_субдистр1(1)*(Оптовая_цена_субдистр-Оптовая_цена_дистрибьютора)
- Текущая_прибыль_субдистр2(2) = Темпы_реализации_субдистр2(2)*(Оптовая_цена_субдистр-Оптовая_цена_дистрибьютора)
- Текущий_доход_дистрибьютора(1) = Темп_реализации_дистрибьютора(1)*(Оптовая_цена_дистрибьютора-Оптовая_цена_производителя)
- Текущий_доход_дистрибьютора(2) = Темп_реализации_дистрибьютора(2)*(Оптовая_цена_дистрибьютора-Оптовая_цена_производителя)
- Текущий_доход_розничной_сети(1) = Темпы_реализации_в_розничной_сети(1)*(Розничная_цена-Оптовая_цена_субдистр)
- Текущий_доход_розничной_сети(2) = Темпы_реализации_в_розничной_сети(2)*(Розничная_цена-Оптовая_цена_субдистр)
- Розничная_цена = 14.4
- PrTекSG = SMTH1 (Текущая_прибыль_производителя,365)
- PrTоргHSG[Z1] = SMTH1(гистая_прибыль_розн_сети(Z1), 365)
- PrTоргHSG[Z2] = SMTH1(гистая_прибыль_розн_сети(Z2), 365)
- гистая_прибыль_субдистр[Z1] = Текущая_прибыль_субдистр1(1)-0.6*Текущая_прибыль_субдистр1(1)
- гистая_прибыль_субдистр[Z2] = Текущая_прибыль_субдистр2(2)-0.6*Текущая_прибыль_субдистр2(2)
- гистая_прибыль_розн_сети[Z1] = Текущий_доход_розничной_сети(1)-Текущий_доход_розничной_сети(1)*0.6
- гистая_прибыль_розн_сети[Z2] = Текущий_доход_розничной_сети(2)-Текущий_доход_розничной_сети(2)*0.6
- гистая_прибыль_дистрибьютора[Z1] = Текущий_доход_дистрибьютора(1)-Текущий_доход_дистрибьютора(1)*0.7
- гистая_прибыль_дистрибьютора[Z2] = Текущий_доход_дистрибьютора(2)-Текущий_доход_дистрибьютора(2)*0.7
- YH1[1] = Поток_формирования_итоговых_затрат(1)/Темпы_реализации(1)
- YH1[2] = Поток_формирования_итоговых_затрат(2)/Темпы_реализации(2)

Функционирование каналов збулу

- Доставка_в_розничную_сеть1(t) = Доставка_в_розничную_сеть1(t - dt) + (Потоки_доставки_в_розничную_сеть1(1) - Длительность_доставки_в_розничную_сеть1(1)) * dt
INIT Доставка_в_розничную_сеть1(1) = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF


```

IIII Доставка_в_розницу_сеть[2](t) = Доставка_в_розницу_сеть[2](t - dt) +
(Потоки_доставки_в_розницу_сеть[2] - Длительность_доставки_в_розницу_сеть[2]) * dt
INIT Доставка_в_розницу_сеть[2] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-☞ Потоки_доставки_в_розницу_сеть[1] =
Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[1]
-☞ Потоки_доставки_в_розницу_сеть[2] =
Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[2]
OUTFLOWS:
-☞ Длительность_доставки_в_розницу_сеть[1] = CONVEYOR OUTFLOW
-☞ Длительность_доставки_в_розницу_сеть[2] = CONVEYOR OUTFLOW
IIII Доставка_субдистрибьюторам[1](t) = Доставка_субдистрибьюторам[1](t - dt) +
(Потоки_доставки_на_склады_субдистрибьюторов[1] -
Длительность_доставки_субдистрибьюторам[1]) * dt
INIT Доставка_субдистрибьюторам[1] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
IIII Доставка_субдистрибьюторам[2](t) = Доставка_субдистрибьюторам[2](t - dt) +
(Потоки_доставки_на_склады_субдистрибьюторов[2] -
Длительность_доставки_субдистрибьюторам[2]) * dt
INIT Доставка_субдистрибьюторам[2] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-☞ Потоки_доставки_на_склады_субдистрибьюторов[1] =
Темпы_отгрузки_со_складов_дистрибьюторов[1]
-☞ Потоки_доставки_на_склады_субдистрибьюторов[2] =
Темпы_отгрузки_со_складов_дистрибьюторов[2]
OUTFLOWS:
-☞ Длительность_доставки_субдистрибьюторам[1] = CONVEYOR OUTFLOW
-☞ Длительность_доставки_субдистрибьюторам[2] = CONVEYOR OUTFLOW
☐ Накопительные_финансовые__потери[DelGMas](t) =
Накопительные_финансовые__потери[DelGMas](t - dt) + (Финансовые_потери[DelGMas]) * dt
INIT Накопительные_финансовые__потери[DelGMas] = 0
INFLOWS:
-☞ Финансовые_потери[1] = Потери_заказов[Z1]*Оптовая_цена_производителя
-☞ Финансовые_потери[2] = Потери_заказов[Z2]*Оптовая_цена_производителя
☐ Накопительный_объем_реализации[RealGMas](t) =
Накопительный_объем_реализации[RealGMas](t - dt) +
(Темпы_реализации_в_стоим_выражении[RealGMas]) * dt
INIT Накопительный_объем_реализации[RealGMas] = 0
INFLOWS:
-☞ Темпы_реализации_в_стоим_выражении_[1] =
Темпы__реализации[1]*Розничная_цена

```

```

-☞ Темпы_реализации_в_стоим_выражении_[2] =
Темпы__реализации[2]*Розничная_цена
☐ Склады_субдистрибьюторов[1](t) = Склады_субдистрибьюторов[1](t - dt) +
(Длительность_доставки_субдистрибьюторам[1] -
Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[1]) * dt
INIT Склады_субдистрибьюторов[1] = 5000
☐ Склады_субдистрибьюторов[2](t) = Склады_субдистрибьюторов[2](t - dt) +
(Длительность_доставки_субдистрибьюторам[2] -
Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[2]) * dt
INIT Склады_субдистрибьюторов[2] = 6000
INFLOWS:
-☞ Длительность_доставки_субдистрибьюторам[1] = CONVEYOR OUTFLOW
-☞ Длительность_доставки_субдистрибьюторам[2] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-☞ Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[1] = if
Склады_субдистрибьюторов[1]>Мин_партии_отгрузки[Z1] then
Склады_субдистрибьюторов[1]-Мин_партии_отгрузки[Z1] else 0
-☞ Темпы_отгрузки_со_складов_субдистрибьюторов[2] = if
Склады_субдистрибьюторов[2]>Мин_партии_отгрузки[Z2] then
Склады_субдистрибьюторов[2]-Мин_партии_отгрузки[Z2] else 0
☐ Склады_розничной_сети[Rozn1](t) = Склады_розничной_сети[Rozn1](t - dt) +
(Длительность_доставки_в_розницу_сеть[Rozn1] - Темпы_реализации[Rozn1]) * dt
INIT Склады_розничной_сети[Rozn1] = 0
INFLOWS:
-☞ Длительность_доставки_в_розницу_сеть[1] = CONVEYOR OUTFLOW
-☞ Длительность_доставки_в_розницу_сеть[2] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-☞ Темпы_реализации[1] = min(Склады_розничной_сети[1],Текущий_спрос_на_прод[1])
-☞ Темпы_реализации[2] = min(Склады_розничной_сети[2],Текущий_спрос_на_прод[2])
○ Мин_партии_отгрузки[Z1] = 2000
○ Мин_партии_отгрузки[Z2] = 0
○ Стоимость_тек_спроса[1] = Текущий_спрос_на_прод[1]*Розничная_цена
○ Стоимость_тек_спроса[2] = Текущий_спрос_на_прод[2]*Розничная_цена
○ Текущий_спрос_на_прод[1] = if ((TIME>=1) And (Time<=31)) OR
((TIME>=213) And (Time<=243)) OR
((TIME>=244) And (Time<=273)) Then
RANDOM(500+Накопительный_рыножный_спрос[1],570+Накопительный_рыножный_спрос[1])
Else
(if ((TIME>=32) And (Time<=59)) OR
((TIME>=60) And (Time<=90)) OR
((TIME>=182) And (Time<=212)) Then
RANDOM(734+Накопительный_рыножный_спрос[1],767+Накопительный_рыножный_спрос[1])
Else
RANDOM(970+Накопительный_рыножный_спрос[1],1040+Накопительный_рыножный_спрос[1])
))

```

○ Текущий_спрос_на_прод[2] = if ((TIME>=1) And (Time<=31)) OR ((TIME>=213) And (Time<=243)) OR ((TIME>=244) And (Time<=273)) Then
RANDOM(650+Накопительный_рыножный_спрос[2],737+Накопительный_рыножный_спрос[2])
Else
if ((TIME>=32) And (Time<=59)) OR ((TIME>=60) And (Time<=90)) OR ((TIME>=182) And (Time<=212)) Then
RANDOM(953+Накопительный_рыножный_спрос[2],1000+Накопительный_рыножный_спрос[2])
) Else
RANDOM(1290+Накопительный_рыножный_спрос[2],1343+Накопительный_рыножный_спрос[2])

Рекламна діяльність підприємства

□ Накопительный_рыножный_спрос[Per11_Mas](t) =
Накопительный_рыножный_спрос[Per11_Mas](t - dt) +
(Поток_дополнительных_заказов[Per11_Mas]) * dt
INIT Накопительный_рыножный_спрос[Per11_Mas] = 0
INFLOWS:
☞ Поток_дополнительных_заказов[1] = if time > 90 then
Поток_отреаг_на_рекламу[1]*Per3_вспом_переменная_1]*0.9 else
Поток_отреаг_на_рекламу[1]*Per3_вспом_переменная_1]*0.1
☞ Поток_дополнительных_заказов[2] =
Поток_отреаг_на_рекламу[2]*Per3_вспом_переменная_2]

□ Переменная_состояния(t) = Переменная_состояния(t - dt) + (Марковская_цепь) * dt
INIT Переменная_состояния = 0
INFLOWS:
☞ Марковская_цепь = Переменная_состояния * (if (Служ_переменная_перехода > 0.1) AND (Служ_переменная_перехода < 0.9) then 0 else -1) + (1 - Переменная_состояния) * (if (Служ_переменная_перехода > 0.4) AND (Служ_переменная_перехода < 0.6) then 1 else 0)

□ Целевая_аудитория[Potk1_Mas](t) = Целевая_аудитория[Potk1_Mas](t - dt) +
(Поток_потенц_покупателей_[Potk1_Mas] - Поток_отреаг_на_рекламу[Potk1_Mas]) * dt
INIT Целевая_аудитория[Potk1_Mas] = 0
INFLOWS:
☞ Поток_потенц_покупателей_1] = POISSON(20, Parametr[1])
☞ Поток_потенц_покупателей_2] = POISSON(25, Parametr[2])
OUTFLOWS:
☞ Поток_отреаг_на_рекламу[1] = if Переменная_состояния=0 then 0 else
Целевая_аудитория[1]*Proc_вспом_переменная
☞ Поток_отреаг_на_рекламу[2] = if Переменная_состояния=0 then 0 else
Целевая_аудитория[2]*Proc_вспом_переменная
☞ Поток_не_отреаг_на_рекламу[1] =
Целевая_аудитория[1]-Поток_отреаг_на_рекламу[1]
☞ Поток_не_отреаг_на_рекламу[2] =
Целевая_аудитория[2]-Поток_отреаг_на_рекламу[2]

□ Текущий_рекламный_бюджет[Recl_Mas](t) = Текущий_рекламный_бюджет[Recl_Mas](t - dt) +
(Поток_фомирования_рекламного_бюджета_[Recl_Mas] -
Поток_текущих_рекламных_затрат[Recl_Mas]) * dt
INIT Текущий_рекламный_бюджет[Recl_Mas] = 0
INFLOWS:
☞ Поток_фомирования_рекламного_бюджета_1] =
Темпы_реализации[1]*Рознижная_цена
☞ Поток_фомирования_рекламного_бюджета_2] =
Темпы_реализации[2]*Рознижная_цена
OUTFLOWS:
☞ Поток_текущих_рекламных_затрат[1] = if time < 90 then Текущий_рекламный_бюджет[1]
*2.5 else if time >= 90 and time < 120 then Текущий_рекламный_бюджет[1]*0.4 else
Текущий_рекламный_бюджет[1]*0.1
☞ Поток_текущих_рекламных_затрат[2] = Текущий_рекламный_бюджет[2]

○ Дополнительные_заказы = Рознижная_цена*Поток_дополнительных_заказов[1]
○ DelSg_сглаж_1го_порядка = SMTN1(Поток_не_отреаг_на_рекламу[1],365)
○ Служ_переменная_перехода = RANDOM(0,1,0)
○ Parametr[1] = Поток_текущих_рекламных_затрат[1]/23
○ Parametr[2] = Поток_текущих_рекламных_затрат[2]/1000
○ Per3_вспом_переменная_1] = 0.2
○ Per3_вспом_переменная_2] = 0.3
○ Pred = if Time1_ <= 120 then 20000 else 9000
○ Proc_вспом_переменная = 0.6
○ tempKISG_сглаж_1го_порядка = SMTN1(Поток_потенц_покупателей_1],365)
○ Time1_ = TIME

У наступному параграфі зупинимося більш докладно на планах проведення імітаційних експериментів та аналізі результатів моделювання.

2.2. Імітаційні експерименти як аналітична основа прийняття управлінських рішень

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 трьохланкової організації каналів збуту. Передбачається, що в кожному з

регіонів діє один дистриб'ютор, який має одного субдистриб'ютора у випадку реалізації трьохланкової мережі.

Термін імітації – рік, крок імітації – день.

В процесі проведення прогнозних експериментів передбачалося, що початкові значення всіх фондів-накопичувачів дорівнюють 0 (INIT (змінна) = 0), тобто виробничо-збутові процеси досліджувалися у «чистому» вигляді без врахування наявності запасів готової продукції в різних ланках системи на початку моделювання.

На рис. 2.7 наведена прогнозна динаміка ринкового попиту (у натуральних одиницях виміру – кг) на досліджуваний рік за двома регіонами (умовно 1 та 2).

Базова модель – трьохланкова система каналу збуту.

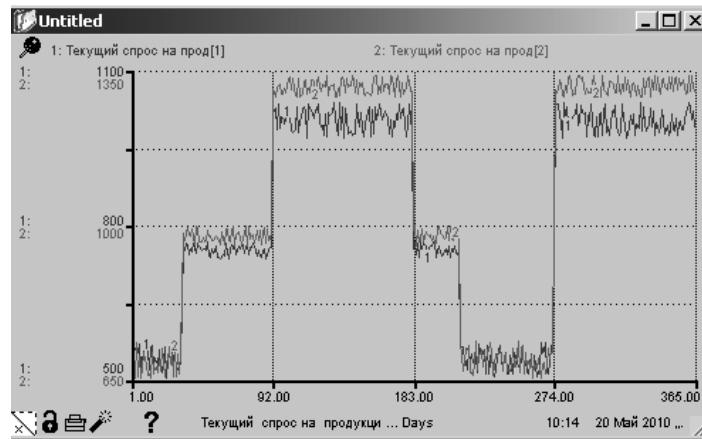


Рис. 2.7. Динаміка ринкового попиту в регіональному розрізі

Як видно з наведених даних, попит на продукцію по обох регіонах має явно виражену сезонність. Фактично можна відокремити три «часові сектори користування» – періоди низького, середнього та підвищеного попиту. Попит на

досліджуваний вид продукції вище по регіону 2, що особливо очевидно у межах періодів підвищеного попиту.

Прогноз динаміки попиту має інтерес для підприємства-виробника з точки зору орієнтації на необхідні виробничі потужності та можливості їх достатнього завантаження. Окрім цього, дослідження сезонності попиту сприяє виявленню оптимальних періодів зупинки на профілактику за вимогами технологічного процесу.

Аналіз наявних виробничих потужностей підприємства-виробника та прогнозної пропускної здатності довели недостатність виробничих потужностей для забезпечення потоку замовлень користувачів, особливо в періоди підвищеного попиту (рис. 2.8).

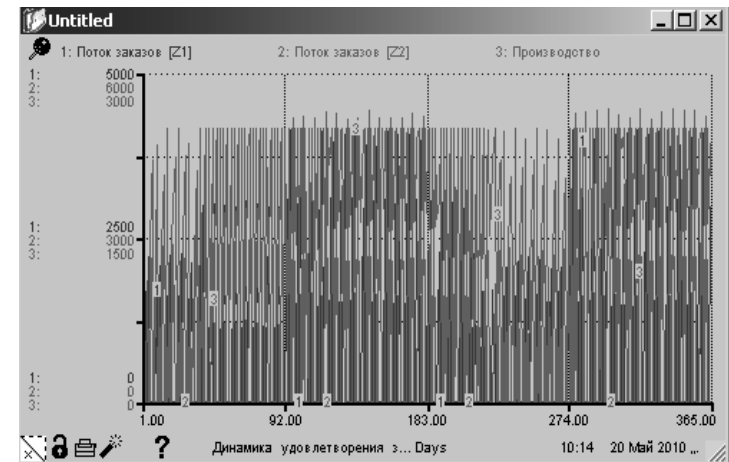


Рис. 2.8. Аналіз динаміки задоволення замовлень на продукцію з огляду на пропускну спроможність підприємства

Тенденція підтвердилася і аналізом динаміки вмісту черги (рис. 2.9).

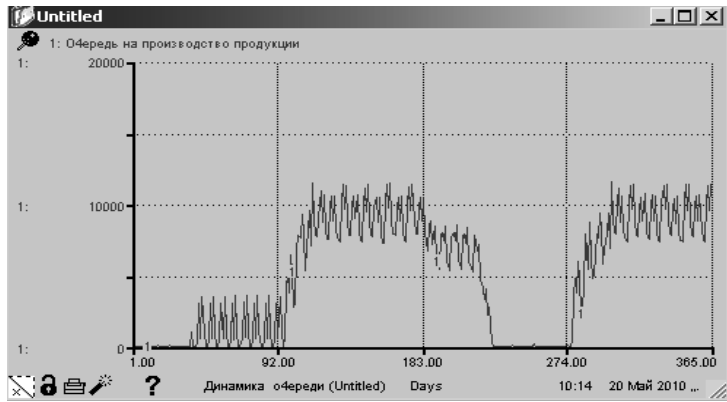


Рис. 2.9. Динаміка вмісту черги замовлень на виробництво

Недостатність виробничих потужностей вплинула на обсяги відвантаження готової продукції підприємства по регіонах. Динаміка процесів відвантаження (у натуральному вимірі) наведена на рис. 2.10.

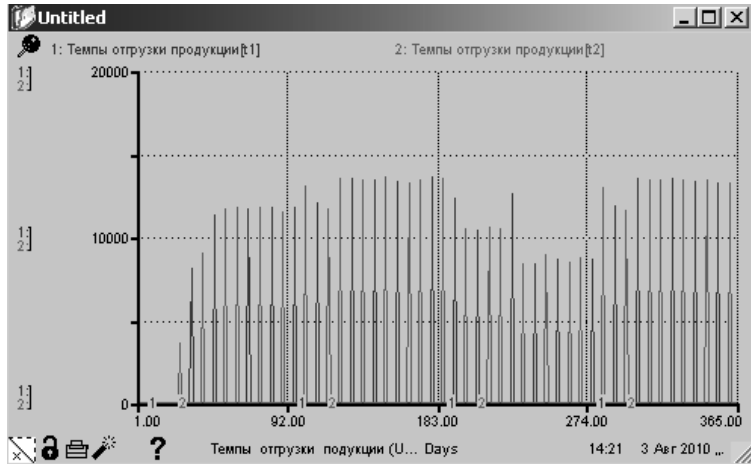


Рис. 2.10. Динаміка відвантаження готової продукції підприємства по регіонах

Підприємству можна рекомендувати перегляд завантаження наявних виробничих потужностей, можливо, їх нарощування, а також визначення більш обґрунтованих пріоритетів регіонів у відвантаженні готової продукції.

Незадоволення попиту може відштовхнути частину цільової аудиторії (покупців продукції) від даної марки кондитерських виробів та переорієнтувати їх на продукцію іншого виробника. Втрата більш перспективного ринку збуту (відповідного ринкового сектора регіону 2) негативно вплине на кінцеві показники діяльності виробника.

Прогнозна динаміка втрат підприємства (у вартісному вираженні – грн, оптові ціни підприємства) від неможливості своєчасного виконання замовлень в розрізі окремих регіонів (наростаючим підсумком) наведена на рис. 2.11.

Однак, виробництво чітко реагує на коливання ринкового попиту – динаміка наведених процесів цілком співпадають.

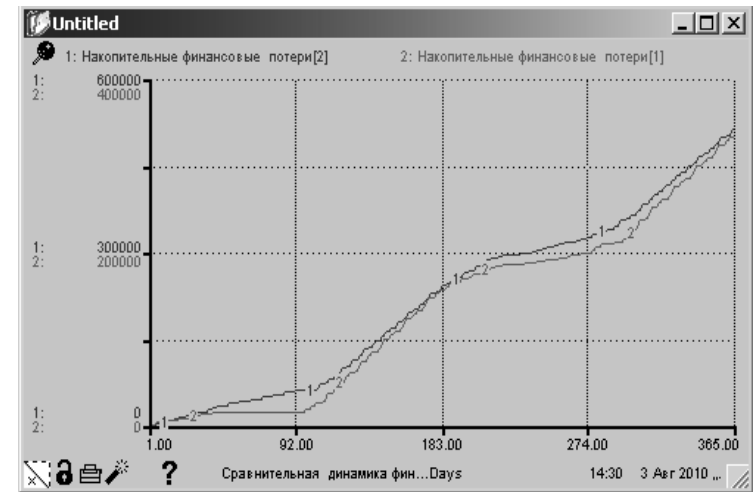


Рис. 2.11. Втрати підприємства при наявних виробничих потужностях

Дослідження механізму дії трьохланкової та двохланкової структур каналів збуту доводить наступні результати.

На рис. 2.12 та 2.13 наведені динаміки збуту продукції (у натуральних одиницях виміру – кг) у роздрібній мережі по регіонах, відповідно, у трьохланковому та двохланковому каналах.

Наведені дані свідчать, що у регіоні 1 трьохланковий канал працює краще, ніж двохланкова система. Реалізація за періодами більш стабільна – особливо у періодах підвищеного попиту на досліджувану продукцію. В той же час у регіоні 2 спостерігається зворотна картина. Двохланкова система сприяє підвищенню ритмічності реалізації та загальному збільшенню обсягів збуту. Більш детальне ознайомлення з ситуацією у різних регіонах довело більшу ефективність субдистриб'ютерів регіону 1 та недостатньо гнучку політику та пасивність менеджерів аналогічної ланки регіону 2.

Цей висновок підтверджується також інформацією стосовно динаміки витрат у ланках субдистриб'ютерів.

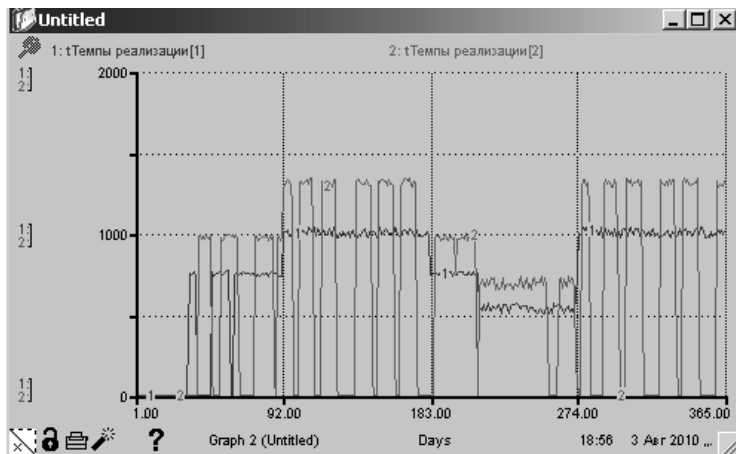


Рис. 2.12. Динаміка процесів реалізації у роздрібній мережі при трьохланковій структурі каналу збуту

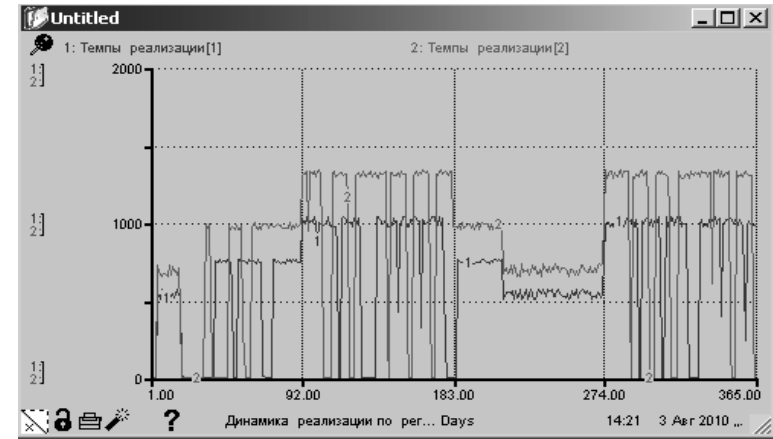


Рис. 2.13. Динаміка процесів реалізації у роздрібній мережі при двохланковій структурі каналу збуту

Накопичувальні дані щодо витрат субдистриб'ютерів впродовж досліджуваного періоду по регіонах наведені на рис. 2.14.

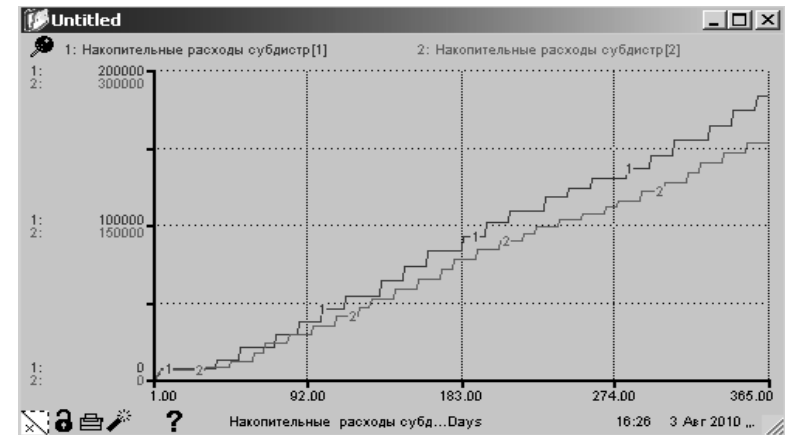


Рис. 2.14. Динаміка накопичувальних витрат (у грн) субдистриб'ютерів по регіонах

Динаміка поточних та накопичувальних загальних витрат у каналах збуту для трьохланкової та двохланкової систем у розрізі регіонів наведені на рис. 2.15 – 2.18.

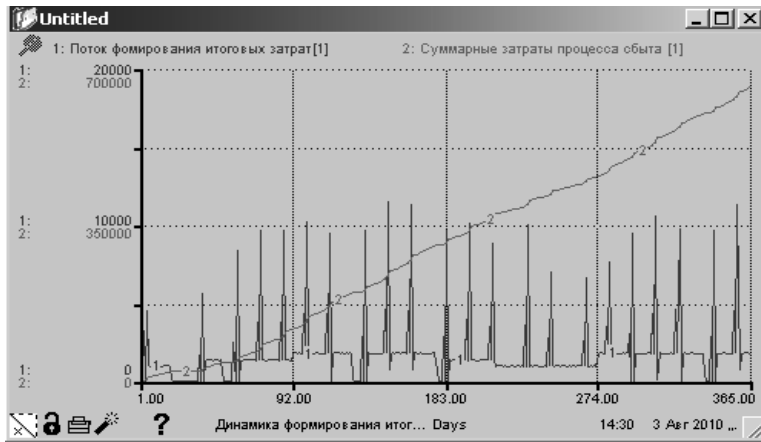


Рис. 2.15. Динаміка сумарних витрат у каналі збуту при трьохланковій системі (регіон 1)

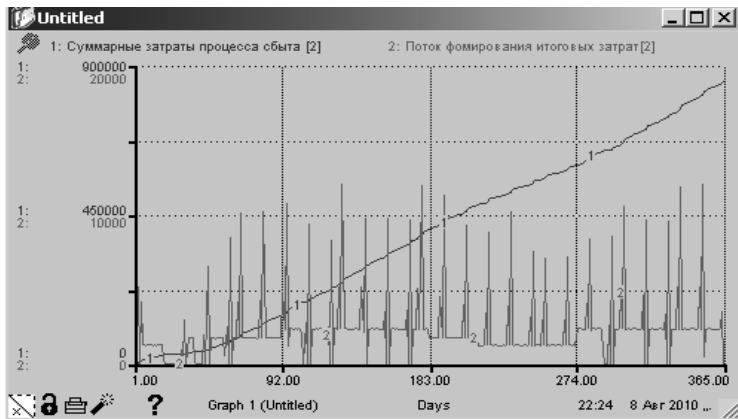


Рис. 2.16. Динаміка сумарних витрат у каналі збуту при трьохланковій системі (регіон 2)

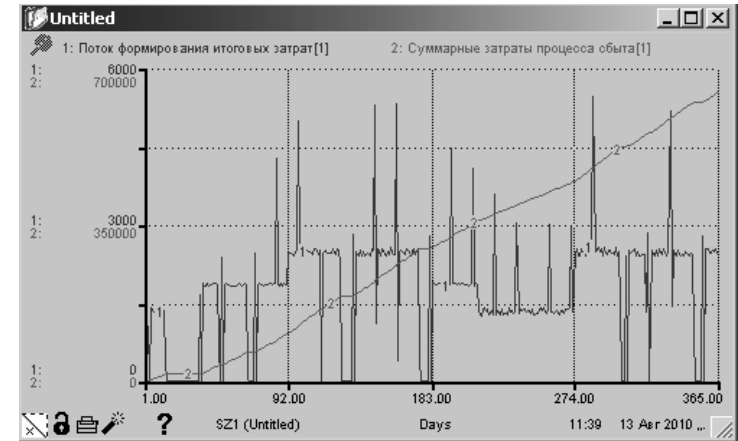


Рис. 2.17. Динаміка сумарних витрат у каналі збуту при двохланковій системі (регіон 1)

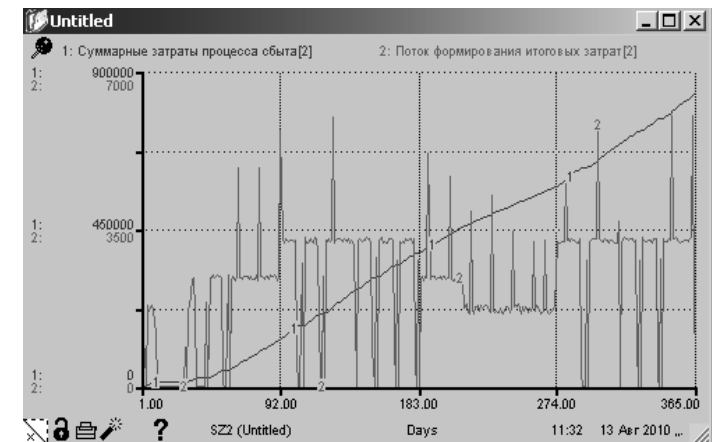


Рис. 2.18. Динаміка сумарних витрат у каналі збуту при двохланковій системі (регіон 2)

Наведені дані дозволяють зробити закономірні висновки.

По регіону 2 підсумкові витрати у каналі збуту більші, ніж по регіону 1 (ринковий попит на дану продукцію і, відповідно, обсяги її реалізації по даному регіону значно вищі, незважаючи на недостатність виробничих потужностей виробника).

Рівень поточних витрат по регіону 1 вищий при трьохланковій, ніж при двохланковій системі каналу збуту. В той же час динаміка та рівень накопичувальних витрат на кінець року відрізняються незначно. Це цілком відповідає проведеному раніше аналізу динаміки обсягів реалізації – при трьохланковій системі рівень реалізації вищий.

Таким чином, і з «витратної» точки зору у регіоні 1 більш виправдовує себе трьохланкова структура каналу розподілу. Значення показника питомих витрат (витрати по збуту) на одиницю реалізованої продукції (грн/кг) за результатами року свідчать про те ж саме:

При трьохланковій системі значення змінної «Удельные затраты реализации»:

Удельные затраты ре... 2.5

При двохланковій системі –

Удельные затраты ре... 2.8

По регіону 2 рівень поточних та накопичувальних витрат вищий при трьохланковій, ніж при двохланковій системі каналу збуту. Питомі витрати на одиницю реалізованої продукції за результатами року (грн/кг) складають при трьохланковій системі (змінна «Удельные затраты реализации»):

Удельные затраты ре... 3.1

При двохланковій системі:

Удельные затраты ре... 2.7

Таким чином, за рахунок більш активної роботи двохланкової структури каналу збуту значення показника питомих витрат при двохланковій системі нижчі.

На рис. 2.19 та 2.20 наведена динаміка показників чистого прибутку (грн), яка отримана у різних ланках каналів збуту при трьохланковій системі, відповідно, для регіонів 1 та 2.

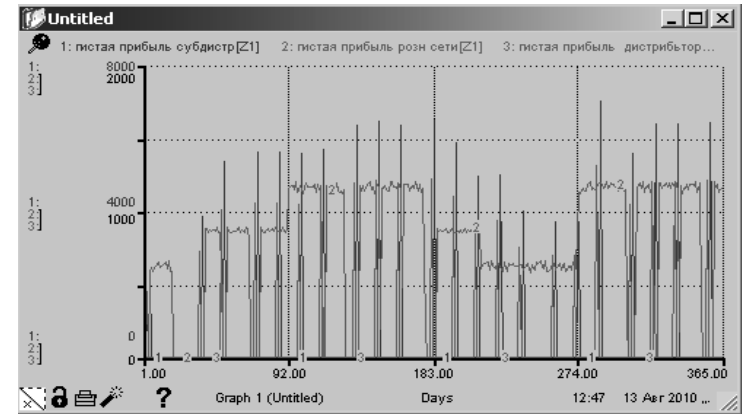


Рис. 2.19. Динаміка чистого прибутку у ланках каналів збуту (трьохланкова система регіону 1)

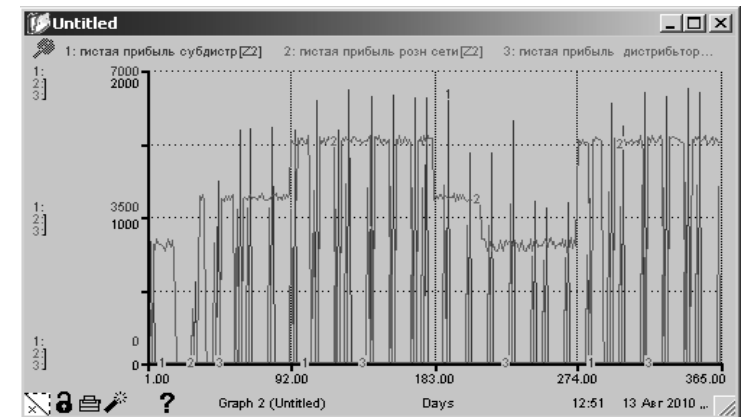


Рис. 2.20. Динаміка чистого прибутку у ланках каналу збуту (трьохланкова система регіону 2)

Результати імітаційних експериментів доводять, що найбільш рівномірний прибуток отримують підприємства роздрібної торгівлі. Найбільш високий рівень прибутку в обох регіонах у субдистриб'юторів. Таким чином, менеджерам слід зосередити особливу увагу саме на цій ланці (це середня ланка між дистриб'юторами та торговельною мережею, і тому вона має значно нижчий рівень витрат, чим дистриб'ютор). Існування такої ланки може бути виправдано тільки за умов її ефективної роботи та суттєвого впливу на кінцеві результати реалізації. Як довели імітаційні експерименти, раціональним є існування даної ланки тільки у регіоні 1.

Завдяки проведенню імітаційних експериментів на моделях менеджери можуть оцінити можливості зниження витрат у конкретних ланках каналів збуту. Модель дозволяє детально дослідити систему формування витрат у кожній з ланок. Змінюючи витратні та цінові нормативи та проводячи серію експериментів, можна спрогнозувати імовірний сценарій розвитку подій і заздалегідь запровадити відповідні заходи щодо підвищення ефективності каналів розподілу, збільшення їх пропускної спроможності. Динаміка чистого прибутку виробника загалом у досліджуваних регіонах наведена на рис. 2.21.

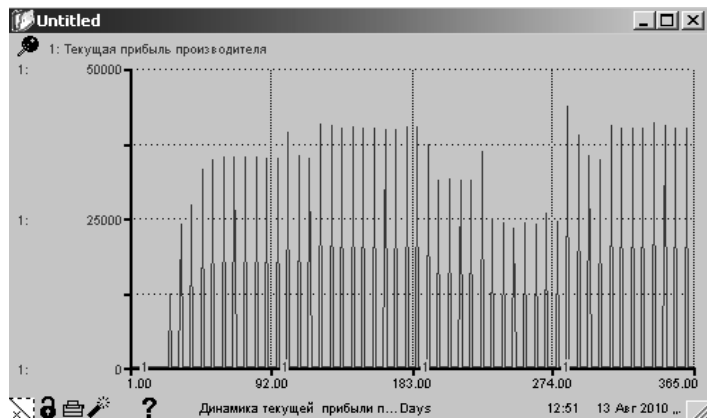


Рис. 2.21. Динаміка прибутку виробника (грн)

Як підкреслювалося раніше, реклама – один з найважливіших важелів підвищення ефективності функціонування виробничо-збутової мережі. У зв'язку з тим зупинимося більш докладно на дослідженні впливу рекламних зусиль на показники реалізації та прибутковості.

В якості ілюстрації наведемо результати прогнозу по регіонах у розрізі найбільш ефективних організаційних структур каналів збуту. Як довели попередні модельні експерименти – це трьохланкова система збуту для регіону 1 та двохланкова система для регіону 2.

На моделі пройшли апробацію різні стратегії формування рекламного бюджету. Одна зі стратегій – відрахування невеликого відсотка (як правило, від 2 до 7 % роздрібною ціни) від обсягу реалізації без значних первинних фінансових вкладень на різних етапах життєвого циклу виробу.

Динаміка таких «рівномірних витрат» на рекламу по регіону 1 наведена на рис. 2.22.

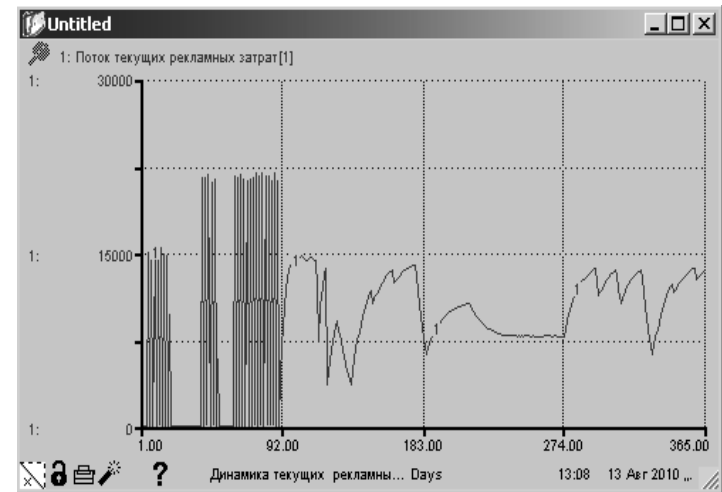


Рис. 2.22. Динаміка витрат на рекламу (грн)

Наведена динаміка відображає сезонність у реалізації продукції, тому що у даному випадку відрахування здійснюються залежно від загального обороту реалізації. Прогнозне підвищення ринкового попиту (у вартісному вимірі) наведено на рис. 2.23.

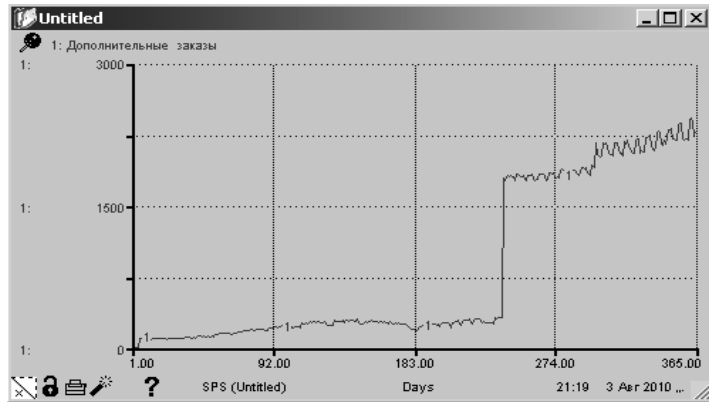


Рис. 2.23. Прогнозна динаміка підвищення ринкового попиту (грн) за рахунок рекламних зусиль

Наведена 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.

Однак, приблизно 40 % цільової аудиторії, яка відреагувала на рекламу (потенційних покупців), втрачається, і тільки 60 % переходить до розряду постійних покупців. Динаміка потоків потенційних та втрачених покупців наведена на рис. 2.24 (використана функція експоненціального згладжування 1-го порядку).

Розглянута ситуація відображає результати «оптимістичних» варіантів проведених імітаційних експериментів. Таким чином, при наведеній рекламній стратегії оптимістичний результат передбачає збільшення обсягів попиту покупців і, відповідно, подальшої реалізації продукції приблизно на 17-25 %.

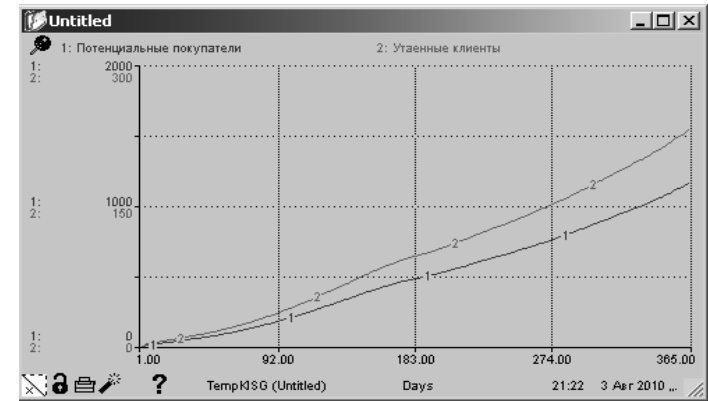


Рис. 2.24. Динаміка темпів потоків потенційних та втрачених клієнтів

Однак, наявні виробничі потужності підприємства, як було доведено раніше, не дозволяють досягти таких показників. Необхідно значне збільшення пропускної спроможності виробника.

По регіону 2 досліджувався другий варіант рекламної стратегії – впроваджувався інвестиційний проект по інтенсифікації маркетингової діяльності на товарному ринку регіону. Одним із заходів в рамках проекту було посилення рекламної підтримки номенклатури досліджуваних товарів. Досліджувалася наведена на рис. 2.25 динаміка формування рекламного бюджету просування продукції.

Як свідчать наведені дані, потік інвестицій є найбільш інтенсивним на початковому етапі. Відповідний виклик ринку на рекламні зусилля у вигляді збільшення обсягів попиту покупців, наведений на рис. 2.26, демонструє

прогнозне збільшення приблизно на 40 % (оптимістичний варіант прогнозу). Крім цього, графік демонструє подальше збільшення попиту.

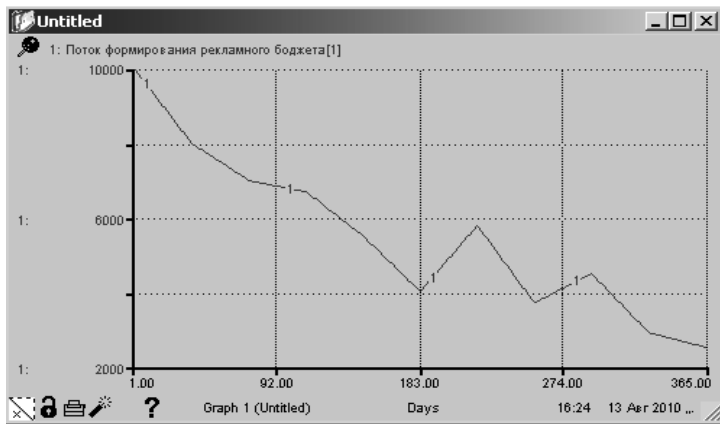


Рис. 2.25. Динаміка формування рекламного бюджету

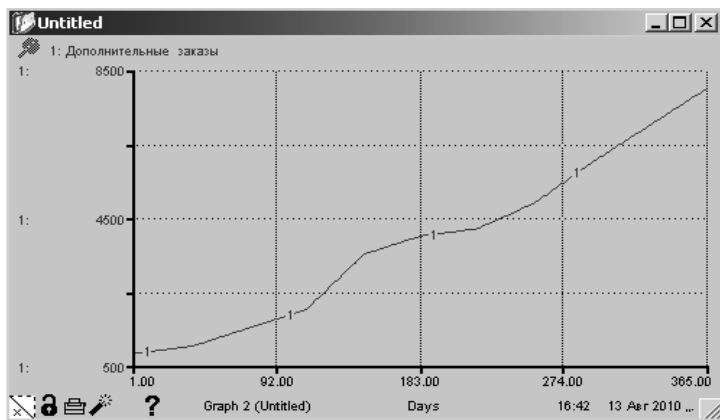


Рис. 2.26. Прогнозна динаміка збільшення ринкового попиту (грн) за рахунок рекламних зусиль

Експерименти доводять, що проведені у рамках проекту заходи сприяють не тільки збільшенню сектора цільової аудиторії, яка відреагувала на рекламу, але і зменшують число «втрачених клієнтів». Відповідна динаміка потоків потенційних та втрачених покупців представлена на рис. 2.27.

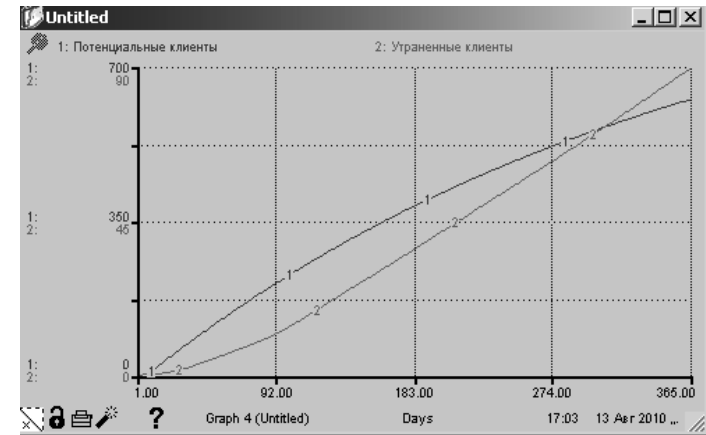


Рис. 2.27. Динаміка темпів потоків потенційних та втрачених клієнтів

Динаміка процесів, відображених на рис. 2.25-2.27, показана з врахуванням використання функції експоненціального згладжування 1-го порядку.

Таким чином, завдяки проведенню комплексу імітаційних експериментів менеджери можуть визначитися з найбільш прийнятним (з точки зору кінцевих показників роботи) рівнем рекламних витрат протягом тривалого перспективного періоду, а також з найбільш ефективною технологією формування рекламного бюджету. Цьому сприяє прогноз динаміки реагування клієнтів на рекламні зусилля, тобто динаміка формування ринкового попиту. Позитивним моментом проведення експериментів є також можливість оцінки достатності та ефективності використання наявних виробничих потужностей.

2.3. Модель оцінки інвестиційних альтернатив

Підвищення ефективності бізнес-процесів виробничо-збутової сфери підприємств часто пов'язано з реалізацією відповідних інвестиційних проектів. Обґрунтований вибір конкретної інвестиційної альтернативи безпосередньо впливає на результативність роботи досліджуваної системи загалом.

Модель оцінки інвестиційних альтернатив з використанням методу системної динаміки на платформі Ithink наведена на рис. 2.28 [71].

Модель реалізує загальну концепцію процесу оцінки ефективності інвестиційної альтернативи на базі дослідження динаміки фінансових потоків, пов'язаних з проектом. Модель легко трансформується до реальних умов об'єкта дослідження з урахуванням специфіки інвестиційного проекту.

Динаміка формування позитивного потоку, пов'язаного з проектом, моделюється за допомогою наступних блоків-фондів:

- Блок-резервуар «Заказы», що акумулює замовлення на випуск продукції підприємством. Надходження замовлень моделюється за допомогою відповідного потоку («Поступление заказов»), темп якого визначається ринковим попитом на продукцію підприємства (випадкова змінна «Спрос»), підпорядкована конкретному закону розподілу згідно з тенденціями розвитку товарного ринку).
- Блок-черга «Очередь заказов» складають замовлення, які очікують запуску у виробництво. Якщо черга стає надмірною з точки зору замовників (алгоритм процесу є гнучким та залежить від конкретної ситуації – наприклад, обсяги замовлень перевищують у кілька разів пропускну спроможність виробництва), визначений відсоток клієнтів залишає чергу. Відповідний потік – «Потери клиентов».
- Блок-конвеєр «Мощность» моделює пропускну спроможність підприємства із визначеною тривалістю виробничого циклу.

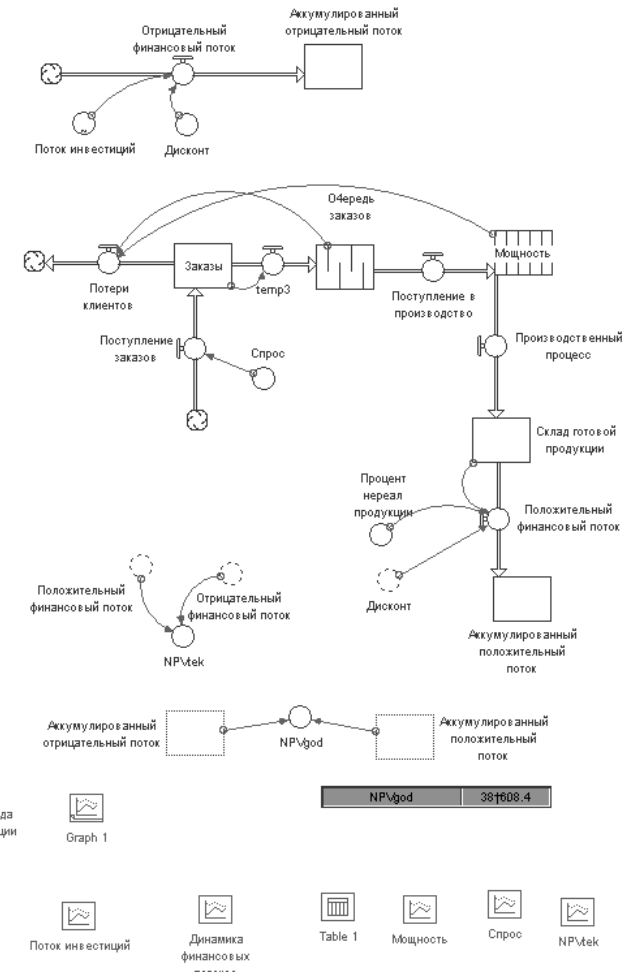


Рис. 2.28. Модель оцінки інвестиційних альтернатив

- Блоки-резервуари «Склад готовой продукции» (входной поток «Производственный процесс»); «Аккумуляированный положительный поток» – дисконтowana грошова масса, що накопичується за весь період імітації за результатами реалізації продукції (відсоток нереалізованої продукції та значення дисконту враховуються за допомогою відповідних змінних).

Позитивний дисконтований фінансовий потік – «Положительный финансовый поток».

Негативний фінансовий потік моделюється на основі потоку інвестицій (темп якого може алгоритмічно визначитися різними засобами – наприклад, за допомогою функції GRIF (Time)), дисконтovanого заданим дисконтом. Загальний обсяг інвестицій, який акумулюється за весь період імітації – блок-резервуар «Аккумуляированный отрицательный поток».

Математичний опис моделі наведено нижче.

Ефективність інвестиційної альтернативи оцінюється на моделі на основі одного з основних показників методики UNIDO – чистої приведенної вартості – змінні – NPVtek (поточне значення показника на всіх кроках імітації впродовж досліджуваного періоду) та NPVgod (результатне значення).

Наприклад, досліджується інвестиційний проект, пов'язаний із нарощуванням виробничих потужностей підприємства, тобто із збільшенням його пропускної спроможності. Ситуація є вельми актуальною, зважаючи на результати дослідження попереднього параграфу, де підприємству-виробнику суттєво не вистачало виробничих потужностей для задоволення зростаючого попиту на продукцію в розрізі регіональних ринків.

Динаміка інвестиційного процесу розгортається впродовж року, крок імітації – місяць.

Значення показників наводяться у вартісному вимірі, числовий матеріал – умовний.

Мета – демонстрація аналітичних здібностей моделі в процесі прийняття інвестиційних рішень.

```

 Аккумуляированный_положительный_поток(t) =
Аккумуляированный_положительный_поток(t - dt) + (Положительный_финансовый_поток) *
dt
INIT Аккумуляированный_положительный_поток = 0
INFLOWS:
    -> Положительный_финансовый_поток =
(Склад_готовой_продукции_ -Склад_готовой_продукции_ *Процент_нереал_продукции
) *Дисконт
 Аккумуляированный_отрицательный_поток(t) = Аккумуляированный_отрицательный_поток(t -
dt) + (Отрицательный_финансовый_поток) * dt
INIT Аккумуляированный_отрицательный_поток = 0
INFLOWS:
    -> Отрицательный_финансовый_поток = Поток_инвестиций *Дисконт
 Заказы(t) = Заказы(t - dt) + (Поступление_заказов_ - temp3_ - Потери_клиентов) * dt
INIT Заказы = 0
INFLOWS:
    -> Поступление_заказов_ = Спрос
OUTFLOWS:
    -> temp3_ = Заказы
    -> Потери_клиентов = if O4ереть_заказов_>=Мощность*2 then 0.3 else 0
 O4ереть_заказов_(t) = O4ереть_заказов_(t - dt) + (temp3_ - Поступление_в_производство) *
dt
INIT O4ереть_заказов_ = 0
INFLOWS:
    -> temp3_ = Заказы
OUTFLOWS:
    -> Поступление_в_производство = QUEUE OUTFLOW
 Мощность(t) = Мощность(t - dt) + ((Поступление_в_производство -
Производственный_процесс_) * dt
INIT Мощность = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 20100
INFLOWS:
    -> Поступление_в_производство = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
    -> Производственный_процесс_ = CONVEYOR OUTFLOW
 Склад_готовой_продукции_(t) = Склад_готовой_продукции_(t - dt) +
(Производственный_процесс_ - Положительный_финансовый_поток) * dt
INIT Склад_готовой_продукции_ = 0
INFLOWS:
    -> Производственный_процесс_ = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
    -> Положительный_финансовый_поток =
(Склад_готовой_продукции_ -Склад_готовой_продукции_ *Процент_нереал_продукции
) *Дисконт
 Дисконт = 1
 Процент_нереал_продукции = 0.4
 Спрос = random(15300, 22800)

```

- NPVgod =
Аккумулятивный_положительный_поток_Аккумулятивный_отрицательный_поток
- NPVtek = Положительный_финансовый_поток_Отрицательный_финансовый_поток
- ⊗ Поток_инвестиций = GRAPH(TIME)
(1.00, 18100), (2.00, 18000), (3.00, 17500), (4.00, 16300), (5.00, 13000), (6.00, 4000), (7.00, 3500),
(8.00, 2000), (9.00, 500), (10.0, 600), (11.0, 500), (12.0, 0.00), (13.0, 0.00)

Ситуация 1.

Влияние изменений рыночного спроса на динамику положительного финансового потока с учетом наличных производственных мощностей.

На рис. 2.29 приведены кривые номинального спроса (2 – «Sketch of Спрос») и кривая текущего спроса (1 – «Спрос»).

Номинальный спрос – среднестатистический для предприятия уровень спроса на исследуемую продукцию, то есть базовый уровень. Текущий спрос – прогнозный уровень, который может быть достигнут предприятием в результате внедрения конкретных маркетинговых стратегий.

Таким образом, прогнозируется увеличение рыночного спроса на продукцию в течение периода имитации.

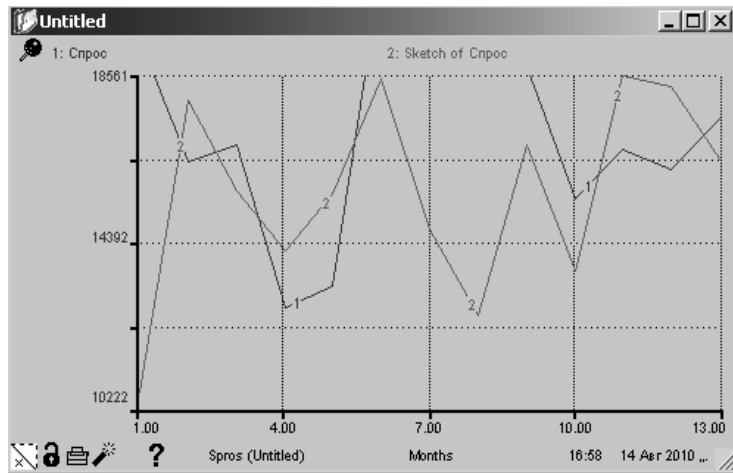


Рис. 2.29. Динамика изменений спроса на продукцию предприятия

В приведенной ситуации мощности предприятия остаются неизменными. Динамика базовой (2 – «Sketch of Мощность») и текущей (1 – «Мощность») пропускной способности производства приведены на рис. 2.30.

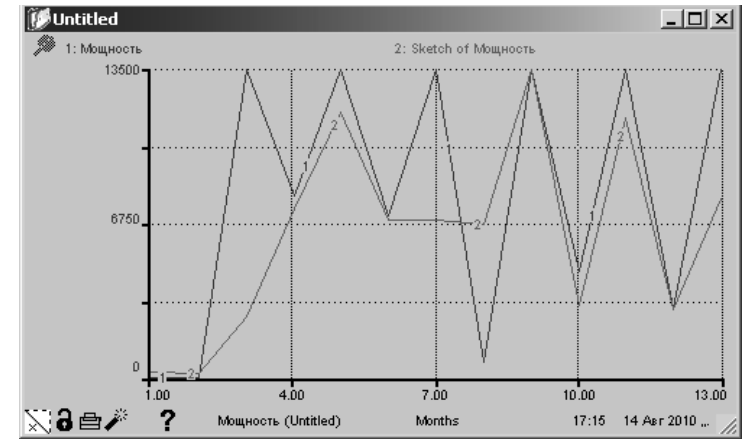


Рис. 2.30. Динамика загрузки производственных мощностей

Приведенные данные свидетельствуют о недостатке наличных производственных мощностей для обеспечения базового и прогнозного уровней спроса. Однако, увеличение спроса способствовало более ритмичному использованию наличных производственных мощностей, что повлияло на динамику дисконтированного положительного потока – рис. 2.31 (базовый уровень 2 – «Sketch of Положительный финансовый поток»; текущий уровень 1 – «Положительный финансовый поток»).

Ситуация 2.

Инвестиции в производство – наращивание производственных мощностей с учетом прогнозного увеличения рыночного спроса. Моделируется динамика спроса на продукцию, которая получена в результате предварительного имитационного эксперимента. Инвестиционные вложения в течение года достаточно равномерны.

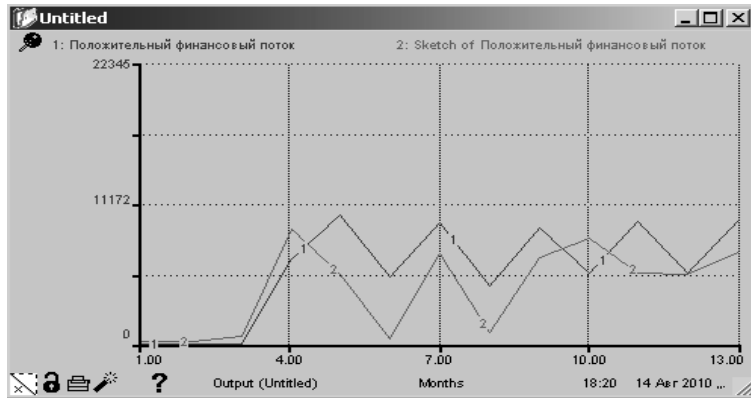


Рис. 2.31. Динаміка дискontованого позитивного фінансового потоку

На рис. 2.32 наведена динаміка пропускної спроможності підприємства після проведення заходів по збільшенню виробничих потужностей («Мощность» – поточний рівень).

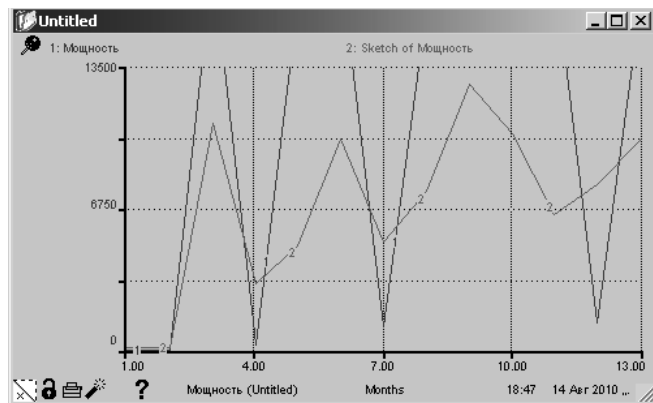


Рис. 2.32. Динаміка завантаження виробничих потужностей в результаті інвестування у виробництво

Динаміка дискontованих фінансових потоків, пов'язаних з реалізацією проекту, наведена на рис. 2.33.

Як доводять отримані результати, проект є ефективним: темпи росту позитивного потоку значно вищі за темпи інвестиційних вкладень, особливо починаючи з четвертого місяця. Найефективніший період впродовж року припадає на друге півріччя.

Загальний висновок підтверджується позитивним значенням чистої приведенної вартості за рік:

NPVгод 637611.0

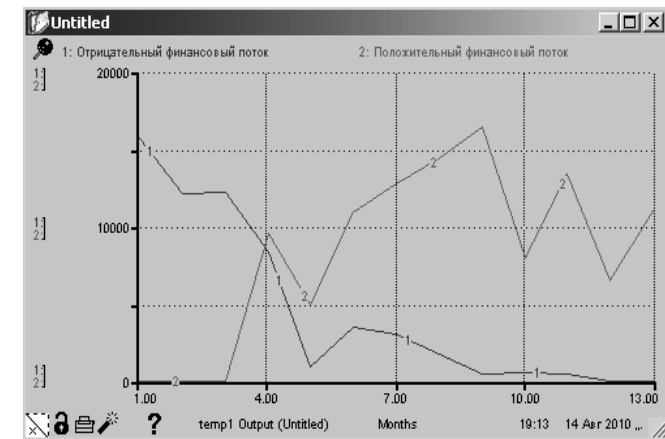


Рис. 2.33. Динаміка дискontованих фінансових потоків інвестиційного проекту

Динаміка поточних значень чистої приведенної вартості (NPVtek) також загалом позитивна – рис. 2.34.

Ситуація 3.

Зміна обсягу та структури інвестування.

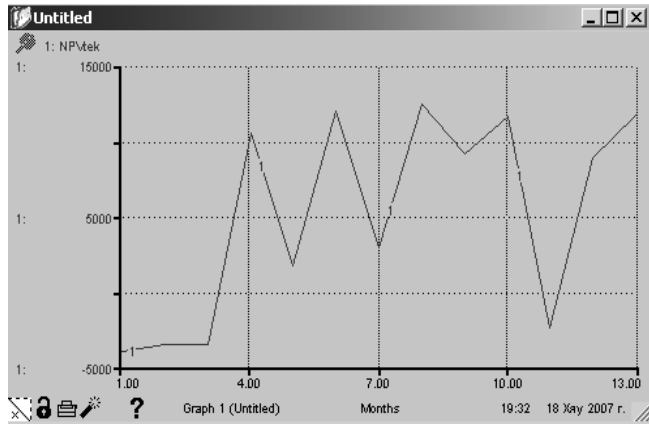


Рис. 2.34. Динаміка показника чистої приведеної вартості

Кінцеві результати впровадження інвестиційного проекту можна поліпшити, якщо посилити динаміку інвестування на початку досліджуваного періоду – рис. 2.35. Це підтверджується і збільшенням річного обсягу чистої приведеної вартості.

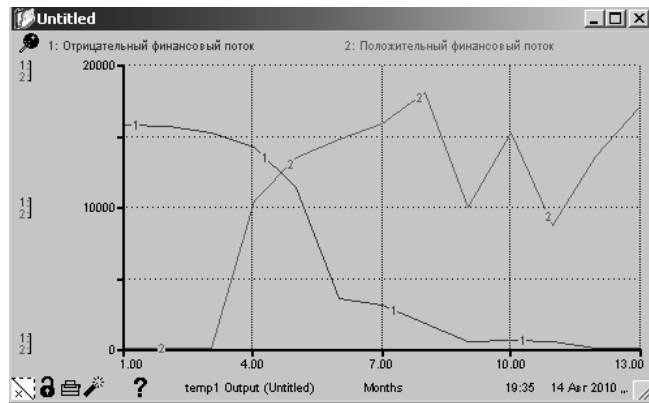


Рис. 2.35. Динаміка дисконтованих фінансових потоків Інвестиційного проекту (за зміненою структурою інвестування)

В ході проведення імітаційних експериментів на моделі за допомогою параметру «Дисконт» може бути врахована і ступінь його ризикованості.

Змінюючи даний параметр можна оцінити чутливість проекту щодо фактору ризику. Наприклад, зменшуючи ризик впровадження проекту, тобто збільшуючи значення дисконту, отримуємо наступну динаміку фінансових потоків (рис. 2.36) і, відповідно, більше значення чистої приведеної вартості.

NPVгод 1081285.2

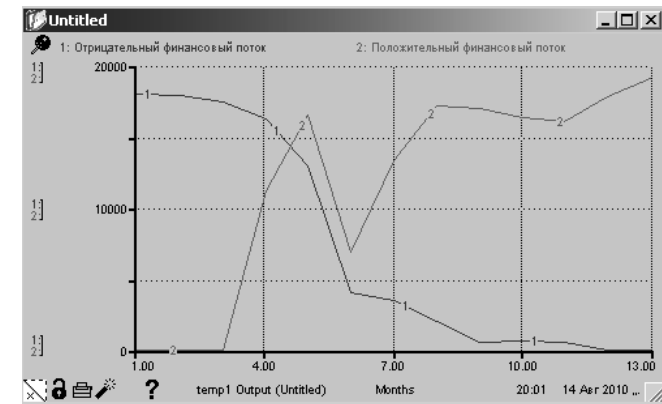


Рис. 2.36. Динаміка дисконтованих фінансових потоків інвестиційного проекту з врахуванням ступеня ризику

Таким чином, використання розглянутого апарату досліджень спрямовано на прогнозування загальних закономірностей розвитку досліджуваних процесів та вивчення впливу різноманітних факторів на динаміку бізнес-процесів підприємства.

Наведені моделі носять тренажерний характер, що підтримується механізмом планування різних імітаційних експериментів. Завдяки відкритості модельний комплекс дозволяє користувачу впроваджувати необхідні додаткові елементи з метою врахування специфіки конкретного об'єкта дослідження.

РОЗДІЛ 3
МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АУТСОРСИНГОВИХ ФІРМ
(ІТ-АУТСОРСИНГ)

3.1. Модель аутсорсингової фірми (на прикладі агентства StarMarketing)

Найбільш поширеними формами аутсорсингу сьогодні є аутсорсинг в інформаційних технологіях (ІТ-аутсорсинг) і аутсорсинг бізнес-процесів. ІТ-аутсорсинг – одна з галузей світового ринку, яка розвивається в останні роки найбільш швидкими темпами [3, 16, 33, 46, 79, 87].

У сучасні часи ІТ-аутсорсинг перетворюється у реальну альтернативу для підприємств, яким не вистачає власних ресурсів для автоматизації бізнес-процесів з метою їх оптимізації та модернізації управління. Звертання до послуг аутсорсингових фірм сприяє зосередженню на розвитку конкурентних переваг та пошуку нових можливостей виживання, особливо в нестабільних економічних умовах.

Водночас аутсорсингові фірми постійно стикаються з низкою проблем, які потребують як оперативного розв'язання, так і прийняття стратегічних рішень на перспективу [51, 52, 75]. Так, для вітчизняних аутсорсингових фірм – це і несприятливе економічне й політичне становище в країні, яке негативно впливає як на замовників, так і на виконавців аутсорсингових послуг; і загальне падіння ІТ галузі; високий рівень конкуренції та ризиків в сфері ІТ-аутсорсингу. Вплив наведених чинників особливо відчувається невеликими фірмами, які втрачають замовників і постійно знаходяться на грані закриття (зростання галузі відбувається здебільшого за рахунок великих та середніх гравців ринку). Труднощі посилюються у компаній, які працюють тільки на внутрішньому ринку. Все це потребує впровадження особливо гнучких

механізмів управління аутсорсинговими компаніями, визначенню яких може сприяти моделювання їх діяльності.

В якості об'єкта моделювання обрані невеликі фірми, які надають клієнтам спектр послуг, пов'язаних з ІТ-аутсорсингом [74].

Для типової аутсорсингової ІТ-фірми характерні наступні види діяльності:

- розробка різних видів програмного забезпечення;
- обслуговування технічних і програмних засобів;
- управління інформаційними системами, системами зв'язку і бізнес-процесами;
- web-дизайн;
- електронний бізнес;
- безпека ІТ тощо.

Створення імітаційної моделі має за мету прогнозування динаміки функціонування фірми на різну часову перспективу із визначенням найбільш ефективної стратегії розвитку. Імітаційні експерименти на моделі повинні виявити «вузькі місця» в роботі фірми, стати базою дослідження різноманітних впливів чинників зовнішнього та внутрішнього середовища функціонування фірми на кінцеві показники її діяльності.

Зокрема, за кожним з видів послуг, що надаються, необхідним є дослідження динамік наступних показників:

- кількості отриманих замовлень від клієнтів;
- кількості відхилених замовлень після проведеного фірмою аналізу;
- кількості оброблених фірмою замовлень клієнтів;
- вартості виконаних та втрачених замовлень;
- витрат фірми, пов'язаних з наданням аутсорсингових послуг клієнтам;
- фінансових результатів роботи фірми за різними видами послуг та загального фінансового результату діяльності.

В якості реального об'єкта моделювання була обрана типова ІТ аутсорсингова фірма – агентство інтернет-маркетингу «StarMarketing».

«StarMarketing» надає наступні види послуг:

- Розробка сайтів та інтернет-магазинів (відділ web-розробки). Агентство спеціалізується на розробці корпоративних сайтів та інтернет-магазинів з високою конверсією, які оптимізовані під розкрутку сайту та інтернет-рекламу.

- Розкрутка сайтів у пошукових системах: таких як Google і Яндекс (відділ SEO). Передбачається коректування текстового наповнення (контенту), структури сайту; контроль зовнішніх чинників щодо відповідності вимогам алгоритму пошукових систем.

- Контекстна реклама в Google, Adwords та Яндекс (відділ контекстної реклами). Реалізується такий тип реклами в інтернеті, при якому рекламне оголошення надається відповідно до змісту, контексту інтернет-сторінки. Контекстна реклама діє вибірково і відображається відвідувачам інтернет-сторінки, сфера інтересів яких потенційно збігається/перетинається з тематикою рекламованого товару або послуги, цільової аудиторії, що підвищує імовірність її відгуку на рекламу.

- Просування в соціальних мережах (відділ SMM). Просування бренду, товарів чи послуг в соціальних мережах, побудова комунікації з клієнтами фірми-замовника, створення та розкрутка тематичних товариств та ін. Тобто відділ займається залученням трафіку або уваги до бренду чи продукту через соціальні платформи. Маркетинг в соціальних мережах включає в себе безліч методів роботи. Найбільш популярні з них – це побудова спільнот бренду (створення представництва компанії в соціальних медіа), робота з блогосферою, репутаційний менеджмент, персональний брендинг і нестандартне SMM-просування.

Роботу моделі продемонструємо на прикладі двох фрагментів, наведених у спрощеному вигляді. На рис. 3.1 представлено потокову діаграму модельного блоку «Обробка замовлень»; на рис. 3.2 – фрагмент потокової діаграми блоку «Фінансові результати роботи фірми».

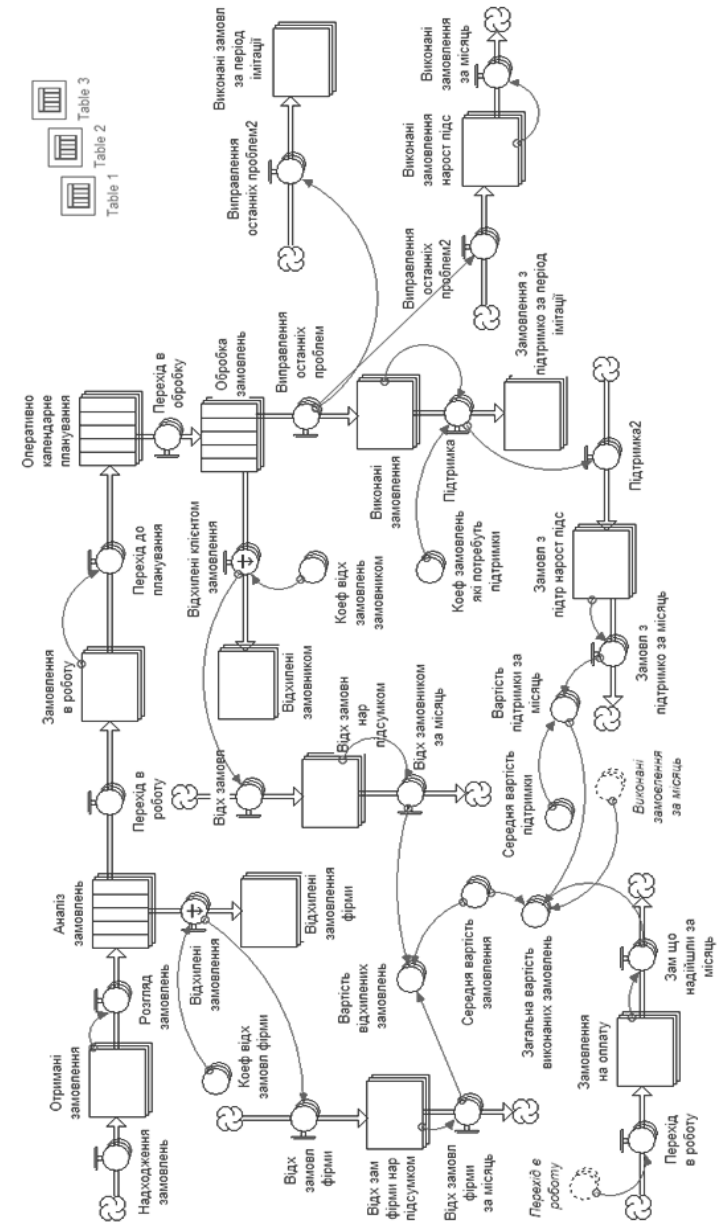


Рис. 3.1. Потокова діаграма блоку «Обробка замовлень»

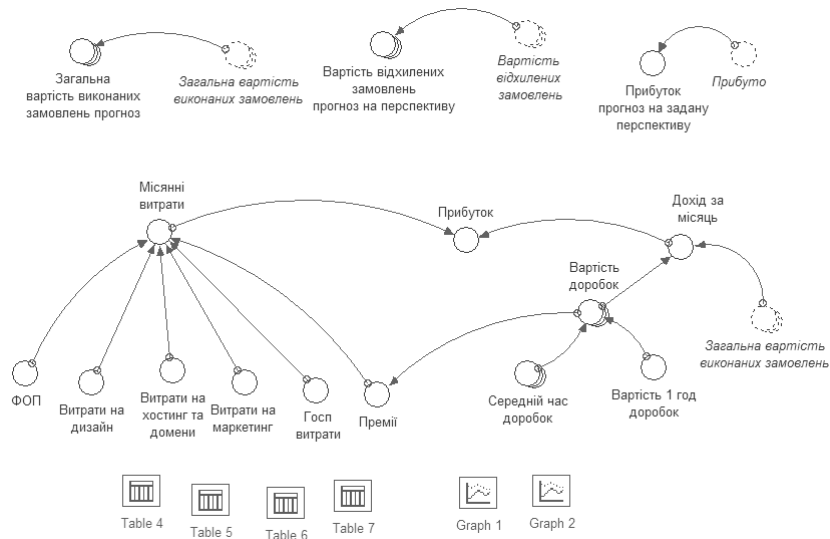


Рис. 3.2. Потокова діаграма блоку «Фінансові результати роботи фірми» (фрагмент) контекстна реклама; просування у соціальних мережах

Фонди-масиви обробляють відповідну інформацію стосовно всіх видів замовлень, що виконуються аутсорсинговою фірмою (створення корпоративних сайтів, сайтів-візиток, інтернет-магазинів; їх розкрутка у пошукових системах.

За допомогою фондів-смуг здійснюється імітація просування процесів у часі.

У дуже узагальненому вигляді технологія обробки замовлень виглядає наступним чином.

Основна частина замовлень поступає через форму для заявок, яка знаходиться на сайті агентства «StarMarketing», невелика частина – від існуючих клієнтів, а також завдяки просуванню фірми в соціальних мережах.

Далі усі отримані замовлення розглядаються і аналізуються проектним менеджером та директором. Вони обговорюють технічні завдання та всі умови разом із замовниками.

Якщо вимоги та терміни виконання замовлення влаштовують агентство, то починається розробка прототипу сайту та дизайну в разі надходження замовлення на сайт; обговорюється з клієнтом і тільки після цього передається до відповідних відділів. В іншому випадку замовлення агентством відхиляється.

Наступним кроком є процес оперативно-календарного планування, в ході якого кожне замовлення розбивається на підзадачі. Виконання кожної підзадачі фіксується та ведеться облік. Це необхідно для полегшення контролю виконання замовлення та спрощення виправлення помилок. В деяких випадках щотижневі звіти відправляються замовнику.

Далі починається виконання замовлень співробітниками відділів. В обробку замовлень на сайти входить програмування, тестування сайту, наповнення контентом та його SEO-оптимізація, установка різноманітної аналітики, настройка хостингу та запуск проекту в мережу Інтернет.

В процесі виконання деякі замовлення можуть бути відхилені самим замовником. В разі необхідності фірма пропонує клієнту підтримку сайту, тобто його оновлення у відповідності з вимогами клієнта, просування в соціальних мережах, просування в пошукових системах Google та Яндекс, контекстну рекламу.

Але в той же час агентство пропонує просування в соціальних мережах, пошукових системах та контекстну рекламу як окремі послуги.

Тривалість моделювання визначається залежно від конкретної необхідності менеджерів. В якості кроку моделювання (за проведеними обстеженнями) доцільно обирати часову одиницю, відповідну найкоротшій операції, яка імітується у моделі (наприклад, один день). За одиницю виміру вартісних показників, які визначаються протягом модельних експериментів, обрано долари США.

Алгоритми розрахунків в межах моделі на рівні кінцево-різницевих рівнянь виглядають наступним чином:

- Премії = $0.1 * (\text{Вартість_доробок}[\text{twc_sv}] + \text{Вартість_доробок}[\text{twc_im}] + \text{Вартість_доробок}[\text{twc_ip}] + \text{Вартість_доробок}[\text{twc_ppc}] + \text{Вартість_доробок}[\text{twc_seo}] + \text{Вартість_доробок}[\text{twc_smm}])$
 - Прибуток = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Дохід_за_місяць-Місяні_затрати else 0
 - Прибуток2 = FORCST(Прибуток, 183, 183)
 - Середня_вартість_замовлення[аос_sv] = 600
 - Середня_вартість_замовлення[аос_im] = 2200
 - Середня_вартість_замовлення[аос_ip] = 1700
 - Середня_вартість_замовлення[аос_ppc] = 300
 - Середня_вартість_замовлення[аос_seo] = 300
 - Середня_вартість_замовлення[smm] = 300
 - Середня_вартість_підтримки[asc_sv] = 20
 - Середня_вартість_підтримки[asc_im] = 60
 - Середня_вартість_підтримки[asc_ip] = 40
 - Середня_вартість_підтримки[asc_ppc] = 0
 - Середня_вартість_підтримки[asc_seo] = 0
 - Середня_вартість_підтримки[asc_smm] = 0
 - Сер_4ас_доробок[atw_sv] = 0
 - Сер_4ас_доробок[atw_im] = 50
 - Сер_4ас_доробок[atw_ip] = 30
 - Сер_4ас_доробок[atw_ppc] = 10
 - Сер_4ас_доробок[atw_seo] = 15
 - Сер_4ас_доробок[atw_smm] = 15
 - ФОП = 6250
- Виконані_замовл_нароств_підсумком[received_orders](t) = Виконані_замовл_нароств_підсумком[received_orders](t - dt) + (Виправлення_останніх_проблем2[received_orders]) * dt
INIT Виконані_замовл_нароств_підсумком[received_orders] = 0
INFLOWS:
↳ Виправлення_останніх_проблем2[received_orders] = Виправлення_останніх_проблем[received_orders]
- Виконані_замовлення[received_orders](t) = Виконані_замовлення[received_orders](t - dt) + (Виправлення_останніх_проблем[received_orders] - Підтримка[received_orders]) * dt
INIT Виконані_замовлення[received_orders] = 0
INFLOWS:

- ↳ Виправлення_останніх_проблем[ro_ip] = CONVEYOR OUTFLOW
 - ↳ Виправлення_останніх_проблем[ro_ppc] = CONVEYOR OUTFLOW
 - ↳ Виправлення_останніх_проблем[ro_seo] = CONVEYOR OUTFLOW
 - ↳ Виправлення_останніх_проблем[ro_smm] = CONVEYOR OUTFLOW
- OUTFLOWS:
- ↳ Підтримка[ro_sv] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_sv]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_sv])
 - ↳ Підтримка[ro_im] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_im]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_im])
 - ↳ Підтримка[ro_ip] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_ip]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_ip])
 - ↳ Підтримка[ro_ppc] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_ppc]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_ppc])
 - ↳ Підтримка[ro_seo] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_seo]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_seo])
 - ↳ Підтримка[ro_smm] = ROUND(Виконані_замовлення[ro_smm]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_smm])
- Виконані_замовлення2[received_orders](t) = Виконані_замовлення2[received_orders](t - dt) + (Виправлення_останніх_проблем2[received_orders] - Виконані_замовлення_за_місяць[received_orders]) * dt
INIT Виконані_замовлення2[received_orders] = 0
INFLOWS:
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_sv] = Виправлення_останніх_проблем[ro_sv]
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_im] = Виправлення_останніх_проблем[ro_im]
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_ip] = Виправлення_останніх_проблем[ro_ip]
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_ppc] = Виправлення_останніх_проблем[ro_ppc]
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_seo] = Виправлення_останніх_проблем[ro_seo]
↳ Виправлення_останніх_проблем2[ro_smm] = Виправлення_останніх_проблем[ro_smm]
- OUTFLOWS:
- ↳ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_sv] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Виконані_замовлення2[ro_sv] else 0
 - ↳ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_im] = if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Виконані_замовлення2[ro_im] else 0
 - ↳ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_ip] = if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Виконані_замовлення2[ro_ip] else 0

```

❖ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_ppc] = if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or
time = 120 or time = 150 or time = 180) then Виконані_замовлення2[ro_ppc] else 0
❖ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_seo] = if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or
time = 120 or time = 150 or time = 180) then Виконані_замовлення2[ro_seo] else 0
❖ Виконані_замовлення_за_місяць[ro_smm] = if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or
time = 120 or time = 150 or time = 180) then Виконані_замовлення2[ro_smm] else 0
▣ Аналіз_замовлень[ro_sv](t) = Аналіз_замовлень[ro_sv](t - dt) + (Розгляд_замовлень[ro_sv]
- Перехід_в_роботу[ro_sv] - Відхилені_замовлення[ro_sv]) * dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_sv] = 0
TRANSIT TIME = 5
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Аналіз_замовлень[ro_im](t) = Аналіз_замовлень[ro_im](t - dt) +
(Розгляд_замовлень[ro_im] - Перехід_в_роботу[ro_im] - Відхилені_замовлення[ro_im]) *
dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_im] = 0
TRANSIT TIME = 10
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Аналіз_замовлень[ro_ip](t) = Аналіз_замовлень[ro_ip](t - dt) + (Розгляд_замовлень[ro_ip]
- Перехід_в_роботу[ro_ip] - Відхилені_замовлення[ro_ip]) * dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_ip] = 0
TRANSIT TIME = 8
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Аналіз_замовлень[ro_ppc](t) = Аналіз_замовлень[ro_ppc](t - dt) +
(Розгляд_замовлень[ro_ppc] - Перехід_в_роботу[ro_ppc] - Відхилені_замовлення[ro_ppc])
* dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_ppc] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Аналіз_замовлень[ro_seo](t) = Аналіз_замовлень[ro_seo](t - dt) +
(Розгляд_замовлень[ro_seo] - Перехід_в_роботу[ro_seo] -
Відхилені_замовлення[ro_seo]) * dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_seo] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Аналіз_замовлень[ro_smm](t) = Аналіз_замовлень[ro_smm](t - dt) +
(Розгляд_замовлень[ro_smm] - Перехід_в_роботу[ro_smm] -
Відхилені_замовлення[ro_smm]) * dt
INIT Аналіз_замовлень[ro_smm] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
❖ Розгляд_замовлень[ro_sv] = Отримані_замовлення[ro_sv]
❖ Розгляд_замовлень[ro_im] = Отримані_замовлення[ro_im]
❖ Розгляд_замовлень[ro_ip] = Отримані_замовлення[ro_ip]
❖ Розгляд_замовлень[ro_ppc] = Отримані_замовлення[ro_ppc]
❖ Розгляд_замовлень[ro_seo] = Отримані_замовлення[ro_seo]
❖ Розгляд_замовлень[ro_smm] = Отримані_замовлення[ro_smm]
OUTFLOWS:
❖ Перехід_в_роботу[ro_sv] = CONVEYOR OUTFLOW
❖ Перехід_в_роботу[ro_im] = CONVEYOR OUTFLOW

```

```

❖ Перехід_в_роботу[ro_ip] = CONVEYOR OUTFLOW
❖ Перехід_в_роботу[ro_ppc] = CONVEYOR OUTFLOW
❖ Перехід_в_роботу[ro_seo] = CONVEYOR OUTFLOW
❖ Перехід_в_роботу[ro_smm] = CONVEYOR OUTFLOW
❖ Відхилені_замовлення[ro_sv] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_sv]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_im] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_im]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_ip] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_ip]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_ppc] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_ppc]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_seo] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_seo]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_smm] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_smm]
NO-LEAK ZONE = 0
▣ Відхилені_замовлення_фірми[received_orders](t) =
Відхилені_замовлення_фірми[received_orders](t - dt) +
(Відхилені_замовлення[received_orders]) * dt
INIT Відхилені_замовлення_фірми[received_orders] = 0
INFLOWS:
❖ Відхилені_замовлення[ro_sv] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_sv]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_im] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_im]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_ip] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_ip]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_ppc] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_ppc]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_seo] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_seo]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення[ro_smm] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл[ro_smm]
NO-LEAK ZONE = 0
▣ Відхилені_замовником[received_orders](t) = Відхилені_замовником[received_orders](t - dt)
+ (Відхилені_замовлення2[received_orders]) * dt
INIT Відхилені_замовником[received_orders] = 0
INFLOWS:
❖ Відхилені_замовлення2[ro_sv] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_sv]
NO-LEAK ZONE = 0
❖ Відхилені_замовлення2[ro_im] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_im]
NO-LEAK ZONE = 0

```

-> Відхилені_замовлення2[ro_ip] = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_ip]
 NO-LEAK ZONE = 0

-> Відхилені_замовлення2[ro_ppc] = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_ppc]
 NO-LEAK ZONE = 0

-> Відхилені_замовлення2[ro_seo] = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_seo]
 NO-LEAK ZONE = 0

-> Відхилені_замовлення2[ro_smm] = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх_замовл2[kro2_smm]
 NO-LEAK ZONE = 0

Відх_замовн2[received_orders](t) = Відх_замовн2[received_orders](t - dt) +
 (Відх_замовн2[received_orders] - Відх_замовн_за_міс[received_orders]) * dt
 INIT Відх_замовн2[received_orders] = 0
 INFLOWS:

-> Відх_замовн2[ro_sv] = Відхилені_замовлення2[ro_sv]
 -> Відх_замовн2[ro_im] = Відхилені_замовлення2[ro_im]
 -> Відх_замовн2[ro_ip] = Відхилені_замовлення2[ro_ip]
 -> Відх_замовн2[ro_ppc] = Відхилені_замовлення2[ro_ppc]
 -> Відх_замовн2[ro_seo] = Відхилені_замовлення2[ro_seo]

-> Відх_замовл2[ro_smm] = Відхилені_замовлення2[ro_smm]
 OUTFLOWS:

-> Відх_замовн_за_міс[ro_sv] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_sv] else 0
 -> Відх_замовн_за_міс[ro_im] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_im] else 0
 -> Відх_замовн_за_міс[ro_ip] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_ip] else 0
 -> Відх_замовн_за_міс[ro_ppc] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_ppc] else 0
 -> Відх_замовн_за_міс[ro_seo] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_seo] else 0
 -> Відх_замовн_за_міс[ro_smm] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_замовн2[ro_smm] else 0

Відх_фірми[received_orders](t) = Відх_фірми[received_orders](t - dt) +
 (Відх_замовл_фірми[received_orders] - Відх_фірми_за_міс[received_orders]) * dt
 INIT Відх_фірми[received_orders] = 0
 INFLOWS:

-> Відх_замовл_фірми[ro_sv] = Відхилені_замовлення[ro_sv]
 -> Відх_замовл_фірми[ro_im] = Відхилені_замовлення[ro_im]
 -> Відх_замовл_фірми[ro_ip] = Відхилені_замовлення[ro_ip]
 -> Відх_замовл_фірми[ro_ppc] = Відхилені_замовлення[ro_ppc]
 -> Відх_замовл_фірми[ro_seo] = Відхилені_замовлення[ro_seo]
 -> Відх_замовл_фірми[ro_smm] = Відхилені_замовлення[ro_smm]

OUTFLOWS:

-> Відх_фірми_за_міс[ro_sv] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_sv] else 0
 -> Відх_фірми_за_міс[ro_im] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_im] else 0

-> Відх_фірми_за_міс[ro_ip] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_ip] else 0
 -> Відх_фірми_за_міс[ro_ppc] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_ppc] else 0
 -> Відх_фірми_за_міс[ro_seo] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_seo] else 0
 -> Відх_фірми_за_міс[ro_smm] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Відх_фірми[ro_smm] else 0

Замовлення_з_підтримко_нарост_підсумком[received_orders](t) =

Замовлення_з_підтримко_нарост_підсумком[received_orders](t - dt) +
 (Підтримка[received_orders]) * dt
 INIT Замовлення_з_підтримко_нарост_підсумком[received_orders] = 0
 INFLOWS:

-> Підтримка[ro_sv] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_sv]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[
 kso_sv])

-> Підтримка[ro_im] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_im]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[
 kso_im])

-> Підтримка[ro_ip] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_ip]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[
 kso_ip])

-> Підтримка[ro_ppc] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_ppc]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримк
 и[kso_ppc])

-> Підтримка[ro_seo] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_seo]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримк
 и[kso_seo])

-> Підтримка[ro_smm] =
 ROUND(Виконані_замовлення[ro_smm]*Коеф_замовлень_які_потребуть_підтрим
 ки[kso_smm])

Замовлення_на_оплату[received_orders](t) = Замовлення_на_оплату[received_orders](t - dt) +
 (Перехід_в_роботу[received_orders] - Зам_що_надійшли_за_міс[received_orders]) * dt
 INIT Замовлення_на_оплату[received_orders] = 0
 INFLOWS:

-> Перехід_в_роботу[ro_sv] = Перехід_в_роботу[ro_sv]
 -> Перехід_в_роботу[ro_im] = Перехід_в_роботу[ro_im]
 -> Перехід_в_роботу[ro_ip] = Перехід_в_роботу[ro_ip]
 -> Перехід_в_роботу[ro_ppc] = Перехід_в_роботу[ro_ppc]
 -> Перехід_в_роботу[ro_seo] = Перехід_в_роботу[ro_seo]
 -> Перехід_в_роботу[ro_smm] = Перехід_в_роботу[ro_smm]

OUTFLOWS:

-> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_sv] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_sv] else 0
 -> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_im] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_im] else 0
 -> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_ip] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_ip] else 0
 -> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_ppc] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_ppc] else 0
 -> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_seo] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_seo] else 0
 -> Зам_що_надійшли_за_міс[ro_smm] = if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовлення_на_оплату[ro_smm] else 0

□ $\text{Замовлення_в_роботу}[\text{received_orders}](t) = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{received_orders}](t - dt) + (\text{Перехід_в_роботу}[\text{received_orders}] - \text{Перехід_до_планування}[\text{received_orders}]) * dt$
 INIT $\text{Замовлення_в_роботу}[\text{received_orders}] = 0$

INFLOWS:

- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_sv}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_im}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_ip}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_ppc}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_seo}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_роботу}[\text{ro_smm}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$

OUTFLOWS:

- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_sv}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_sv}]$
- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_im}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_im}]$
- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_ip}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_ip}]$
- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_ppc}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_ppc}]$
- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_seo}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_seo}]$
- ↔ $\text{Перехід_до_планування}[\text{ro_smm}] = \text{Замовлення_в_роботу}[\text{ro_smm}]$

□ $\text{Замовл_з_підтримка}[\text{received_orders}](t) = \text{Замовл_з_підтримка}[\text{received_orders}](t - dt) + (\text{Підтримка}2[\text{received_orders}] - \text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{received_orders}]) * dt$
 INIT $\text{Замовл_з_підтримка}[\text{received_orders}] = 0$

INFLOWS:

- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_sv}] = \text{Підтримка}[\text{ro_sv}]$
- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_im}] = \text{Підтримка}[\text{ro_im}]$
- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_ip}] = \text{Підтримка}[\text{ro_ip}]$
- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_ppc}] = \text{Підтримка}[\text{ro_ppc}]$
- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_seo}] = \text{Підтримка}[\text{ro_seo}]$
- ↔ $\text{Підтримка}2[\text{ro_smm}] = \text{Підтримка}[\text{ro_smm}]$

OUTFLOWS:

- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_sv}] = \text{if (time = 31 or time = 61 or time = 91 or time = 121 or time = 151 or time = 181) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_sv}] \text{ else 0}$
- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_im}] = \text{if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_im}] \text{ else 0}$
- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_ip}] = \text{if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_ip}] \text{ else 0}$
- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_ppc}] = \text{if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_ppc}] \text{ else 0}$
- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_seo}] = \text{if (time = 30 or time = 60 or time = 90 or time = 120 or time = 150 or time = 180) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_seo}] \text{ else 0}$
- ↔ $\text{Замовл_з_підтримка_за_міс}[\text{ro_smm}] = \text{if (time = 32 or time = 62 or time = 92 or time = 122 or time = 152 or time = 182) then Замовл_з_підтримка}[\text{ro_smm}] \text{ else 0}$

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_sv}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_sv}](t - dt) + (\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_sv}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_sv}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_sv}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_sv}] = 0$
 TRANSIT TIME = 5
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_im}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_im}](t - dt) + (\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_im}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_im}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_im}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_im}] = 0$
 TRANSIT TIME = 45
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ip}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ip}](t - dt) + (\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_ip}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_ip}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_ip}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ip}] = 0$
 TRANSIT TIME = 25
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ppc}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ppc}](t - dt) + (\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_ppc}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_ppc}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_ppc}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_ppc}] = 0$
 TRANSIT TIME = 5
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_seo}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_seo}](t - dt) +$

$(\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_seo}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_seo}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_seo}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_seo}] = 0$
 TRANSIT TIME = 5
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

▣ $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_smm}](t) = \text{Обробка_замовлень}[\text{ro_smm}](t - dt) + (\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_smm}] - \text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_smm}] - \text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_smm}]) * dt$
 INIT $\text{Обробка_замовлень}[\text{ro_smm}] = 0$
 TRANSIT TIME = 5
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_sv}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_im}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_ip}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_ppc}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_seo}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Перехід_в_обробку}[\text{ro_smm}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$

OUTFLOWS:

- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_sv}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_im}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_ip}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_ppc}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_seo}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Виправлення_останніх_проблем}[\text{ro_smm}] = \text{CONVEYOR OUTFLOW}$
- ↔ $\text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_sv}] = \text{LEAKAGE OUTFLOW}$
 $\text{LEAKAGE FRACTION} = \text{Коеф_відх_замовл}2[\text{kro}2_sv]$
 $\text{NO-LEAK ZONE} = 0$

↔ $\text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_im}] = \text{LEAKAGE OUTFLOW}$
 $\text{LEAKAGE FRACTION} = \text{Коеф_відх_замовл}2[\text{kro}2_im]$
 $\text{NO-LEAK ZONE} = 0$

↔ $\text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_ip}] = \text{LEAKAGE OUTFLOW}$
 $\text{LEAKAGE FRACTION} = \text{Коеф_відх_замовл}2[\text{kro}2_ip]$
 $\text{NO-LEAK ZONE} = 0$

↔ $\text{Відхилені_замовлення}2[\text{ro_ppc}] = \text{LEAKAGE OUTFLOW}$
 $\text{LEAKAGE FRACTION} = \text{Коеф_відх_замовл}2[\text{kro}2_ppc]$

```

(Перехід_в_обробку[ro_seo] - Виправлення__останніх__проблем[ro_seo] -
Відхилені__замовлення2[ro_seo]) * dt
INIT Обробка__замовлень[ro_seo] = 0
TRANSIT TIME = 5
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
[ ] Обробка__замовлень[ro_smm](t) = Обробка__замовлень[ro_smm](t - dt) +
(Перехід_в_обробку[ro_smm] - Виправлення__останніх__проблем[ro_smm] -
Відхилені__замовлення2[ro_smm]) * dt
INIT Обробка__замовлень[ro_smm] = 0
TRANSIT TIME = 5
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-> Перехід_в_обробку[ro_sv] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_im] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_ip] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_ppc] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_seo] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_smm] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_sv] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_im] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_ip] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_ppc] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_seo] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Виправлення__останніх__проблем[ro_smm] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Відхилені__замовлення2[ro_sv] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх__замовл2[kro2_sv]
NO-LEAK ZONE = 0
-> Відхилені__замовлення2[ro_im] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх__замовл2[kro2_im]
NO-LEAK ZONE = 0
-> Відхилені__замовлення2[ro_ip] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх__замовл2[kro2_ip]
NO-LEAK ZONE = 0
-> Відхилені__замовлення2[ro_ppc] = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = Коеф_відх__замовл2[kro2_ppc]

INIT Оперативно__календарне__планування[ro_seo] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
[ ] Оперативно__календарне__планування[ro_smm](t) =
Оперативно__календарне__планування[ro_smm](t - dt) +
(Перехід_до__планування[ro_smm] - Перехід_в_обробку[ro_smm]) * dt
INIT Оперативно__календарне__планування[ro_smm] = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

```

```

INFLOWS:
-> Перехід_до__планування[ro_sv] = Замовлення__в_роботу[ro_sv]
-> Перехід_до__планування[ro_im] = Замовлення__в_роботу[ro_im]
-> Перехід_до__планування[ro_ip] = Замовлення__в_роботу[ro_ip]
-> Перехід_до__планування[ro_ppc] = Замовлення__в_роботу[ro_ppc]
-> Перехід_до__планування[ro_seo] = Замовлення__в_роботу[ro_seo]
-> Перехід_до__планування[ro_smm] = Замовлення__в_роботу[ro_smm]
OUTFLOWS:
-> Перехід_в_обробку[ro_sv] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_im] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_ip] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_ppc] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_seo] = CONVEYOR OUTFLOW
-> Перехід_в_обробку[ro_smm] = CONVEYOR OUTFLOW
[ ] Отримані__замовлення[received_orders](t) = Отримані__замовлення[received_orders](t - dt) +
(Надходження__замовлень[received_orders] - Розгляд__замовлень[received_orders]) * dt
INIT Отримані__замовлення[received_orders] = 0
INFLOWS:
-> Надходження__замовлень[ro_sv] = PULSE(3, 12, 13)
-> Надходження__замовлень[ro_im] = PULSE(ROUND(RANDOM(1,2)), POISSON(15),
POISSON(15))
-> Надходження__замовлень[ro_ip] = PULSE(ROUND(RANDOM(1,3)), POISSON(12),
POISSON(12))
-> Надходження__замовлень[ro_ppc] = PULSE(ROUND(RANDOM(1,4)), POISSON(8),
POISSON(8))
-> Надходження__замовлень[ro_seo] = PULSE(ROUND(RANDOM(1,3)), POISSON(12),
POISSON(8))

-> Надходження__замовлень[ro_smm] = PULSE(ROUND(RANDOM(1,3)), POISSON(12),
POISSON(8))
OUTFLOWS:
-> Розгляд__замовлень[ro_sv] = Отримані__замовлення[ro_sv]
-> Розгляд__замовлень[ro_im] = Отримані__замовлення[ro_im]
-> Розгляд__замовлень[ro_ip] = Отримані__замовлення[ro_ip]
-> Розгляд__замовлень[ro_ppc] = Отримані__замовлення[ro_ppc]
-> Розгляд__замовлень[ro_seo] = Отримані__замовлення[ro_seo]
-> Розгляд__замовлень[ro_smm] = Отримані__замовлення[ro_smm]
[ ] Вартість_1_год_доробок = 20
[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_sv] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_sv], 183, 183)
[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_im] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_im], 183, 183)
[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_ip] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_ip], 183, 183)

[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_ppc] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_ppc], 183, 183)
[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_seo] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_seo], 183, 183)
[ ] Вартість_відхилених__замовлень2[roct_smm] =
FORCST(Вартість_відхилених__замовлень[ro_smm], 183, 183)
[ ] Вартість_відхилених__замовлень[ro_sv] =
Середня_вартість__замовлення[аос_sv]*Відх_фірми_за_міс[ro_sv]+Відх_замовн__за_міс[ro_sv]*(Середня_вартість__замовлення[аос_sv]/2)

```


- Загальна_вартість_виконаних_замовлень2[toct_seo] = FORCST(Загальна_вартість_виконаних_замовлень[toct_seo], 183, 183)
- Загальна_вартість_виконаних_замовлень2[toct_smm] = FORCST(Загальна_вартість_виконаних_замовлень[toct_smm], 183, 183)
- Затрати_на_дизайн = RANDOM(400,700)
- Затрати_на_маркетинг = RANDOM(40, 90)
- Затрати_на_хостинг_та_домени = 10
- Коеф_відх_замовл[kro_sv] = 0
- Коеф_відх_замовл[kro_im] = 0.1
- Коеф_відх_замовл[kro_ip] = 0
- Коеф_відх_замовл[kro_ppc] = 0
- Коеф_відх_замовл[kro_seo] = 0
- Коеф_відх_замовл[kro_smm] = 0
- Коеф_відх_замовл2[kro2_sv] = 0.3
- Коеф_відх_замовл2[kro2_im] = 0.1
- Коеф_відх_замовл2[kro2_ip] = 0
- Коеф_відх_замовл2[kro2_ppc] = 0
- Коеф_відх_замовл2[kro2_seo] = 0.1
- Коеф_відх_замовл2[kro2_smm] = 0.1
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_sv] = 0.1
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_im] = 0.5
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_ip] = 0.4
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_ppc] = 0
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_seo] = 0
- Коеф_замовлень_які_потребуть_підтримки[kso_smm] = 0
- Місячні_затрати = if (time=31 or time=61 or time=91 or time=121 or time=151 or time=181) then Затрати_на_дизайн+Затрати_на_хостинг_та_домени+ФОП+Госп_затрати+Затрати_на_маркетинг+Премії else 0

Примітка: індекси змінних у масивах вказують на відповідні показники за конкретними видами послуг аутсорсингової компанії.

3.2. Аналіз результатів імітаційних експериментів

Роботу моделі проілюструємо деякими узагальненими результатами проведених імітаційних експериментів на базі фірми «StarMarketing».

Так, в ході імітації роботи агенції протягом півріччя (прогноз на перше півріччя 2015 року) з добовим кроком були отримані наступні загальні результати – рис. 3.3 – рис. 3.6 (інформація на графіках зведена по місяцях; показники у вартісному вимірі наведені у дол. США)¹.

¹ Реально отримані прогнози тенденції демонструються на графіках на умовних даних.

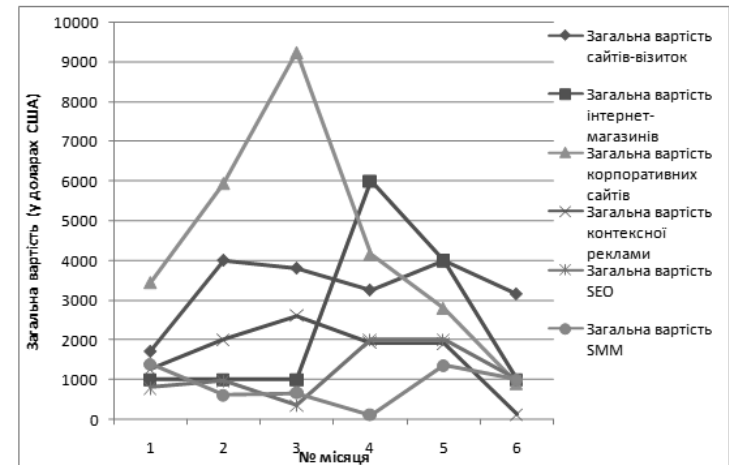


Рис. 3.3. Прогнозна динаміка місячної загальної вартості ІТ-послуг фірми

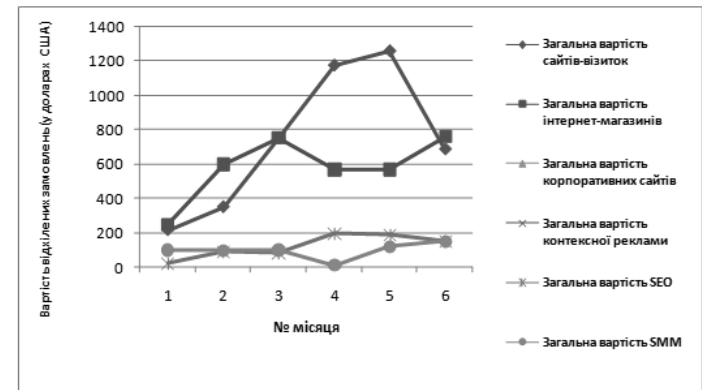


Рис. 3.4. Прогнозна динаміка місячної загальної вартості відхиленних замовлень

У ситуації, що моделювалася, передбачалося, що фірма «StarMarketing» не буде суттєво змінювати умов діяльності, загалом орієнтуючись тільки на те коло клієнтів, що вже склалося традиційно.

Як видно, прогнозується падіння обсягів ІТ-послуг за всіма видами, що, відповідно, призведе і до падіння величини прибутку агенції.

Важливим показником умов функціонування аутсорсингової фірми є вартість відхиленних замовлень. Замовлення можуть бути відхилені не тільки за ініціативою фірми в результаті проведеного аналізу (за різними причинами як технічного, так і фінансового характеру), але і за ініціативою клієнту в період виконання замовлень.

Договір аутсорсингу укладається зазвичай на тривалий період, а це означає, що існує небезпека майбутніх витрат і ризиків, оскільки наявна залежність від замовника.

Наприклад, реорганізація підприємства-клієнта може спонукати його керівництво достроково завершити контракт і знову передати обслуговування бізнес-функцій внутрішньому підрозділу.

Зміна усвідомлення власних потреб часто призводить до ситуації, коли клієнти останньої миті змінюють свої побажання, що може негативно відобразитися на стані справ аутсорсера або ж дійти до відмови клієнта від послуг аутсорсингової фірми.

В процесі роботи можливі випадки погіршення фінансового стану замовника, що призводить до збитків у аутсорсера завдяки тому, що при витрачених ресурсах неможливо продати розроблений унікальний продукт іншій компанії.

Динаміка місячних витрат фірми демонструє невелику амплітуду коливань, що зумовлено прогнозом їх достатньо сталої структури. Прогнозується виплата загалом стабільної заробітної плати співробітникам, а також стабільність витрат на хостинг та домени. Коливання інших витрат прогнозується у незначних межах.

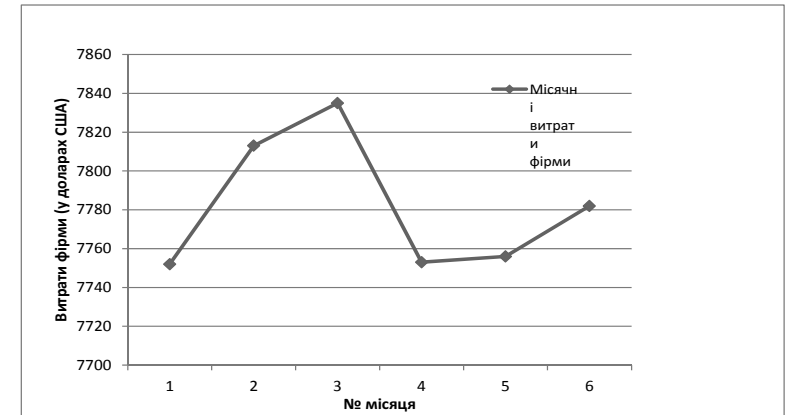


Рис. 3.5. Прогнозна динаміка місячних витрат фірми

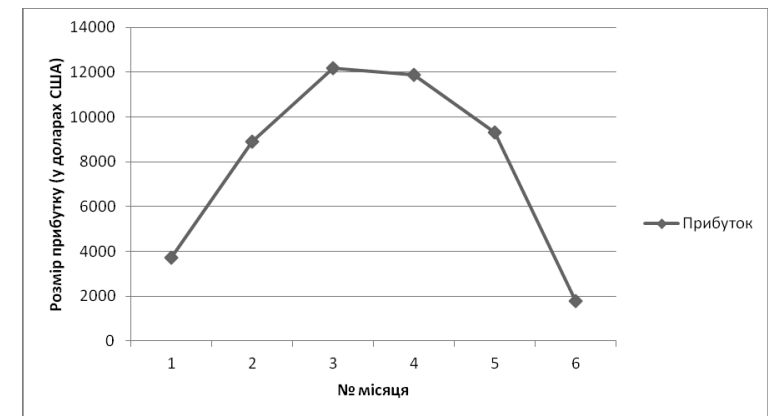


Рис. 3.6. Прогнозна динаміка прибутку фірми

Інша ситуація матиме місце, якщо фірма піде шляхом більшої диверсифікації кола клієнтів, а також нарощуватиме персонал й інтенсивність

проведення роботи з виконання замовлень. Це, звісно, потребуватиме залучення певних інвестицій, що цілком реально з погляду менеджерів агенції. Однак, таке розширення сфери діяльності потребує відповідного обґрунтування.

Далі представлені окремі фрагменти результатів імітаційних експериментів стосовно визначеної ситуації, а також із дослідженням впливів сезонності потоку замовлень на ІТ-послуги, проведених на наступний рік (крок імітації – доба). Сезонність значно впливає на головні показники роботи аутсорсингової фірми, коли змінюється структура потоку замовлень. Якщо підприємства або організації-замовники належать до галузей із сезонним типом виробництва (надання послуг), це часто обумовлює і періодичність їх звернення до агенції. Наприклад, це стосується компаній будівничої індустрії, туристичного бізнесу, легкої промисловості та ін. Зниження кількості замовлень впливає на доходи агентства, а їх збільшення в пік сезону іноді змушує співробітників працювати понаднормово. В таких випадках відмовляти клієнтам фірма не бажає, але і оперативно розширити штат теж не може, оскільки це завдання також потребує часу та додаткових фінансових вливань.

На рис. 3.7 – 3.9 представлена прогнозна динаміка головних показників без врахування та з врахуванням впливу фактору сезонності.

Як свідчать результати прогнозів, реалізація аутсорсинговою фірмою стратегії диверсифікації призведе до суттєвого збільшення її фінансових оборотів. Водночас спостерігається значний вплив на кінцеві результати фактору сезонності. Зміна клієнтури призводить не тільки до зміни номенклатури послуг, що користуються її попитом, але і до зміни кількості конкретних видів замовлень й загальної вартості ІТ-послуг, наданих фірмою впродовж досліджуваного періоду. З розширенням ринкової ніші фірми збільшуються обсяги відхилених замовлень. Особливо це стосується замовлень на розробку інтернет-магазинів (рис. 3.8).

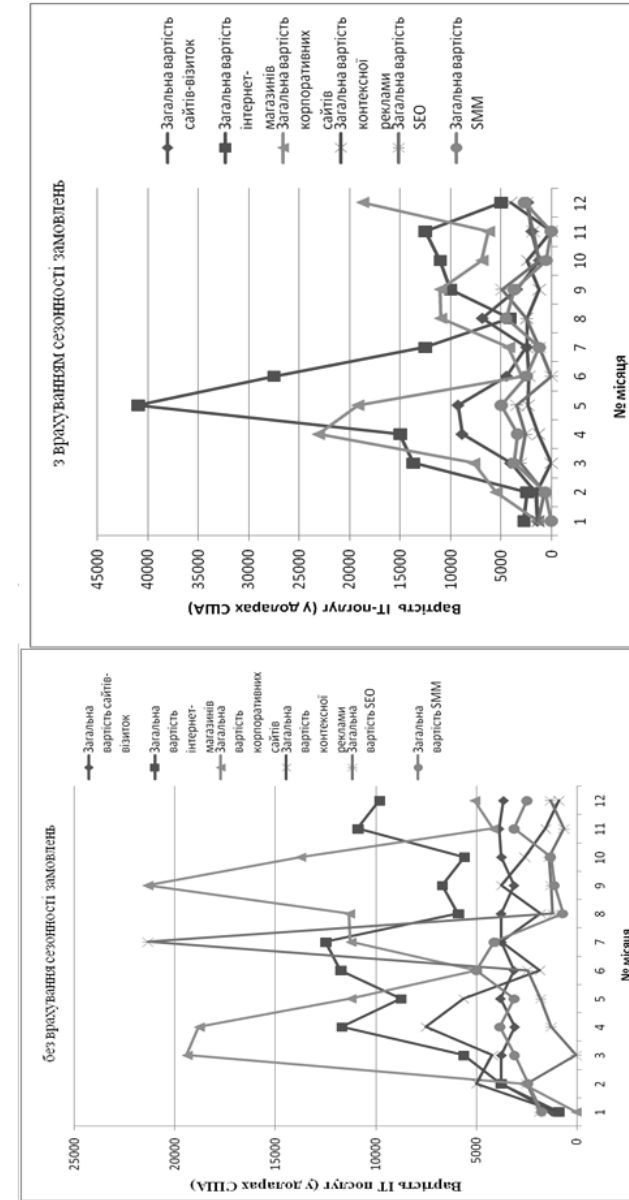


Рис. 3.7. Прогнозна динаміка місячної загальної вартості ІТ-послуг фірми

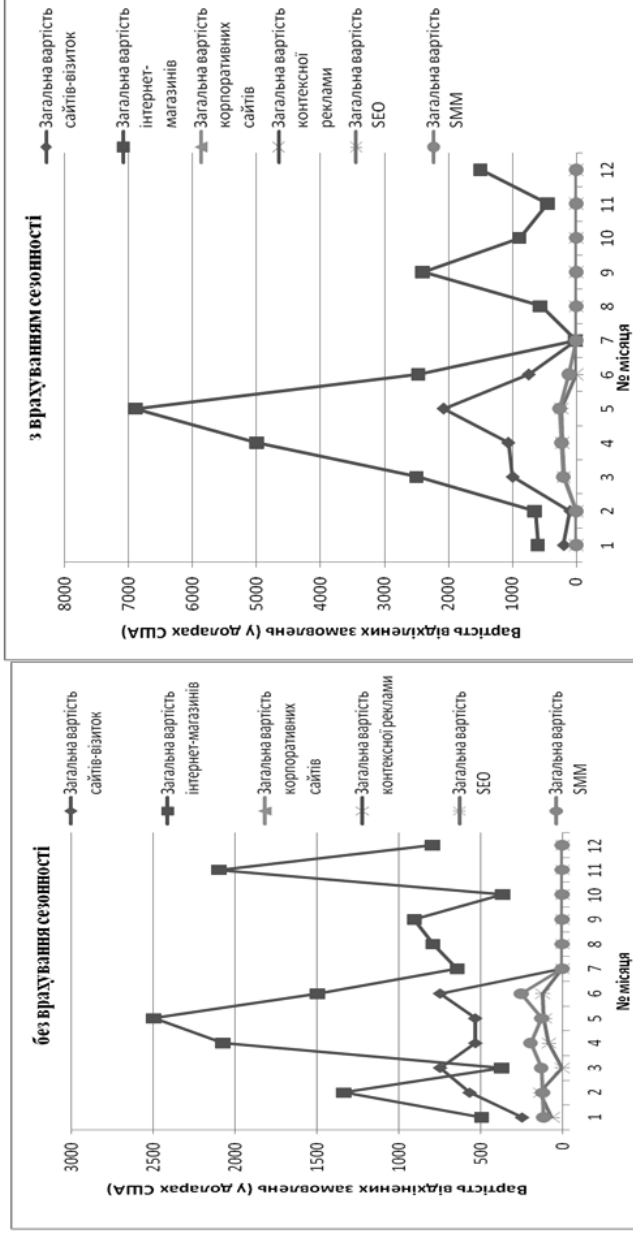
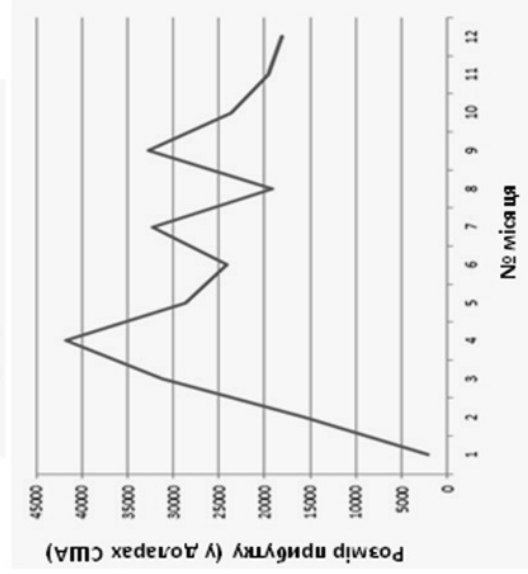


Рис. 3.8. Прогнозна динаміка місячної загальної вартості відхиленних фірмовою замовлень

без врахування сезонності



з врахуванням сезонності

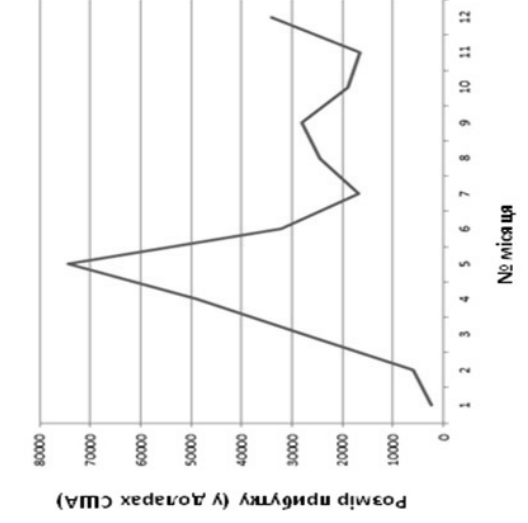


Рис. 3.9. Прогнозна динаміка прибутку фірми

Диверсифікована стратегія забезпечуватиме фірмі також значне зростання прибутку.

Загальними висновками на базі проведених імітаційних експериментів є наступні:

– Стратегія диверсифікації (з точки зору складу клієнтури) в освоєнні ринку IT-послуг принесе фірмі загалом позитивні результати.

– Загальна тенденція спаду значень усіх показників до кінця досліджуваного періоду зберігатиметься.

– Перед фірмою постає значна проблема – формування ефективної структури замовлень, тобто залучення і збалансований відбір клієнтів. Це суттєво, тому що результати експериментів доводять значний вплив фактора сезонності (обумовленого специфікою клієнтури) на кінцеві показники роботи агенції «StarMarketing».

– Експериментально визначені «вузькі місця» в роботі фірми передбачають впровадження комплексу заходів: налагодження документообігу; виключення зайвих комунікацій; автоматизація рутинних робіт; паралельне виконання задач; підвищення кваліфікації співробітників; реалізація ефективних маркетингових рішень.

Остаточне рішення стосовно прийняття конкретної стратегії фірма може прийняти, порівнюючи власні фінансові (інвестиційні) можливості свого розширення з прогноною динамікою отриманих результатів функціонування. Подальші розробки модельного комплексу передбачатимуть імітацію різноманітних кризових впливів на процеси реалізації обраних стратегій.

РОЗДІЛ 4 МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

4.1. Постановка задачі та структура моделі

Моделюється робота комунального підприємства (КП), яке забезпечує поставки продуктів підприємствам бюджетної сфери – дитячим садочкам, школам, лікарням тощо [70]. Фактично підприємство є посередником між наведеними суб'єктами та постачальниками (виробниками) конкретних видів харчової продукції:

- М'ясо та м'ясні вироби.
- Молочні продукти.
- Бакалія.
- Овочі та фрукти.
- Хлібо-булочні вироби.

Комунальне підприємство орендує харчові блоки у відповідних бюджетних установах (їдальні, буфети тощо). Ці блоки знаходяться на балансі комунального підприємства, а робітники є його співробітниками.

Кожна установа періодично надає замовлення комунальному підприємству на постачання деякої кількості продуктів за встановленою номенклатурою. Різні установи (види установ) надають відповідні замовлення з різною періодичністю. Відрізняється також періодичність замовлень за окремими видами продукції.

Комунальне підприємство акумулює замовлення, обробляє їх та направляє постачальникам конкретної продукції. Після виконання замовлень постачальники продукції відвантажують її на оптові склади комунального підприємства.

Підприємству належать наступні склади за видами харчової продукції:

- Склад м'ясної продукції.
- Склад молочної продукції.
- Овочевий склад.
- Склад бакалії.
- Склад хлібо-булочних виробів.

Бюджетним підприємствам-замовникам продукти відвантажуються з оптових складів комунального підприємства.

Треба промоделювати матеріальні та фінансові потоки підприємства, що досліджується, та зробити аналітичні висновки щодо рівня ефективності його роботи. На базі імітаційних експериментів на моделі необхідно зробити пропозиції щодо підвищення рівня управління оборотними активами комунального підприємства.

Наступний фрагмент загальної моделі побудовано на базі обстеження процесу співробітництва комунального підприємства зі шкільними установами одного з районів міста Одеси.

В ході постановки загальної задачі зроблені наступні припущення:

- Всі шкільні установи розбито на три групи за ознакою загальної чисельності школярів: великі, середні, малі.
- Замовлення харчової продукції імітуються тільки узагальнено за окремими видами (наведені вище), тобто без деталізації за конкретними номенклатурними позиціями.
- Приймається, що одне замовлення – це партія товарів конкретного виду, відносно якої відомі її оптова та роздрібна ціна.
- Часові затримки між етапами технологічного процесу надання та виконання замовлень встановлені як середні величини, визначені за матеріалами обстежень.

Діаграми причинно-наслідкових зв'язків моделі наведені на рис. 4.1 – 4.3.

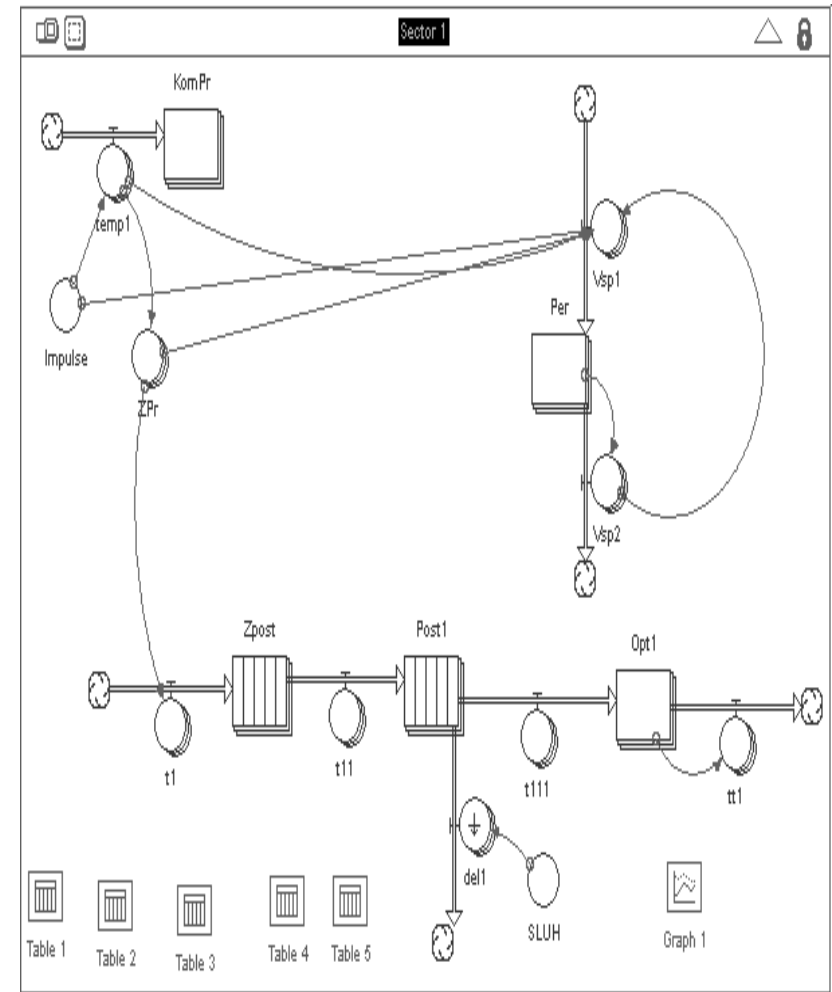


Рис. 4.1. Модель роботи комунального підприємства (матеріальні потоки – оборотні кошти)

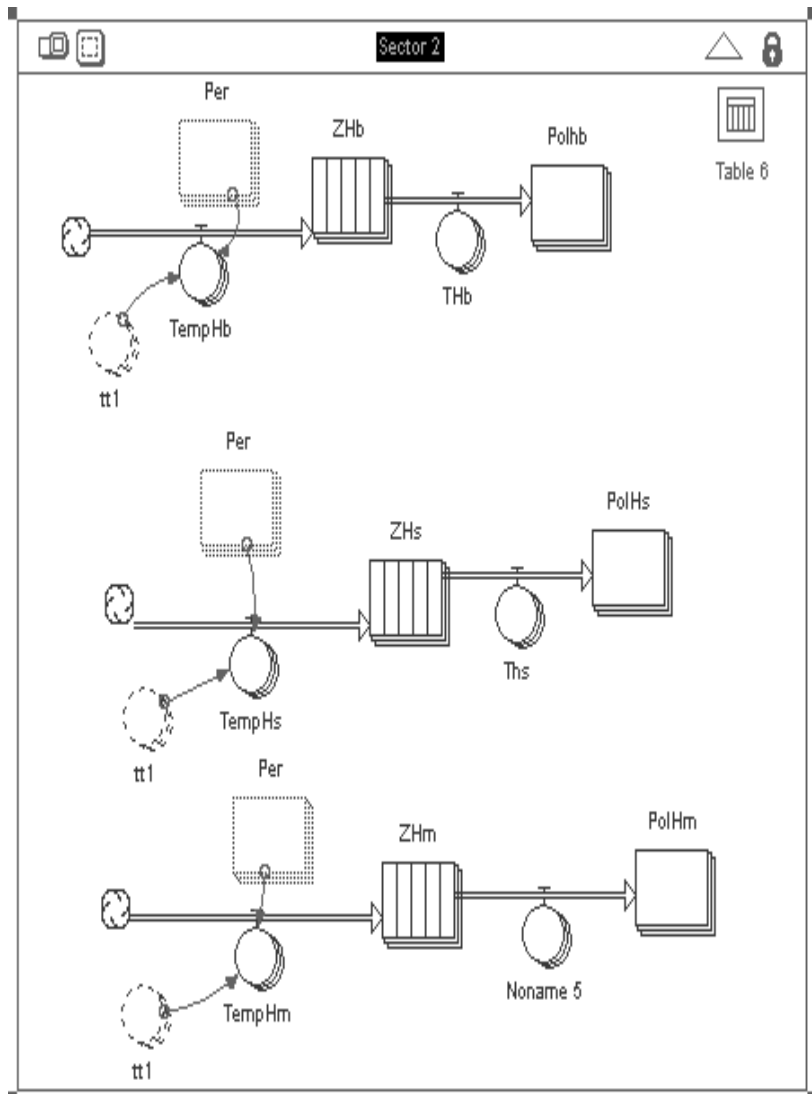


Рис. 4.2. Модель роботи комунального підприємства (матеріальні потоки – оборотні кошти) – продовження

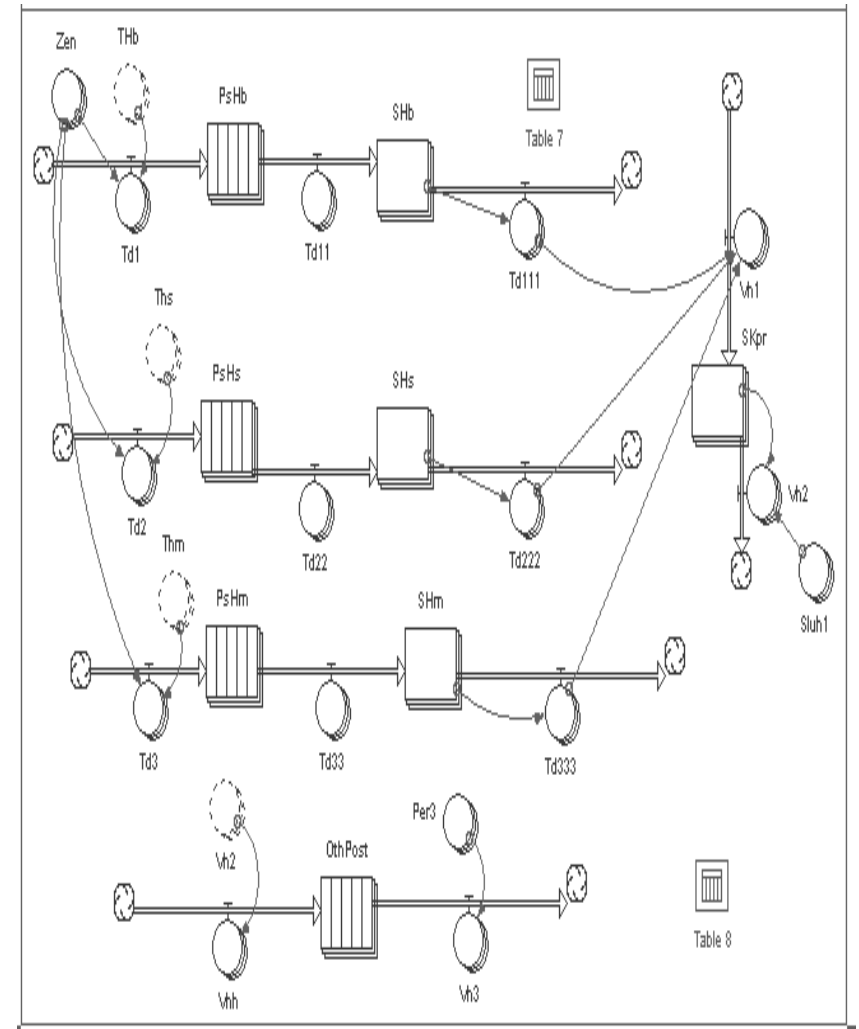


Рис. 4.3. Модель роботи комунального підприємства (матеріальні потоки – оборотні кошти) – закінчення

Модель містить 3 сектори, які відображають наступні аспекти процесів, які моделюються:

- Sektor1 – імітація матеріальних потоків (харчової продукції): від шкіл-замовників – до оптових складів комунального підприємства.
- Sektor2 – імітація розподілу продукції з оптових складів комунального підприємства по школах-замовниках згідно з обсягом замовлень кожного з видів шкіл.
- Sektor3 – імітація фінансових потоків.

Процес отримання та обробки замовлень від шкіл комунальним підприємством (КП), а також процес виконання замовлень, тобто поставки харчової продукції на оптові склади КП, моделюються в динаміці за допомогою кількох блоків-фондів, серед яких:

1. Блоки-резервуари:

➤ **KomPr** – фонд замовлень на харчову продукцію від шкіл. Цей фонд є одномірним масивом. Його елементи – замовлення від конкретної групи шкіл (великих, середніх, малих) на конкретний вид продукції. Вміст фонду-масива формується на базі вхідного темпу (**temp1**) замовлень від шкіл. Завдяки тому, що замовлення робляться не на кожному кроці імітації, а тільки в конкретні часові періоди, використовується змінна **Impulse**. Потоки замовлень можуть моделюватися як детерміновані або випадкові змінні.

➤ **Per** – «штучний» фонд, в якому формується частка (відсоток), яку складає замовлення конкретного виду шкіл на конкретний вид продукції в загальному обсязі замовлень на цей вид продукції від всіх шкіл. Для визначення цієї частки (відсотка) використовується допоміжна змінна **ZPr**, в якій формуються сукупні замовлення на види продукції від всіх шкіл, що досліджуються. Значення **Per** визначається за допомогою вхідного темпу **Vsp1**. Це значення повинно бути незмінним, доки не надходять нові замовлення від шкіл (вони моделюються в конкретні часові періоди за індивідуальними графіками об'єктів дослідження). Щоб **Per** зберігала це постійне значення до

нових замовлень, використовується зв'язок вихідного темпу **Vsp2** з вхідним темпом **Vsp1**.

➤ **Opt1** – фонд-масив, який моделює оптові склади КП.

2. **Блоки-конвейєри**, тобто блоки, параметрами визначення яких є, зокрема, вхідна та загальна ємкість, а також затримка у часі:

➤ **Zpost** – фонд-масив замовлень на конкретні види продукції від КП до постачальників (виробників). Його вміст формується на базі вхідного темпу **t1** (агреговані замовлення, що згруповані по видах продукції). Часова затримка (вихідний темп **t11**) визначає тривалість надходження замовлень до постачальників.

➤ **Post1** – фонд-масив виконаних замовлень виробниками (постачальниками). Часова затримка (вихідний темп **t111**) визначає тривалість виконання замовлень та їх доставки на оптові бази КП. Але можуть бути наявні випадки, коли частина замовлень не може бути виконана. Ця ситуація моделюється за допомогою іншого вихідного темпу **dell** та допоміжної випадкової змінної **SLUH**.

Процес розподілу продукції з оптових баз КП до шкіл за виконаними замовленнями та постачання продуктів безпосередньо до шкіл моделюється у Sektor2. Відповідно до цього використовуються наступні блоки-фонди:

1. **Блоки-конвейєри: ZHb, ZHs, ZHm** – фонди-масиви виконаних замовлень за видами замовників (великих, середніх та малих шкіл, відповідно). Вміст фондів формується за вхідними темпами (**TempHb, TempHs, TempHm**) на базі вихідного темпу **tt1** (загальні обсяги виконаних замовлень за видами харчової продукції) та частці в цих обсягах окремих шкіл (**Per**). Часова затримка (вихідні темпи **Thb, Ths, Thm**) імітує тривалість процесу постачання продуктів до шкіл-замовників.

2. **Блоки-резервуари: PolHb, PolHs, PolHm** – фонди-масиви, в яких накопичуються поставки продукції за увесь період імітації. Таким чином, вміст цих фондів надає уяву про реальні надходження замовленої продукції до шкіл району за весь досліджуваний період.

Sektor3 – моделі, призначені для імітації фінансових потоків, пов'язаних з постачанням харчової продукції КП бюджетним установам (школам), а також з розрахунками КП з безпосередніми виробниками (постачальниками) продукції.

Процеси розрахунків шкіл з комунальним підприємством моделюються за допомогою наступних блоків-фондів:

1. **Блоки-конвеєри: PsHb, PsHs, PsHm** – обсяги здійснених поставок, тобто продукція, що надійшла, відповідно, великим, середнім та малим школам. Наведені обсяги визначаються у вартісному вимірі з підрозділом по видах продукції. Вміст фондів-масивів визначається на базі темпів вхідних потоків – **Td1, Td2, Td3**. Затримка у часі щодо руху коштів від шкіл-отримувачів продукції до рахунку комунального підприємства (тобто час від надходження до шкіл продукції до надходження на рахунок КП коштів за неї) визначається темпами вихідних потоків **Td11, Td22, Td33**.

2. **Блоки-резервуари: SHb, SHs, SHm** – поточні рахунки шкіл (за групами та видами продукції). Вихідні темпи **Td111, Td222, Td333** моделюють кошти, що перераховуються на рахунок КП від різних груп шкіл.

3. **Блок-резервуар: SKPr** – поточний рахунок комунального підприємства (фонд-масив формує надходження коштів за видами продукції). Вміст фонду-рахунку визначається на базі вхідного темпу **Vh1**, який моделює загальні (від всіх клієнтів) надходження коштів за видами продукції.

Розрахунки комунального підприємства з постачальниками продукції моделюються за допомогою блоку-конвеєру **OthPost** (відрахування постачальникам). Вміст цього фонду визначається вхідним темпом **Vhh** (вихідний темп **Vh2**). Можливі несплати моделюються за допомогою випадкової змінної **Sluh1** (рівномірно розподілена змінна в заданому інтервалі). Часова затримка, тобто час руху коштів між рахунками КП та рахунками постачальників, визначається вихідними темпами **Vh3**. Значення **Vh3** залежать від змінних **Per3**, які можуть задаватися експериментаторами як параметри моделі.

На рівні кінцево-різницевих рівнянь модель виглядає наступним чином:

Sector 1

```

□ KomPr[Kom](t) = KomPr[Kom](t - dt) + (temp1[Kom]) * dt
INIT KomPr[Kom] = 0
INFLOWS:
  ↳ temp1[P1] = if Impulse=1 then RANDOM(10,100) else 0
  ↳ temp1[P2] = if Impulse=1 then RANDOM(20,200) else 0
  ↳ temp1[P3] = if Impulse=1 then RANDOM(30,300) else 0
  ↳ temp1[P4] = if Impulse=1 then RANDOM(40,400) else 0
  ↳ temp1[R1] = if Impulse=1 then RANDOM(100,1000) else 0
  ↳ temp1[R2] = if Impulse=1 then RANDOM(200,2000) else 0
  ↳ temp1[R3] = if Impulse=1 then RANDOM(300,3000) else 0
  ↳ temp1[R4] = if Impulse=1 then RANDOM(400,4000) else 0
  ↳ temp1[S1] = if Impulse=1 then RANDOM(1000,10000) else 0
  ↳ temp1[S2] = if Impulse=1 then RANDOM(2000,20000) else 0
  ↳ temp1[S3] = if Impulse=1 then RANDOM(3000,30000) else 0
  ↳ temp1[S4] = if Impulse=1 then RANDOM(4000,40000) else 0
□ Opt1[PostSS](t) = Opt1[PostSS](t - dt) + (t111[PostSS] - tt1[PostSS]) * dt
INIT Opt1[PostSS] = 0
INFLOWS:
  ↳ t111[Pst1] = CONVEYOR OUTFLOW
  ↳ t111[Pst2] = CONVEYOR OUTFLOW
  ↳ t111[Pst3] = CONVEYOR OUTFLOW
  ↳ t111[Pst4] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ↳ tt1[Pst1] = Opt1[Pst1]
  ↳ tt1[Pst2] = Opt1[Pst2]
  ↳ tt1[Pst3] = Opt1[Pst3]
  ↳ tt1[Pst4] = Opt1[Pst4]
□ Per[Per1](t) = Per[Per1](t - dt) + (Vsp1[Per1] - Vsp2[Per1]) * dt
INIT Per[Per1] = 0
INFLOWS:
  ↳ Vsp1[Proc1] = if Impulse=1 then temp1[P1]/ZPr[Pr1] else Vsp2[Proc1]
  ↳ Vsp1[Proc2] = if Impulse=1 then temp1[P2]/ZPr[Pr2] else Vsp2[Proc2]
  ↳ Vsp1[Proc3] = if Impulse=1 then temp1[P3]/ZPr[Pr3] else Vsp2[Proc3]
  ↳ Vsp1[Proc4] = if Impulse=1 then temp1[P4]/ZPr[Pr4] else Vsp2[Proc4]
  ↳ Vsp1[Proc5] = if Impulse=1 then temp1[R1]/ZPr[Pr1] else Vsp2[Proc5]
  ↳ Vsp1[Proc6] = if Impulse=1 then temp1[R2]/ZPr[Pr2] else Vsp2[Proc6]
  ↳ Vsp1[Proc7] = if Impulse=1 then temp1[R3]/ZPr[Pr3] else Vsp2[Proc7]
  ↳ Vsp1[Proc8] = if Impulse=1 then temp1[R4]/ZPr[Pr4] else Vsp2[Proc8]
  ↳ Vsp1[Proc9] = if Impulse=1 then temp1[S1]/ZPr[Pr1] else Vsp2[Proc9]
  ↳ Vsp1[Proc10] = if Impulse=1 then temp1[S2]/ZPr[Pr2] else Vsp2[Proc10]
  ↳ Vsp1[Proc11] = if Impulse=1 then temp1[S3]/ZPr[Pr3] else Vsp2[Proc11]
  ↳ Vsp1[Proc12] = if Impulse=1 then temp1[S4]/ZPr[Pr4] else Vsp2[Proc12]
OUTFLOWS:
  ↳ Vsp2[Per1] = Per[Per1]
▣ Post1[Pst1](t) = Post1[Pst1](t - dt) + (t11[Pst1] - t111[Pst1] - del1[Pst1]) * dt
INIT Post1[Pst1] = 0
TRANSIT TIME = 2
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
▣ Post1[Pst2](t) = Post1[Pst2](t - dt) + (t11[Pst2] - t111[Pst2] - del1[Pst2]) * dt
INIT Post1[Pst2] = 2
TRANSIT TIME = 2

```

INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Post1[Pst2](t) = Post1[Pst2](t - dt) + (t1[Pst2] - t11[Pst2] - del1[Pst2]) * dt
 INIT Post1[Pst2] = 2
 TRANSIT TIME = 2
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Post1[Pst3](t) = Post1[Pst3](t - dt) + (t1[Pst3] - t11[Pst3] - del1[Pst3]) * dt
 INIT Post1[Pst3] = 3
 TRANSIT TIME = 3
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Post1[Pst4](t) = Post1[Pst4](t - dt) + (t1[Pst4] - t11[Pst4] - del1[Pst4]) * dt
 INIT Post1[Pst4] = 4
 TRANSIT TIME = 4
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 INFLOWS:
 t1[Pst1] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst2] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst3] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst4] = CONVEYOR OUTFLOW
 OUTFLOWS:
 t11[Pst1] = CONVEYOR OUTFLOW
 t11[Pst2] = CONVEYOR OUTFLOW
 t11[Pst3] = CONVEYOR OUTFLOW
 t11[Pst4] = CONVEYOR OUTFLOW
 del1[PostSS] = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = SLUH
 NO-LEAK ZONE = 1
 Zpost[Pst1](t) = Zpost[Pst1](t - dt) + (t1[Pst1] - t11[Pst1]) * dt
 INIT Zpost[Pst1] = 0
 TRANSIT TIME = 2
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Zpost[Pst2](t) = Zpost[Pst2](t - dt) + (t1[Pst2] - t11[Pst2]) * dt
 INIT Zpost[Pst2] = 3
 TRANSIT TIME = 4
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Zpost[Pst3](t) = Zpost[Pst3](t - dt) + (t1[Pst3] - t11[Pst3]) * dt
 INIT Zpost[Pst3] = 4
 TRANSIT TIME = 6
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 Zpost[Pst4](t) = Zpost[Pst4](t - dt) + (t1[Pst4] - t11[Pst4]) * dt
 INIT Zpost[Pst4] = 2
 TRANSIT TIME = 4
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF
 INFLOWS:
 t1[Pst1] = ZPr[Pr1]

t1[Pst2] = ZPr[Pr2]
 t1[Pst3] = ZPr[Pr3]
 t1[Pst4] = ZPr[Pr4]

OUTFLOWS:

t1[Pst1] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst2] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst3] = CONVEYOR OUTFLOW
 t1[Pst4] = CONVEYOR OUTFLOW
 Impulse = PULSE(STARTTIME,1,30)
 SLUH = RANDOM(0,0.3)
 ZPr[Pr1] = temp1[P1]+temp1[R1]+temp1[S1]
 ZPr[Pr2] = temp1[P2]+temp1[R2]+temp1[S2]
 ZPr[Pr3] = temp1[P3]+temp1[R3]+temp1[S3]
 ZPr[Pr4] = temp1[P4]+temp1[R4]+temp1[S4]

Sector 2

Polhb[Hb](t) = Polhb[Hb](t - dt) + (THb[Hb]) * dt
 INIT Polhb[Hb] = 0
 INFLOWS:
 THb[Hb] = CONVEYOR OUTFLOW
 PolHm[Hm](t) = PolHm[Hm](t - dt) + (Thm[Hm]) * dt
 INIT PolHm[Hm] = 0
 INFLOWS:
 Thm[Hm] = CONVEYOR OUTFLOW
 PolHs[Hs](t) = PolHs[Hs](t - dt) + (Ths[Hs]) * dt
 INIT PolHs[Hs] = 0
 INFLOWS:
 Ths[Hs] = CONVEYOR OUTFLOW
 ZHb[Hb](t) = ZHb[Hb](t - dt) + (TempHb[Hb] - THb[Hb]) * dt
 INIT ZHb[Hb] = 0
 INFLOWS:
 TempHb[c1] = t1[Pst1]*Per[Proc1]
 TempHb[c2] = t1[Pst2]*Per[Proc2]
 TempHb[c3] = t1[Pst3]*Per[Proc3]
 TempHb[c4] = t1[Pst4]*Per[Proc4]
 OUTFLOWS:
 THb[Hb] = CONVEYOR OUTFLOW
 ZHm[Hm](t) = ZHm[Hm](t - dt) + (TempHm[Hm] - Thm[Hm]) * dt
 INIT ZHm[Hm] = 0
 INFLOWS:
 TempHm[g1] = t1[Pst1]*Per[Proc9]
 TempHm[g2] = t1[Pst2]*Per[Proc10]
 TempHm[g3] = t1[Pst3]*Per[Proc11]
 TempHm[g4] = t1[Pst4]*Per[Proc12]
 OUTFLOWS:
 Thm[Hm] = CONVEYOR OUTFLOW
 ZHs[Hs](t) = ZHs[Hs](t - dt) + (TempHs[Hs] - Ths[Hs]) * dt
 INIT ZHs[Hs] = 0
 INFLOWS:
 TempHs[f1] = t1[Pst1]*Per[Proc5]
 TempHs[f2] = t1[Pst2]*Per[Proc6]
 TempHs[f3] = t1[Pst3]*Per[Proc7]
 TempHs[f4] = t1[Pst4]*Per[Proc8]
 OUTFLOWS:
 Ths[Hs] = CONVEYOR OUTFLOW

Sector 3

OthPost[OthPost1](t) = OthPost[OthPost1](t - dt) + (Vh[OthPost1] - Vh3[OthPost1]) * dt
 INIT OthPost[OthPost1] = 0
 INFLOWS:

```

-☞ Vhh[1] = Vh2[1]
-☞ Vhh[2] = Vh2[2]
-☞ Vhh[3] = Vh2[3]
-☞ Vhh[4] = Vh2[4]
OUTFLOWS:
-☞ Vh3[1] = CONVEYOR OUTFLOW
  TRANSIT TIME = Per3[1]
-☞ Vh3[2] = CONVEYOR OUTFLOW
  TRANSIT TIME = Per3[2]
-☞ Vh3[3] = CONVEYOR OUTFLOW
  TRANSIT TIME = Per3[3]
-☞ Vh3[4] = CONVEYOR OUTFLOW
  TRANSIT TIME = Per3[4]
▣ PsHb[PSHb1](t) = PsHb[PSHb1](t - dt) + (Td1[PSHb1] - Td11[PSHb1]) * dt
INIT PsHb[PSHb1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td1[q1] = THb[c1]*Zen[z1]
-☞ Td1[q2] = THb[c2]*Zen[z2]
-☞ Td1[q3] = THb[c3]*Zen[z3]
-☞ Td1[q4] = THb[c4]*Zen[z4]
OUTFLOWS:
-☞ Td11[PSHb1] = CONVEYOR OUTFLOW
▣ PsHm[PSHm1](t) = PsHm[PSHm1](t - dt) + (Td3[PSHm1] - Td33[PSHm1]) * dt
INIT PsHm[PSHm1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td3[1] = Thm[g1]*Zen[z1]
-☞ Td3[2] = Thm[g2]*Zen[z2]
-☞ Td3[3] = Thm[g3]*Zen[z3]
-☞ Td3[4] = Thm[g4]*Zen[z4]
OUTFLOWS:
-☞ Td33[PSHm1] = CONVEYOR OUTFLOW
▣ PsHs[PSHs1](t) = PsHs[PSHs1](t - dt) + (Td2[PSHs1] - Td22[PSHs1]) * dt
INIT PsHs[PSHs1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td2[1] = Ths[f1]*Zen[z1]
-☞ Td2[2] = Ths[f2]*Zen[z2]
-☞ Td2[3] = Ths[f3]*Zen[z3]
-☞ Td2[4] = Ths[f4]*Zen[z4]
OUTFLOWS:
-☞ Td22[PSHs1] = CONVEYOR OUTFLOW
□ SHb[PSHb1](t) = SHb[PSHb1](t - dt) + (Td11[PSHb1] - Td111[PSHb1]) * dt
INIT SHb[PSHb1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td11[PSHb1] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-☞ Td111[q1] = SHb[q1]
-☞ Td111[q2] = SHb[q2]
-☞ Td111[q3] = SHb[q3]
-☞ Td111[q4] = SHb[q4]
□ SHm[PSHm1](t) = SHm[PSHm1](t - dt) + (Td33[PSHm1] - Td333[PSHm1]) * dt
INIT SHm[PSHm1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td33[PSHm1] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-☞ Td333[1] = SHm[1]
-☞ Td333[2] = SHm[2]
-☞ Td333[3] = SHm[3]
-☞ Td333[4] = SHm[4]

```

```

□ SHs[PSHs1](t) = SHs[PSHs1](t - dt) + (Td22[PSHs1] - Td222[PSHs1]) * dt
INIT SHs[PSHs1] = 0
INFLOWS:
-☞ Td22[PSHs1] = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
-☞ Td222[1] = SHs[1]
-☞ Td222[2] = SHs[2]
-☞ Td222[3] = SHs[3]
-☞ Td222[4] = SHs[4]
□ SKpr[SKpr1](t) = SKpr[SKpr1](t - dt) + (Vh1[SKpr1] - Vh2[SKpr1]) * dt
INIT SKpr[SKpr1] = 0
INFLOWS:
-☞ Vh1[1] = Td111[q1]+Td222[1]+Td333[1]
-☞ Vh1[2] = Td111[q2]+Td222[2]+Td333[2]
-☞ Vh1[3] = Td111[q3]+Td222[3]+Td333[3]
-☞ Vh1[4] = Td111[q4]+Td222[4]+Td333[4]
OUTFLOWS:
-☞ Vh2[1] = SKpr[1]*Sluh1[1]
-☞ Vh2[2] = SKpr[2]*Sluh1[2]
-☞ Vh2[3] = SKpr[3]*Sluh1[3]
-☞ Vh2[4] = SKpr[4]*Sluh1[4]
○ Per3[1] = 3
○ Per3[2] = 4
○ Per3[3] = 5
○ Per3[4] = 3
○ Sluh1[1] = RANDOM(0.8,1)
○ Sluh1[2] = RANDOM(0.7,1)
○ Sluh1[3] = RANDOM(0.9,1)
○ Sluh1[4] = RANDOM(0.8,1)
○ Zen[z1] = 100
○ Zen[z2] = 200
○ Zen[z3] = 300
○ Zen[z4] = 400

```

Імітаційні експерименти на наведеній моделі можуть проводитися за різні часові періоди з різними кроками імітації. Наприклад, як прогностичний період обстеження можна запропонувати період, не менший за квартал, з добовим кроком імітації.

4.2. Імітаційні експерименти на моделі

Розглянемо деякі результати імітаційних експериментів на моделі.

Моделюється процес постачання для чотирьох видів продукції.

Термін імітації – квартал. Крок імітації – день.

Кінцеві результати моделювання можуть бути представлені у різних формах. Далі для більш наглядного представлення користуємося графічним представленням динаміки показників, пов'язаних з процесами, що моделюються на наведеному фрагменті моделі.

На рис. 4.4 наведена динаміка замовлень на постачання продукції від різних клієнтів комунального підприємства (у натуральних одиницях виміру).

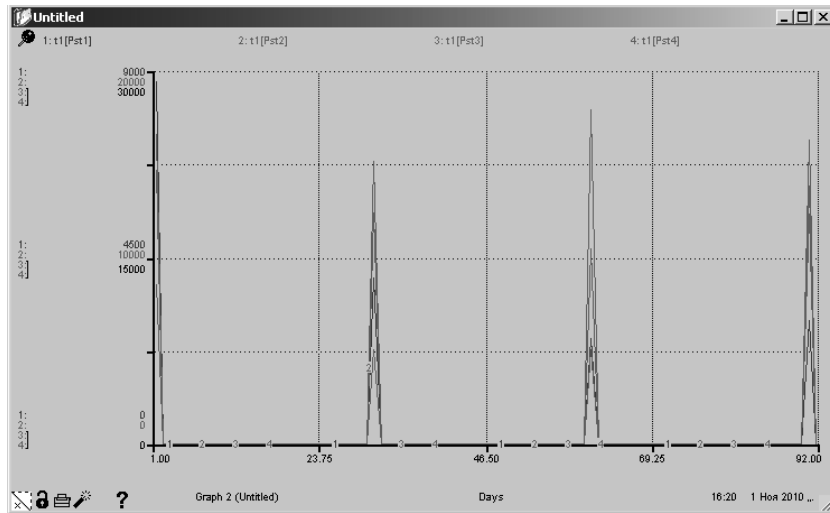


Рис. 4.4. Динаміка агрегованих КП замовлень на постачання продукції

Як зазначалося раніше, підприємство агрегує замовлення та передає їх безпосередньо підприємствам-виробникам. Представлена динаміка добре відображає періодичність надходження замовлень впродовж кварталу. Видно, що досліджуваний процес є достатньо нерівномірний, але це спричинено об'єктивними причинами і зумовлено встановленою ритмічністю споживання продукції в організаціях-замовниках.

Наскільки така організація є ефективною, теж можна вивчати на імітаційній моделі. Якщо постачальники не спроможні вчасно задовольняти замовників, мабуть, такий ритм треба буде змінити.

Це дійсно так у нашому випадку, тому що, як свідчить динаміка, представлена на рис. 4.5, кількість незадоволених замовлень є значною.

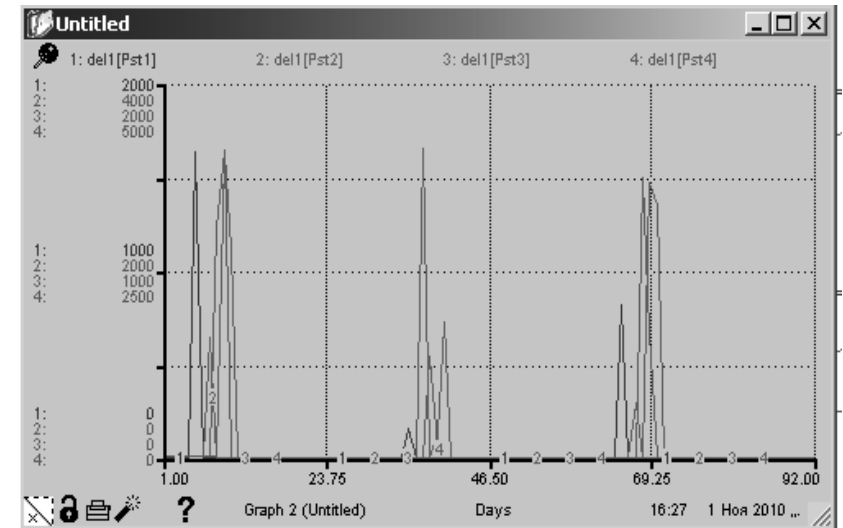


Рис. 4.5. Динаміка невиконаних замовлень на постачання продукції

Динаміка обсягів продукції на оптових складах комунального підприємства представлена на рис. 4.6 (натуральні одиниці виміру).

Як видно з наведеного графіку, динаміка накопичення продукції відповідає періодичності надходження та обробки агрегованих замовлень від клієнтів.

Більш ретельне вивчення становища потребує перехід від аналізу динаміки агрегованих замовлень на різні види продукції від сукупного клієнту до розгляду закономірностей обслуговування конкретних клієнтів (у нашому випадку – шкіл).

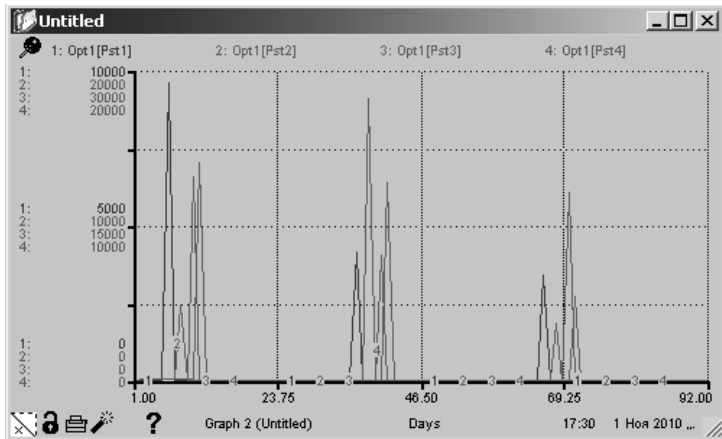


Рис. 4.6. Динаміка продукції на оптових складах комунального підприємства

На рис. 4.7 представлена динаміка темпів замовлень на різні види продукції одним з клієнтів (одним з видів шкіл) комунального підприємства (натуральні одиниці).

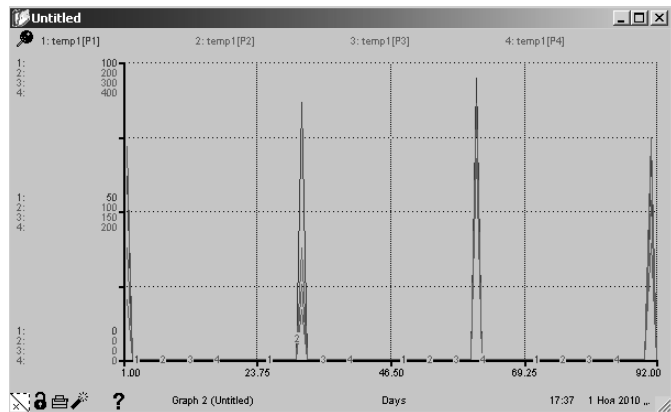


Рис. 4.7. Динаміка темпів замовлень на різні види продукції одним з клієнтів комунального підприємства

На рис. 4.8. наведена динаміка задоволення цих замовлень.

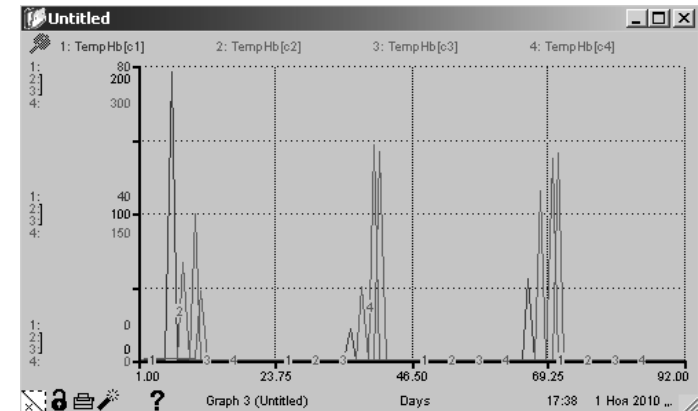


Рис. 4.8. Динаміка темпів задоволення замовлень на різні види продукції комунального підприємства

Як видно, загалом замовлення задовольняються, хоча і не завжди своєчасно. Має місце запізнення, що у кожному конкретному випадку потребує додаткового аналізу.

Динаміка розрахунків клієнта за виконані замовлення наведена на рис. 4.9.

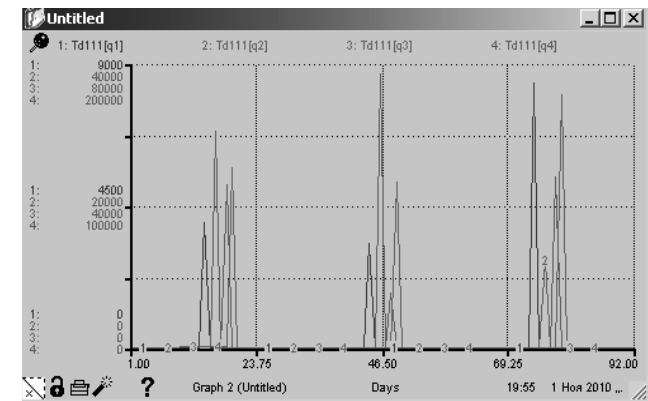


Рис. 4.9. Динаміка розрахунків клієнта за виконані замовлення (грн)

Як видно з графіку, клієнт розраховується достатньо своєчасно. Фінансові надходження на фінансовий рахунок комунального підприємства загалом ритмічні.

Фінансові потоки за розрахунки в розрізі чотирьох досліджуваних видів продукції наведені на рис. 4.10.

З наведеної динаміки можна дослідити картину фінансових надходжень на рахунок комунального підприємства від всіх клієнтів стосовно досліджуваних видів продукції.

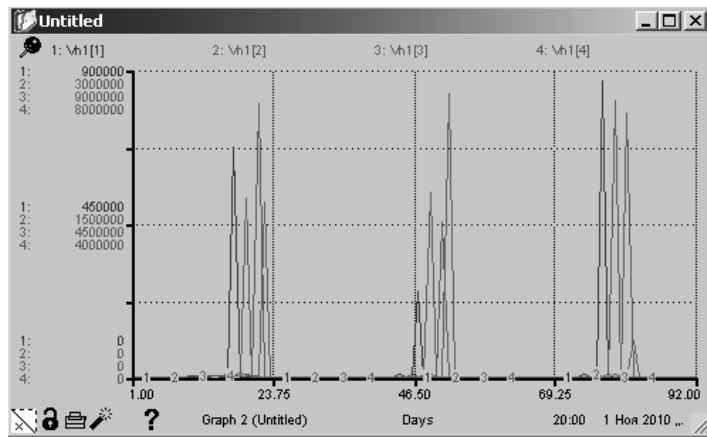


Рис. 4.10. Динаміка фінансових потоків – розрахунків замовників з комунальним підприємством (грн)

Розрахунки комунального підприємства безпосередньо з виробниками (постачальниками) продукції наведені на рис. 4.11.

Як видно з рис. 4.11, відрахування комунального підприємства теж достатньо ритмічні, зважаючи на існуючу затримку у часі, за яку кошти проходять весь шлях до рахунків постачальників. Можливі несплати комунального підприємства власним постачальникам продукції можуть бути промодельовані за допомогою наступних шумів – рис. 4.12.

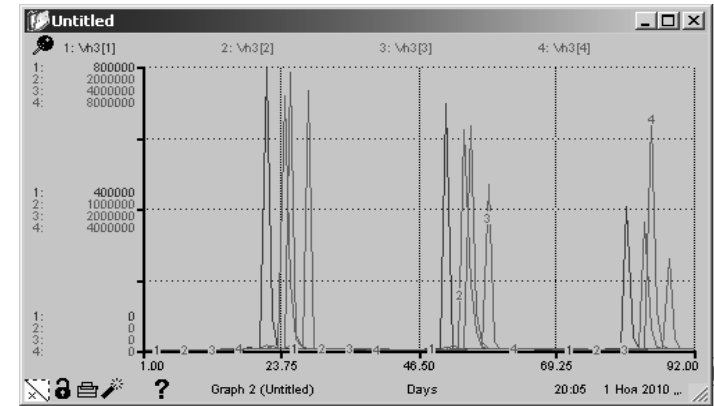


Рис. 4.11. Динаміка фінансових потоків – розрахунків комунального підприємства з виробниками (постачальниками) продукції (грн)

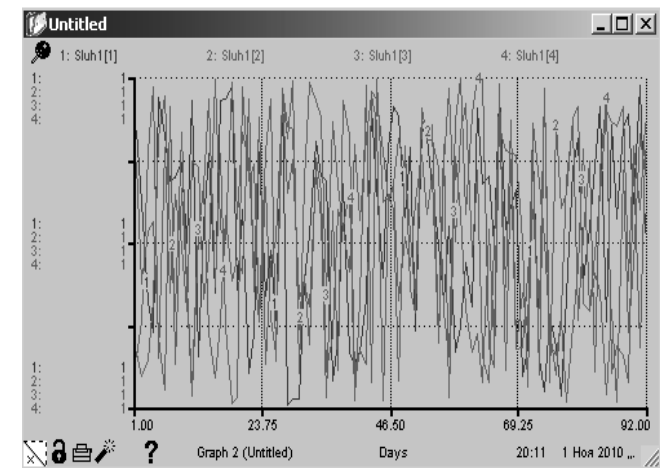


Рис. 4.12. Динаміка можливих несплат комунальним підприємством власним постачальникам продукції

Наведені фрагменти імітаційних експериментів на моделі демонструють можливості імітаційних технологій в управлінні оборотними коштами будь-якого підприємства.

РОЗДІЛ 5

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

5.1. Постановка завдання та структура моделі

Розробити комплекс імітаційних моделей, головними блоками (бізнес-процесами) якого є «Поточна страхова діяльність», «Формування страхових резервів», «Врегулювання страхових випадків», «Перестрахування», «Фінансова діяльність та економічна спроможність», «Маркетинг». Модельний комплекс повинен відображати усі основні закономірності роботи страхової компанії та давати змогу проводити наступні дослідження:

- адекватно відображати стан справ в компанії і бути основою для отримання цілісного уявлення про стратегію розвитку бізнесу і його автоматизацію;
- дослідити динаміку розвитку страхової компанії в умовах невизначеності страхового ринку;
- проводити оцінку чутливості результатів діяльності страхової компанії до впливу різноманітних стохастичних чинників;
- реалізувати прогнози головних характеристик бізнес-процесів на задану часову перспективу;
- вдосконалювати, модифікувати, вносити зміни в бізнес-процеси;
- аналізувати діяльність страхової компанії як системи з метою виявлення причин, що заважають досягненню компанії своїх цілей і розробці рекомендацій по їх ліквідації і поліпшенню діяльності компанії в цілому [25, 36].

Розроблений комплекс імітаційних моделей наведено на рис. 5.1.

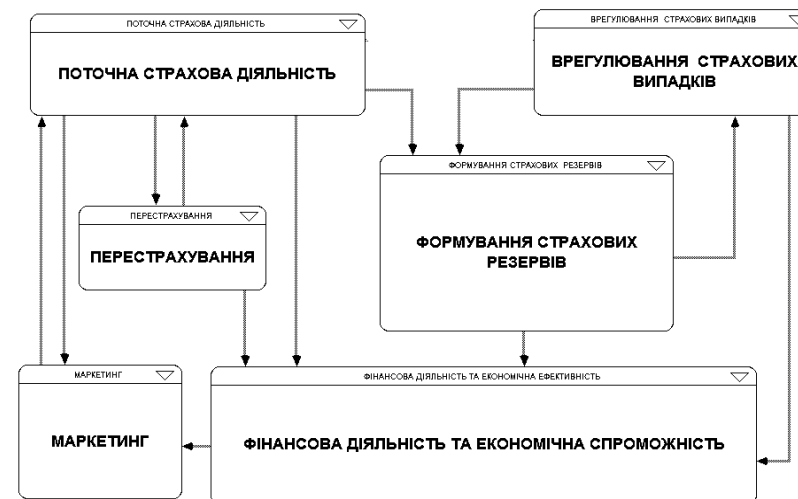


Рис. 5.1. Структура модельного комплексу управління страховою компанією

Розроблений модельний комплекс відображає усі основні сфери діяльності страхової компанії, яка займається ризиковими видами страхування, а саме [21, 22]:

1. Поточну страхову діяльність. Включає страхові платежі, доходи, витрати і інші потоки грошових коштів, які пов'язані із операціями страхування, співстрахування та перестрахування.

2. Фінансову діяльність та інвестиційну діяльність. Включає рух грошових коштів, пов'язаних із купівлею і продажем цінних паперів, нерухомого майна і інших інвестиційних активів, розміщення тимчасово вільних коштів і погашення заборгованості.

4. Маркетингову діяльність. Метою маркетингової діяльності страховика є комплексна координація всієї своєї діяльності та отримання прибутку завдяки підтримці постійних та привертанні нових клієнтів страхової компанії.

Зупинимося стисло на суті складових модельного комплексу.

Блок «Поточна страхова діяльність» (рис. 5.2)

У цьому блоці моделюється операційна діяльність страхової компанії. В рамках блоку забезпечується наповнення початковим капіталом страхової компанії та його подальший розподіл для забезпечення проведення страхової діяльності.

Блок розподілений за такими основними сферами діяльності: облік страхових платежів; акумулювання доходів страховика та проведення їх розподілу; моделювання витрат страховика; формування прибутку страховика.

В межах блоку за різними видами страхування, які здійснюються компанією, імітуються: потоки клієнтів; потоки фінансових платежів; процеси відрахування до резервних фондів; поточні витрати і доходи.

В ході імітації наведених потоків моделюється вплив на них різних стохастичних чинників. Імітація складових бізнес-процесів призводить до визначення основних результатів діяльності страховика.

Слід підкреслити, що період моделювання і крок імітації встановлюються користувачем на свій розсуд. Таким чином, результатом роботи цього блоку є динаміка перерахованих вище потоків в цілому і за кроками моделювання. Отримані результати використовуються як вхідні дані у всіх наступних блоках модельного комплексу [24].

Блок «Врегулювання страхових випадків» (рис. 5.3)

У цьому блоці моделюються процедури прийняття рішень щодо врегулювання страхових випадків і фінансових джерел певного врегулювання. Якщо виникає заборгованість за страховими відшкодуваннями, то її можна відслідковувати у динаміці протягом всього періоду моделювання.

Результати роботи цього блоку впливають на рівень страхових резервів, а при дефіциті резервів – на рівень нерозподіленого прибутку та статутного капіталу (якщо вони використовувались у сплаті страхових відшкодувань) [22].

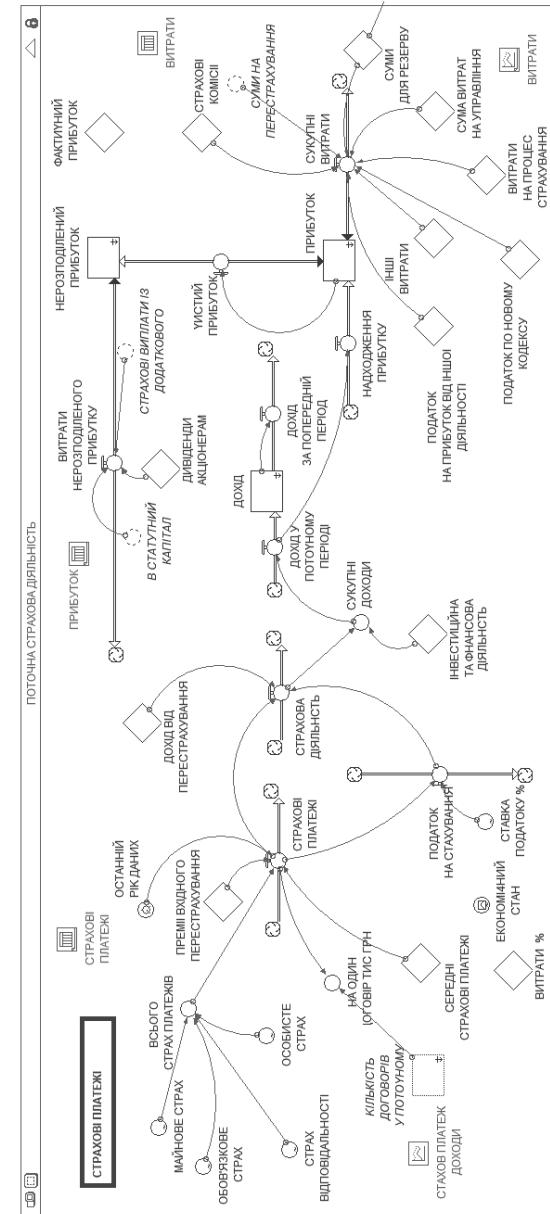


Рис. 5.2. Структура блоку «Поточна страхова діяльність»

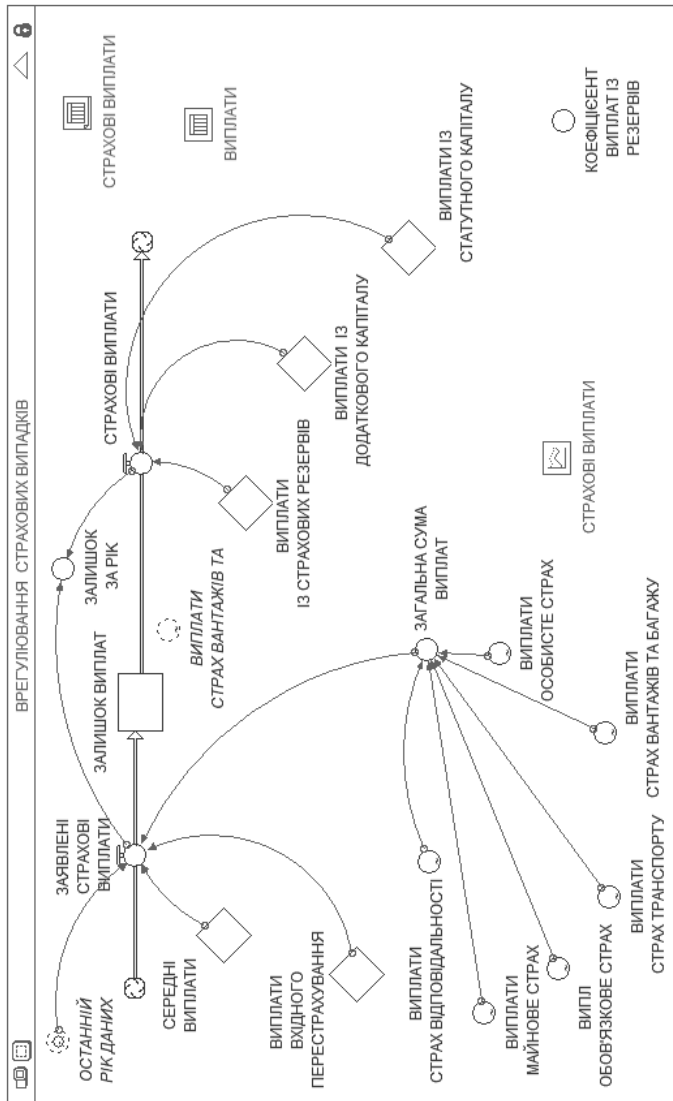


Рис. 5.3. Структура блоку «Врегулювання страхових випадків»

Прийняття рішень про сплату страхових відшкодувань за страховими випадками – складна процедура. У моделі вона складається з таких етапів (рис. 5.3):

1. На основі загальної суми за усіма заявленими страховими випадками та залишками виплат за попередній період приймається рішення про обсяг виплат із страхових резервів. Відсоток виплат із страхових резервів регулюється за допомогою відповідного коефіцієнту.
2. Якщо страхових резервів недостатньо для сплати страхових відшкодувань, то приймається рішення про використання коштів із додаткового або резервного капіталу. У моделі у якості додаткового або резервного капіталу використовується нерозподілений прибуток.
3. Якщо страхових резервів та додаткового або резервного капіталу недостатньо для сплати страхових відшкодувань, то приймається рішення про використання коштів із статутного капіталу.

Блок «Формування страхових резервів» (рис. 5.4)

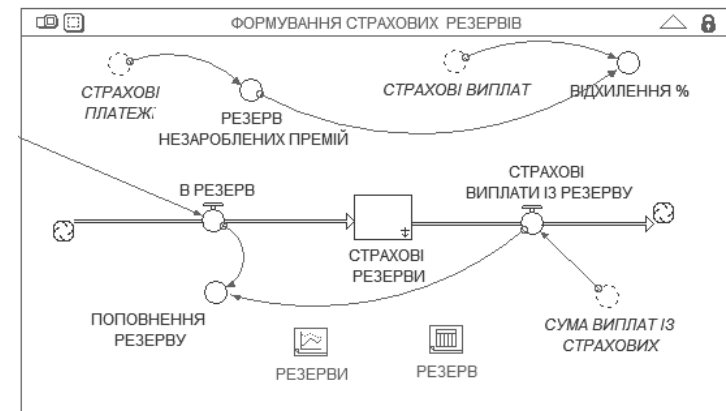


Рис. 5.4. Структура блоку «Формування страхових резервів»

У блоці імітується процедура формування страхових резервів із залученням відрахувань від операційної діяльності (для поповнення страхового

резерву) і зворотна процедура – потік відрахувань для врегулювання страхових випадків.

Блок «Перестраховання» (рис. 5.5)

Імітуються процеси взаємодії страхової компанії з компаніями-перестраховиками. В результаті визначаються суми і ступінь відповідальності перестраховиків перед досліджуваною компанією. Рішення про взаємодію з компаніями-перестраховиками та визначення конкретних сум, що передаються у перестраховання, приймається у блоці «Поточна страхова діяльність».

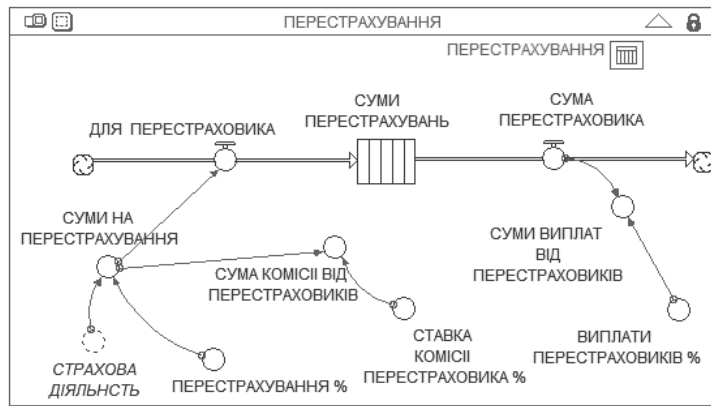


Рис. 5.5. Структура блоку «Перестраховання»

Блок «Фінансова діяльність та економічна спроможність» (рис. 5.6)

У блоці реалізуються процеси, пов'язані з фінансовою діяльністю страховика в частині планово-економічних функцій та фінансів. Окремою функцією фінансового блоку є підготовка для керівництва планової аналітичної і управлінської звітності. У цьому блоці формуються основні показники фінансової діяльності і визначається економічна ефективність функціонування страхової компанії.

Показники оцінки фінансового стану страхової компанії за загальною методикою включають чотири групи показників [13, 14]:

- показники ділової активності;
- показники фінансової стійкості (зіставлення обсягів власного капіталу і статутного капіталу, темп зростання страхових премій, показник забезпечення страховика власними коштами; показники, що характеризують участь перестраховика у забезпеченні фінансової надійності страхової компанії);
- показники рентабельності;
- показники платоспроможності.

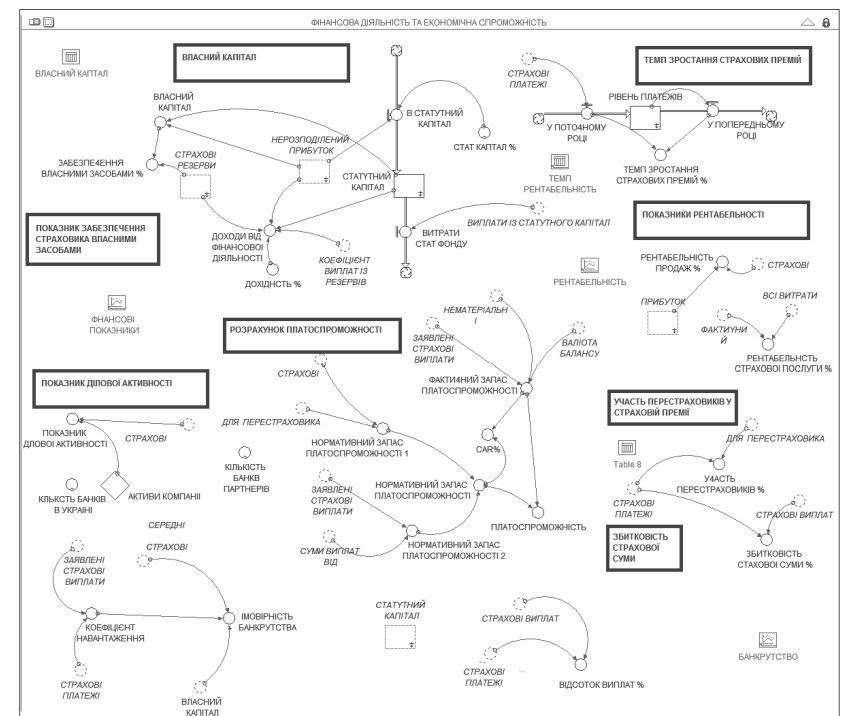


Рис. 5.6. Структура блоку «Фінансова діяльність та економічна спроможність»

У наведеному блоці визначається ефективність діяльності страхової компанії. У якості головного результативного показника виступає імовірність або ризик банкрутства страхової компанії.

Специфіка діяльності страхової компанії обумовлює необхідність визначення системи показників для моніторингу фінансового стану об'єкта управління. Серед головних показників визначені наступні [22]:

1. «Статутний капітал» – визначає розмір сплаченого статутного фонду та характеризує виконання страховиком вимог законодавства України (формується у блоці «Фінансова діяльність та економічна спроможність»).

2. «Власний капітал» – це сума капіталу, вільного від зобов'язань компанії, яка виступає додатковою гарантією зобов'язань при відхиленні їх від розміру розрахункових величин (формується у блоці «Фінансова діяльність та економічна спроможність»).

3. «Кількість укладених договорів» застосовується для характеристики страхового портфеля і рівня охоплення страхового ринку, попиту на страхову послугу, визначення місця страхової організації на страховому ринку. Цей показник доцільно розглядати в динаміці (формується у блоці «Маркетинг»).

4. «Страхові платежі» характеризують величину коштів, одержаних страховиком за договорами страхування та перестрахування. Цей показник визначається в цілому по компанії, за окремими видами страхування (формується у блоці «Поточна страхова діяльність»).

5. «Страхові виплати» характеризують розмір коштів, фактично сплачених компанією за страховими випадками. Важливим моментом аналізу є визначення відхилень фактичних розмірів виплат від планових і встановлення причин цих відхилень (формується у блоці «Врегулювання страхових випадків»).

6. «Сукупні доходи страхової компанії». Цей показник розглядається у динаміці. При цьому вивчається його склад, структура і фактори збільшення (зменшення). Доходи страхової компанії мають свою специфіку і поділяються на три групи: доходи від власне страхової діяльності; доходи від інвестиційної

та фінансової діяльності, тобто пов'язані із інвестуванням і розміщенням тимчасово вільних коштів (як власних, так і коштів страхових резервів); інші доходи від звичайної господарської діяльності (формується у блоці «Поточна страхова діяльність»).

7. «Сукупні витрати страхової компанії» включають: виплати страхових сум та страхових відшкодувань за договорами страхування й перестрахування; витрати на обслуговування процесу страхування і перестрахування; витрати на утримання страхової компанії. Цей показник розглядається у динаміці (формується у блоці «Поточна страхова діяльність»).

8. «Прибуток від інвестиційної діяльності» являє собою різницю між доходами і витратами, пов'язаними із інвестиційною діяльністю (формується у блоці «Поточна страхова діяльність»).

9. «Фактичний прибуток» являє собою різницю доходів за звітний період і понесених витрат страховика. Крім цього, на його величину впливають результати інвестиційної діяльності страховика (формується у блоці «Поточна страхова діяльність»).

Блок «Маркетинг» (рис. 5.7)

За цим блоком проводиться дослідження страхового ринку, конкурентного середовища, аналіз попиту на страхові продукти, оцінка надійності страхової компанії з урахуванням її фінансового стану. При цьому пропонується використання нового комплексного кількісного показника «імовірність придбання страхового полісу».

10. «Страхові резерви» характеризують забезпечення страховою компанією майбутніх виплат страхового відшкодування та поділяються на: резерв незароблених премій та резерв збитків для страхових компаній, які здійснюють ризикові види страхування (формується у блоці «Формування страхових резервів») [4].

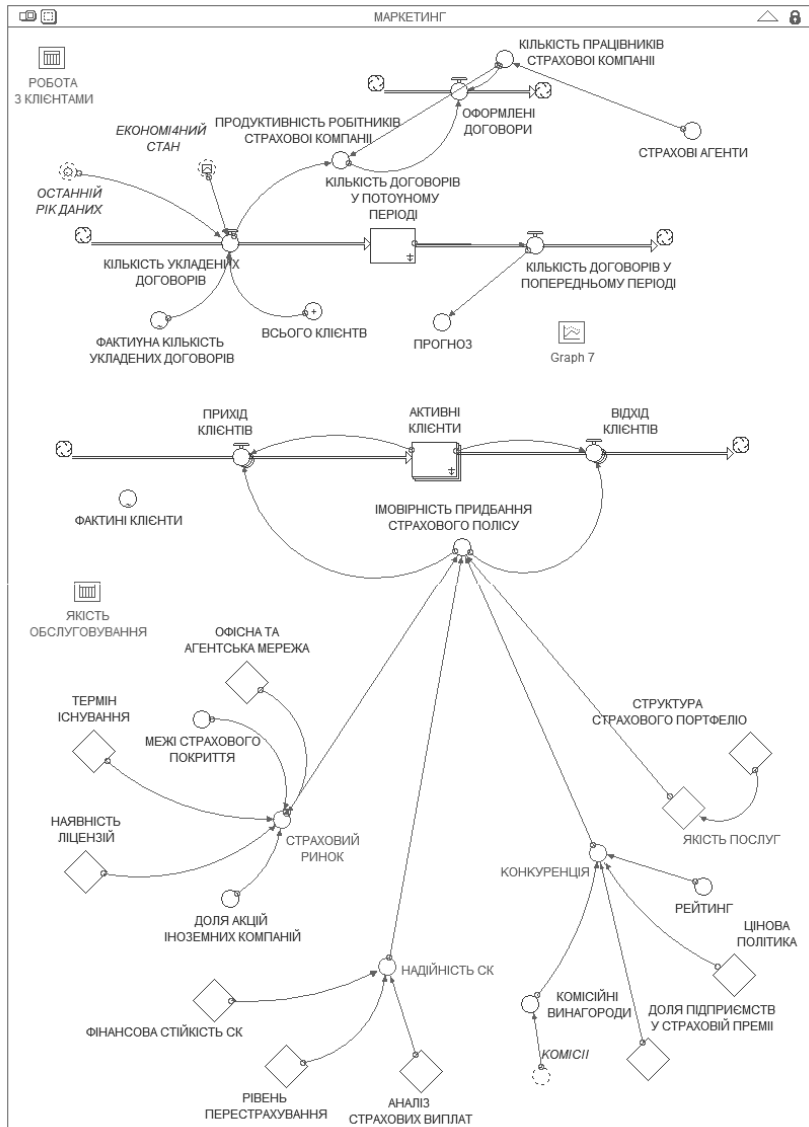


Рис. 5.7. Структура блоку «Маркетинг»

5.2. Особливості імітації операційної діяльності страхової компанії

Оскільки в основі реалізації бізнес-процесів поточної та фінансово-інвестиційної діяльності страхової компанії знаходиться рух фінансових ресурсів, перш за все, зупинимось на формуванні фінансових потоків страховика (рис. 5.8) [20].



Рис. 5.8. Схема руху фінансових ресурсів страхової компанії у процесі операційної діяльності [20]

Як видно з рис. 5.8, у центрі діяльності страхової компанії знаходяться страховальники, оскільки вони є основним джерелом отримання фінансових ресурсів у вигляді страхових платежів (премій) (рис. 5.8, стрілка 1).

На другому етапі починається розподіл і трансформація отриманих коштів. В першу чергу в частині нетто-ставки страхова премія прямує на формування страхових резервів як показано стрілкою 2. За рахунок страхових внесків у частині навантаження йде покриття витрат на ведення справи та управління

(стрілка 3), а сума, що залишилася, складає прибуток від проведення страхових операцій (стрілка 4). Прибуток (після сплати усіх податків) та у разі проведення успішної страхової діяльності переходить до складу капіталу власника, що показують стрілки 5–6.

Для сплати страхових відшкодувань, погашення зобов'язань перед страхувальниками відбувається використання страхових резервів (це відображено на схемі стрілкою 7). Коли коштів нормативних страхових резервів недостатньо, утворюється їх дефіцит. В цьому випадку на здійснення страхової виплати прямують власні засоби страховика – нерозподілений прибуток (стрілка 8).

Стрілками 7–9 показано погашення заборгованостей перед страхувальниками. Страхові резерви накопичуються і в певний момент часу можуть брати участь у фінансовій та інвестиційній діяльності – приносити прибуток страховику (стрілки 10–12). Стрілками 1–9 на схемі відображений основний операційний цикл страхування. Стрілками 10, 11, 12 на схемі зображені потоки фінансових ресурсів у стадії інвестування.

Визначення кінцевого фінансового результату від операційної діяльності (прибутку) страхової компанії за схемою, вказаною на рис. 5.2, здійснюється за розрахунком [20, 22]:

$$\begin{aligned} \text{ПРИБУТОК} &= \text{ПСД} + \text{ПФД} - \text{ВСП} - \text{УВ} - \text{ВНС} - \text{ПП} - \text{ІВ}, \text{ де} \\ \text{ПСД} &= \text{СП} - \text{СП} * \text{П}\% / 100, \\ \text{ПФД} &= (\text{НП} + \text{СК} + \text{СР} * (1 - \text{КВ})) * \text{Д}\% / 100 + \text{ІД}, \\ \text{ДПП} &= \text{КП} + \text{ВП}, \\ \text{ВСП} &= \text{СП} * \text{Р}\% / 100, \\ \text{УВ} &= \text{СП} * \text{У}\% / 100, \\ \text{ВНС} &= \text{СП} * \text{ПС}\% / 100, \\ \text{ПП} &= (\text{ПФД} + \text{ІД}) * \text{В}\% / 100, \\ \text{ІВ} &= \text{СП} * \text{К}\% / 100, \end{aligned} \quad (5.1)$$

де ПСД – прибуток (збиток) від страхової діяльності; СП – страхові платежі за договорами страхування та перестраховування (частки страхових виплат, сплачені перестраховиками, комісійні винагороди за перестраховування); П% – ставка податку на валовий дохід від страхової діяльності; ПФД – прибуток (збиток) від інвестиційної та фінансової діяльності; ІД – інші доходи; НП – нерозподілений прибуток; СК – статутний капітал; СР – страхові резерви; КВ – коефіцієнт виплат із страхових резервів (знаходиться в межах від 0 до 1); Д% – відсоток (дохідність) від розміщення коштів на прибуткових банківських рахунках; ВСП – відрахування у страхові резерви (для виплат страхових сум та страхових відшкодувань за договорами страхування та перестраховування); Р% – відсоток відрахувань у страхові резерви; УВ – управлінські витрати; У% – відсоток витрат на управління; ВНС – витрати на ведення справи (адміністративні витрати, витрати на збут, інші операційні витрати); ПС% – відсоток витрат на процес страхування; ПП – податкові платежі; В% – відсоток податку на прибуток від іншої діяльності; ІВ – інші витрати (виплата комісій агентам та ін.); К% – відсоток страхових комісій.

Зупинимось більш детально на кожній зі складових модельного блоку «Поточна страхова діяльність» (рис. 5.2).

Потік «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ» характеризує величину коштів, одержаних страховиком за договорами страхування та перестраховування. Формування потоку надходження страхових платежів визначається в цілому для компанії, за окремим видами страхування і у розрахунку на один договір.

Формування потоку «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ» здійснюється за допомогою таких складових:

- конвертеру «ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ»;
- конвертеру «СЕРЕДНІ ПРЕМІЇ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ», формування якого здійснюється у підпрограмі «ПРЕМІЇ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ»;
- ендогенного параметру «ЕКОНОМІЧНИЙ СТАН», визначення якого проводиться за результатами маркетингових досліджень.

Конвертер «ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ» характеризує сумарне надходження страхових платежів за усіма видами страхування. Надходження страхових платежів представлене такими видами страхування:

- 1) майнове страхування юридичних та фізичних осіб (конвертер «МАЙНОВЕ СТРАХ»);
- 2) обов'язкове страхування (конвертер «ОБОВ'ЯЗКОВЕ СТРАХ»);
- 3) страхування відповідальності (конвертер «СТРАХ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ»);
- 4) особисте страхування (конвертер «ОСОБИСТЕ СТРАХ»).

Кожен з конвертерів у пунктах 1) – 4) представлений графічною функцією GRIF (time), де time – поточний час в межах процесу моделювання. Тобто на осі X визначається час (весь період моделювання з кроком 1 рік), а на осі Y – надходження страхових платежів за певним видом страхування за крок моделювання.

До 2014 року введені реальні дані по збору страхових платежів за кожен рік по даному виду страхування. На наступні періоди 2012–2016 об'єм страхових платежів визначається прогнозно.

Визначення тренду на задану відстань у майбутнє здійснюється за допомогою функції FORCST, яка обчислює тенденцію на вході, основу на значеннях вхідного конвертеру, величини експоненціальної середньої входу першого порядку і середнього часу. Потім FORCST екстраполює тенденцію на майбутнє [22].

$$\text{Наприклад, СЕРЕДНІ СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ} = \text{FORCST(ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ, 7,5,0.05),} \quad (5.2)$$

що забезпечує прогноз потоку страхових платежів на майбутні п'ять років, на основі поточних даних і тенденціях у продажу ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ за останні сім років. Початковий приріст тенденцій продажу встановлюється рівним 0.05 (5%).

Аналогічно організована підпрограма «ПРЕМІІ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ». У конвертері «ПРЕМІІ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ»

задаються вхідні дані для збору страхових платежів за вхідним перестрахованням, тобто коли страхова компанія сама виступає у якості перестраховика. Вихідним параметром цієї підпрограми є конвертер «СЕРЕДНІ ПРЕМІІ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ», який і використовується для формування основного потоку «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ».

Для функціонально-логічного формування потоку страхових платежів введені дві змінні «ОСТАННІЙ РІК ДАНИХ» і «ЕКОНОМІЧНИЙ СТАН».

Конвертер «ЕКОНОМІЧНИЙ СТАН» представляє собою макроекономічний показник, встановлений за допомогою аналізу статистичних даних розвитку економіки України. Значення цього показника також можливо встановлювати експертами в межах від 0 до 1 (1 – високий рівень розвитку економіки, 0 – низький).

Основна функція потоку «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ» – акумулювати усі страхові премії, що надходять до страхової компанії (рис. 5.2). У моделі він визначається за допомогою функції «IF THEN ELSE». До певного періоду, що задається у конвертері «ОСТАННІЙ РІК ДАНИХ», він дорівнює фактично введеним даним, а на наступні роки визначається прогнозно. Формула визначення цього показника має наступний вигляд:

$$\text{IF TIME} \leq \text{ОСТАННІЙ РІК ДАНИХ THEN ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ} + \text{СЕРЕДНІ ПРЕМІІ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ ELSE (СЕРЕДНІ ПРЕМІІ ВХІДНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ} + \text{СЕРЕДНІ СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ)*ЕКОНОМІЧНИЙ СТАН} \quad (5.3)$$

Моделювання доходів страховика.

Головною особливістю діяльності страхової компанії є те, що страховик повинен ефективно управляти отриманими коштами, тобто доходами, які він отримує як від основної, так і від додаткової діяльності [4].

«Сукупні доходи страхової компанії» імітуються в моделі у динаміці. При цьому вивчається їх склад, структура і фактори збільшення (зменшення).

Змінною, за допомогою якої обліковуються усі доходи страховика, є конвертер «СУКУПНІ ДОХОДИ», формула розрахунку якого наступна:

$$\text{СУКУПНІ ДОХОДИ} = \text{СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ} + \text{ДОХІД ВІД ПЕРЕСТРАХУВАННЯ} + \text{ДОХОДИ ВІД ФІНАНСОВОЇ ТА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ} + \text{ІНШІ ДОХОДИ} \quad (5.4)$$

Складові змінної «СУКУПНІ ДОХОДИ» можна поділити на три групи (рис. 3.2) [10, 13, 45]:

1) доходи від основної, тобто страхової діяльності (всі надходження на користь страховика, пов'язані з проведенням страхування і перестрахування). Реалізується за допомогою потоку «СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ» та підпрограми «ДОХІД ВІД ПЕРЕСТРАХУВАННЯ»;

2) доходи від інвестиційної та фінансової діяльності, тобто пов'язані з інвестуванням і розміщенням тимчасово вільних коштів (як власних, так і коштів страхових резервів). Реалізується за допомогою підпрограми «ІНВЕСТИЦІЙНА ТА ФІНАНСОВА ДІЯЛЬНІСТЬ»;

3) інші доходи, тобто ті, які не належать ні до страхових, ні до інвестиційних доходів, але з часом з'являються у страховика у процесі його звичайної господарської діяльності (підпрограма «ІНШІ ДОХОДИ»).

Підпрограма «ІНВЕСТИЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ» формує доходи від інвестиційної та фінансової діяльності, які пов'язані із розміщенням тимчасово вільних коштів. Вихідною змінною цієї підпрограми, яка входить до складу змінної «СУКУПНІ ДОХОДИ», є змінна «ДОХІД ВІД ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ», розрахунок якої проводиться у секторі «Фінансова діяльність та економічна спроможність» за формулою:

$$\text{ДОХІД ВІД ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ} = (\text{НЕРОЗПОДІЛЕНИЙ ПРИБУТОК} + \text{СТАТУТНИЙ КАПІТАЛ} - \text{СТРАХОВІ РЕЗЕРВИ} * (1 - \text{КОЕФІЦІЄНТ ВИПЛАТ ІЗ РЕЗЕРВІВ})) * \text{ДОХІДНІСТЬ} \% * 100 + \text{ІНШІ ДОХОДИ} \quad (5.5)$$

де ДОХІДНІСТЬ % – банківський відсоток від розміщення коштів на прибуткових банківських рахунках. У моделі задається за допомогою функції RANDOM(15,20);

КОЕФІЦІЄНТ ВИПЛАТ ІЗ РЕЗЕРВІВ – змінна, яка показує, наскільки будуть задіяні резерви при сплаті страхових відшкодувань. Знаходиться в межах від 0 до 1. Тому (1-КОЕФІЦІЄНТ ВИПЛАТ ІЗ РЕЗЕРВІВ) – частина тимчасово вільних страхових резервів у даному періоді, які можуть брати участь у фінансово-інвестиційній діяльності.

Ця стаття доходів є досить важливою для страховика, особливо при переході до нового податкового кодексу, тому що може забезпечувати стабільний додатковий дохід.

Третя група доходів страховика – інші операційні доходи від звичайної діяльності та надзвичайних подій, які формуються у підпрограмі «ІНШІ ДОХОДИ». Вихідною змінною цієї підпрограми, яка входить до складу змінної «СУКУПНІ ДОХОДИ», є змінна «ІНШІ ДОХОДИ». Іншими доходами страховика є, наприклад, доходи від здавання майна в оренду (оперативний або фінансовий лізинг); доходи у вигляді позитивного результату перерахунку іноземної валюти порівняно з її балансовою вартістю на кінець звітного періоду; доходи у вигляді безповоротної фінансової допомоги та безоплатно наданих товарів (послуг) та ін.

Моделювання витрат страховика.

Витрати страхової компанії, так само, як і доходи, пов'язані із двоїтим характером її діяльності. Виділимо такі групи витрат [11, 20]:

I. На проведення страхових операцій (саме вони формують собівартість страхової послуги).

II. Витрати на проведення інших операцій (витрати, що супроводжують одержання доходів від інвестиційної та фінансової діяльності, а також інших його доходів від звичайної діяльності та надзвичайних операцій).

Розглянемо більш детально кожен із видів витрат.

I. Понад 90 % загальної суми витрат страхової компанії припадає, безперечно, на «страхові» витрати. Ці витрати дуже неоднорідні. Усю їх сукупність можна за економічним змістом поділити на три великі групи:

- 1) виплати страхових сум та страхових відшкодувань та відрахування у централізовані страхові резерви за договорами страхування й перестраховування;
- 2) витрати на обслуговування процесу страхування і перестраховування;
- 3) витрати на утримання страхової компанії.

Усі витрати страхової компанії формуються у потоці «СУКУПНІ ВИТРАТИ», формула розрахунку якого має вигляд:

$$\begin{aligned} \text{СУКУПНІ ВИТРАТИ} = & \text{ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ} + \text{СУМА ВИТРАТ НА ПРОЦЕС} \\ & \text{СТРАХУВАННЯ} + \text{СУМА НА УПРАВЛІННЯ} + \text{СУМИ НА ПЕРЕСТРАХУВАННЯ} \\ & + \text{СУМА КОМІСІЙ} + \text{СУМА ІНШИХ ВИТРАТ} + \\ & \text{СУМА ПОДАТКУ НА ПРИБУТОК} \end{aligned} \quad (5.6)$$

Розглянемо моделювання кожної із груп витрат окремо.

До першої групи належить найвагоміша стаття витрат страховика – виплати страхових відшкодувань. Прийняття рішень про виплати проводиться у блоці «Врегулювання страхових випадків» за рахунок страхових резервів, додаткового капіталу (нерозподіленого прибутку), і, якщо необхідно, статутного фонду. Виплати страхових відшкодувань і страхових сум – це ті витрати, які, відповідно до структури тарифної ставки, забезпечуються страховими нетто-преміями.

У моделі реальні відрахування, які забезпечують проведення цих витрат, проводяться у підпрограмі «СУМИ ДЛЯ РЕЗЕРВУ» (приймаються рішення щодо відрахування сум у страхові резерви). Вихідна змінна «ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ» цієї підпрограми, що входить до складу потоку «СУКУПНІ ВИТРАТИ» розраховується за алгоритмом:

$$\text{ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ} = \text{СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ} * \text{РЕЗЕРВ} \% / 100, \quad (5.7)$$

де РЕЗЕРВ % – стохастична величина, яка з огляду тарифної ставки знаходиться в межах від 60 % до 80 % і в моделі визначається за допомогою функції RANDOM(60,80).

Дві останні групи витрат можна об'єднати поняттям «витрати на ведення справи».

Друга група витрат враховує той факт, що страховими внесками треба покривати не тільки страхові суми і відшкодування, а й витрати на утримання страховика (витрати на обслуговування процесу страхування і перестраховування). Моделювання витрат на ведення справи або проведення процесу страхування забезпечується підпрограмою «ВИТРАТИ НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ» у вихідній змінній «СУМА НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ».

При цьому норматив витрат на ведення страхової справи не повинен перевищувати:

- з обов'язкового державного страхування – 6 % розміру тарифу;
- з обов'язкового особистого страхування – 15 % розміру тарифу;
- з обов'язкового страхування майна та відповідальності – 20 % розміру тарифу.

Ці обмеження покликані стримати зростання цін на страхові послуги хоча б у сфері обов'язкового страхування.

У моделі відсоток витрат на процес страхування («НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ %») імітується у межах від 6 % до 20 %. Підрахунок витрат на проведення процесу страхування – «СУМА НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ» – проводиться із загальної суми отриманих страхових платежів і дорівнює:

$$\begin{aligned} \text{СУМА НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ} = & \text{СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ} * \text{НА} \\ & \text{ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ} \% / 100, \end{aligned} \quad (5.8)$$

де «НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ %» – відсоток, що знаходиться в межах від 6 % до 20 % і задається за допомогою функції RANDOM(6,20).

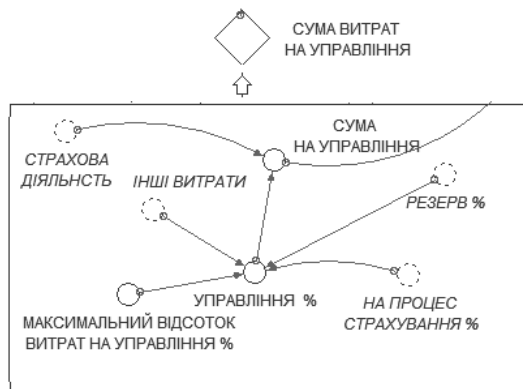
Витрати на утримання страхової компанії або витрати на управління.

Це такі самі адміністративно-управлінські витрати, які має будь-який господарюючий суб'єкт. Вони включають заробітну плату персоналу компанії (основну і додаткову) з нарахуваннями, плату за оренду приміщення, оплату комунальних послуг, послуг зв'язку; витрати на придбання канцелярських і господарських товарів, рекламу, відрядження, утримання й обслуговування автотранспорту, амортизаційні відрахування та інші витрати, які, згідно з чинним законодавством, відносять до складу операційних витрат страховика.

Моделювання суми витрат на управління здійснюється у підпрограмі «СУМА ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ» в конвертері «СУМА НА УПРАВЛІННЯ» за формулою:

$$\text{СУМА НА УПРАВЛІННЯ} = \text{СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ} * \text{УПРАВЛІННЯ \%} / 100 \quad (5.9)$$

Змінна «СУМА НА УПРАВЛІННЯ» є вихідною змінною підпрограми «СУМА ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ» і вхідною змінною потоку «СУКУПНІ ВИТРАТИ» (рис. 5.9).



- ◇ СУМА ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ
- МАКСИМАЛЬНИЙ ВІДСОТОК ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ % = 10
- СУМА НА УПРАВЛІННЯ = СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ * УПРАВЛІННЯ % / 100
- УПРАВЛІННЯ % = IF 100 - (НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ % + РЕЗЕРВ % + ІНШІ ВИТРАТИ %) > МАКСИМАЛЬНИЙ ВІДСОТОК ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ % THEN МАКСИМАЛЬНИЙ ВІДСОТОК ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ % ELSE 100 - (НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ % + РЕЗЕРВ % + ІНШІ ВИТРАТИ %)

Рис. 5.9. Підпрограма «Сума витрат на управління»

Відсоток вказаних витрат на управління (у моделі «УПРАВЛІННЯ %») розраховується за формулою:

$$\text{УПРАВЛІННЯ \%} = \text{IF } 100 - (\text{НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ \%} + \text{РЕЗЕРВ \%} + \text{ІНШІ ВИТРАТИ \%}) > \text{МАКСИМАЛЬНИЙ ВІДСОТОК ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ \%} \quad (5.10)$$

$$\text{THEN МАКСИМАЛЬНИЙ ВІДСОТОК ВИТРАТ НА УПРАВЛІННЯ \% ELSE } 100 - (\text{НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ \%} + \text{РЕЗЕРВ \%} + \text{ІНШІ ВИТРАТИ \%})$$

З огляду на структуру тарифної ставки зауважимо, що витрати на обслуговування процесу страхування і перестраховування та витрати на утримання страхової компанії, тобто всі витрати на ведення справи, звичайно становлять 20-25 % страхового тарифу, тоді як на виплати страхових сум і страхового відшкодування припадає від 60 до 80 %.

Інші витрати. Здебільшого такі витрати складаються з оплати послуг фінансово-кредитних установ, які діють на ринку цінних паперів. Порівняно з доходами від інвестиційних операцій, ці витрати виглядають досить незначними, проте вони існують. У моделі такі витрати моделюються у підпрограмі «ІНШІ ВИТРАТИ» в змінній «СУМА ІНШИХ ВИТРАТ» і умовно складають деякий відсоток від прибутку страхової компанії.

До групи інших витрат також відносять оплати стороннім установам, організаціям, підприємствам або фізичним особам за надані послуги, пов'язані з основною діяльністю страховика, у тому числі: виплату комісійних винагород брокерам і агентам за укладання та обслуговування договорів страхування. Сума комісійних винагород моделюється у підпрограмі «СТРАХОВІ КОМІСІЇ» у вихідній змінній-конвертері «СУМА КОМІСІЙ», який входить до складу основного потоку витрат «СУКУПНІ ВИТРАТИ».

У страховому бізнесі вони складають у середньому приблизно від 10-35 % від вартості страхового поліса або сплаченої клієнтом страхової премії. Наприклад, при продажу страхового поліса «Зелена картка» страхові агенти отримують близько 45-50 % комісії, а при «КАСКО» – приблизно 20 %. При продажу інших видів страхування комісії можуть складати свій відсоток, але, як показує практика страхування, не більший 10 % [13, 41]. Сума сплачених страхових комісій «СУМА КОМІСІЙ» у моделі обчислюється таким чином:

$$\text{СУМА КОМІСІЙ} = \text{СТРАХОВА ДІЯЛЬНІСТЬ} * \text{КОМІСІЙ \%} / 100, \quad (5.11)$$

де КОМІСІІ% – відсоток нарахованих комісійних винагород, який у моделі дорівнює RANDOM(10,30).

З 2011 року страхові компанії будуть оподатковуватись за Новим податковим кодексом, згідно з яким ставки податку будуть змінними та нараховуватимуться на прибуток [47]. Структура підпрограми моделювання податку за Новим кодексом «ПОДАТОК ПО НОВОМУ КОДЕКСУ» наведена на рис. 5.10.

Сума податку за наведеною схемою моделюється у змінній-конвертері «СУМА ПОДАТКУ ПО НОВОМУ КОДЕКСУ» за формулою:

$$\text{СУМА ПОДАТКУ ПО НОВОМУ КОДЕКСУ} = \text{ПРИБУТОК} * \text{СТАВКА ПОДАТКУ ПО НОВОМУ КОДЕКСУ} \%100, \quad (5.12)$$

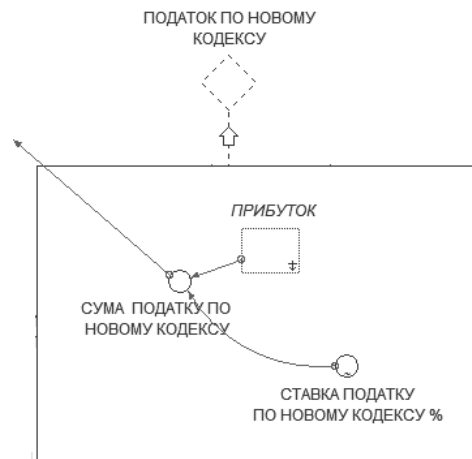


Рис. 5.10. Підпрограма нарахування податку «ПОДАТОК ПО НОВОМУ КОДЕКСУ»

де СТАВКА ПОДАТКУ ПО НОВОМУ КОДЕКСУ % задається графічною функцією GRIF (time) із значеннями згідно з податковим кодексом (рис. 5.11).

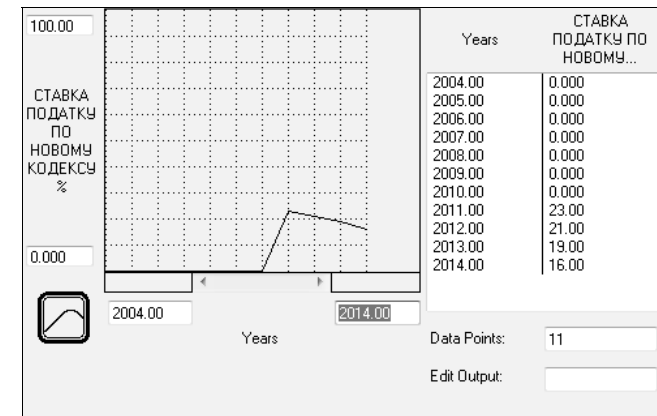


Рис. 5.11. Моделювання ставки податку за новим податковим кодексом

Формування прибутку страховика.

«Фактичний прибуток» являє собою різницю доходів за звітний період і понесених витрат страховика [20, 22]. Крім цього, на його величину впливають результати інвестиційної діяльності страховика. Моделюється фактичний прибуток у підпрограмі «ФАКТИЧНИЙ ПРИБУТОК» – рис. 5.12. Алгоритм розрахунку фактичного прибутку: ВСІ ДОХОДИ – ВСІ ВИТРАТИ.

Чистий прибуток (потік «ЧИСТИЙ ПРИБУТОК», рис. 5.2 звірити нумерацію) характеризує фінансовий результат діяльності страхової компанії за вирахуванням податків і обов’язкових платежів у державний бюджет.

Потік «НАДХОДЖЕННЯ ПРИБУТКУ» (рис. 3.2) дорівнює усім доходам страхової компанії у поточному періоді. Потік «ВИТРАТИ» дорівнює усім витратам страхової компанії у поточному періоді моделювання. Резервуар «ПРИБУТОК» складає різницю потоку «НАДХОДЖЕННЯ ПРИБУТКУ» і «СУКУПНІ ВИТРАТИ».

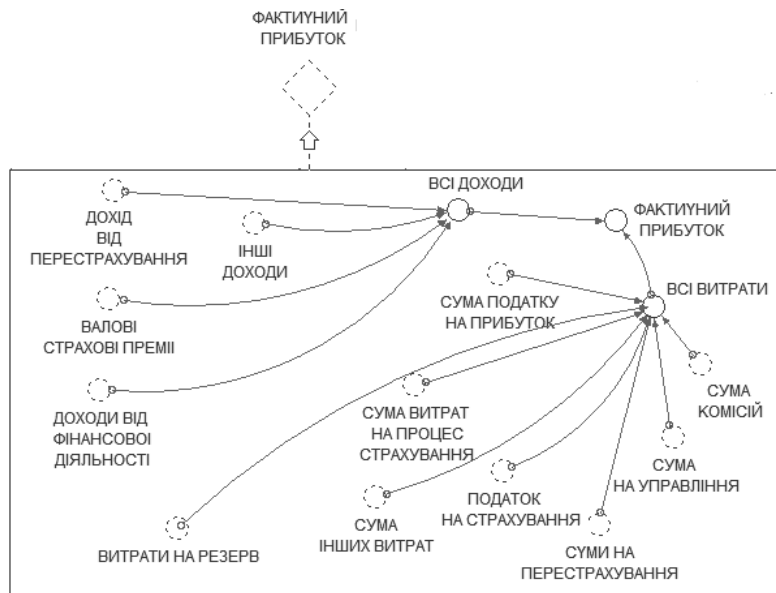


Рис. 5.12. Структура підпрограми формування прибутку страховика

Потік «ЧИСТИЙ ПРИБУТОК» (рис. 5.2) дорівнює сумі чистого прибутку у поточному періоді і являється початковим значенням для визначення нерозподіленого прибутку, тому у всьому об'ємі переводиться у резервуар «НЕРОЗПОДІЛЕНИЙ ПРИБУТОК».

Нерозподілений прибуток (фонд «НЕРОЗПОДІЛЕНИЙ ПРИБУТОК», рис. 5.2) – це сума прибутку, яка може бути реінвестована у підприємство. За умови неефективної господарської діяльності підприємства та здійснення значних вилучень прибутку власниками підприємство може мати непокриті збитки, що зменшують розмір власного капіталу. Сума нерозподіленого прибутку поточного року розраховується як сума нерозподіленого прибутку за попередній рік (резервуар «НЕРОЗПОДІЛЕНИЙ ПРИБУТОК») і сума чистого прибутку за поточний рік (потік «ЧИСТИЙ ПРИБУТОК», який дорівнює чистому

прибутку за поточний період). Від цієї суми вираховуються суми нарахованих дивідендів за поточний рік і суми внесків на поповнення резервного капіталу або на поповнення статутного капіталу та на інше використання прибутку (потік «ВИТРАТИ НЕРОЗПОДІЛЕНИЙ ПРИБУТОК»). Нерозподілений прибуток може бути переведений до резервного або додаткового капіталу, для використання у врегулюванні страхових випадків.

Аналіз фінансових результатів на базі операційної діяльності необхідний для об'єктивної оцінки динаміки прибутку і чинників його формування (доходів та витрат), а також виявлення невикористаних в звітному періоді можливостей його динамічного отримання в рамках проведення страхової діяльності. На базі даного блоку можна встановити пріоритетні особливості функціонування страхової компанії.

5.3. Моделювання головних аспектів маркетингової діяльності страхової компанії

Маркетинг страховика включає такі основні елементи:

- вивчення потенційних страхувальників, аналіз форм і каналів просування страхових послуг від страховика до потенційного клієнта, дослідження продукту (виду страхових послуг);
- надійність страхової компанії (аналіз діяльності страхової компанії);
- вивчення конкурентів, визначення форм і рівня конкуренції;
- аналіз ринку страхової компанії (визначення найбільш ефективних способів просування страхових послуг від страховика до потенційного клієнта, дослідження рекламної діяльності).

З урахуванням викладених елементів маркетингу розроблена загальна стратегія маркетингу страхової компанії, яка здійснюється в межах модельного блоку «Маркетинг» (рис. 5.13) [19].

Центральною фігурою, з точки зору маркетингу є страхувальник (потенційний клієнт страхової компанії), інтересами і потребами якого в страховому захисті визначається діяльність страховика і його служби маркетингу [22].

Перетворення потенційного клієнта на реального, на нашу думку, створюється за такою схемою:

$$\text{Реальні клієнти} = \left(\begin{matrix} \text{Потенційні} \\ \text{клієнти} \end{matrix} \right) \cdot \left(\begin{matrix} \text{Імовірність придбання} \\ \text{страхового полісу} \end{matrix} \right), \quad (5.13)$$

де «імовірність придбання страхового поліса» – це комплексний показник, який включає основні елементи маркетингової діяльності страховика (надійність страхової компанії, якість послуг, конкуренція, страховий ринок). Загальне значення цього показника знаходиться в межах від 0 до 1.

Схема формування цього показника розроблена у вигляді структури (рис. 5.14).

Одним з основних засобів математичного моделювання структури на сьогодні є апарат теорії графів [55]. Для моделювання ієрархічної структури застосовується підклас графів – дерево. Для кожного з представлених елементів показника «імовірність придбання страхового поліса» (рис. 5.14) розроблені методи кількісного вимірювання.

Зупинимось більш докладно на алгоритмах визначення складових показника «імовірність придбання страхового поліса».

Надійність страхової компанії (НСК).

Розраховується за наступними трьома показниками:

1. Фінансова стійкість.
2. Аналіз страхових виплат.
3. Рівень перестраховування.

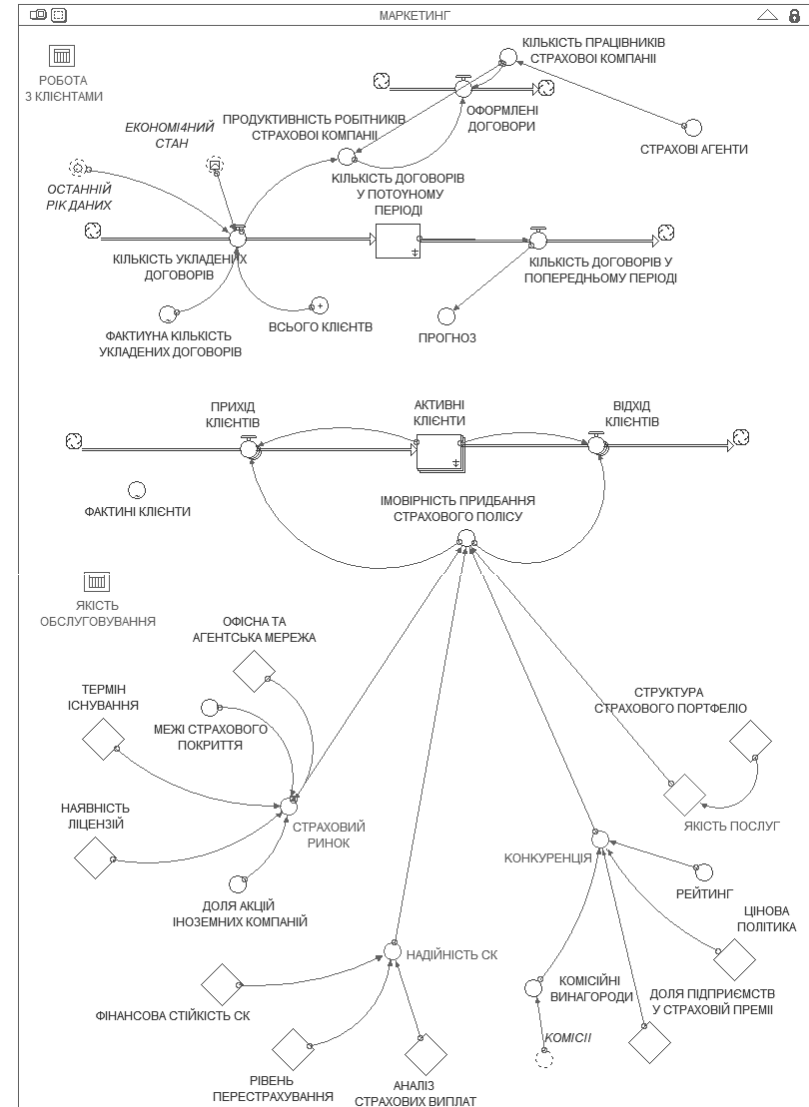


Рис. 5.13. Структура блоку «Маркетинг»
(рівень поточкових діаграм)

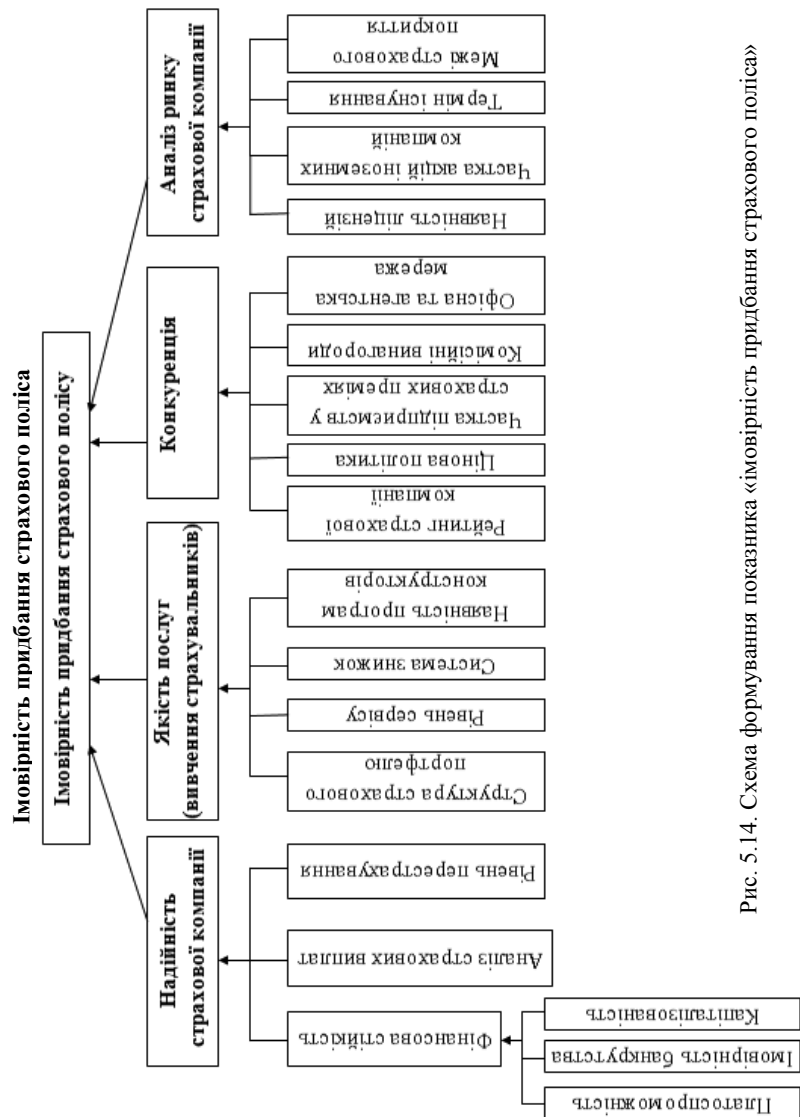


Рис. 5.14. Схема формування показника «імовірність придбання страхового поліса»

Фінансова стійкість (ФС) – це комплексний показник, який має три складові: платоспроможність, імовірність банкрутства, капіталізованість [4, 15].

Платоспроможність (CAR). У закордонній страховій практиці для характеристики платоспроможності страховика використовується показник рівня достатності покриття власними коштами (Capital Adequacy Ratio або CAR), який розраховується таким чином [15, 21]:

$$CAR = \frac{F - N}{N}, \quad (5.14)$$

де F – фактичний рівень платоспроможності;

N – нормативний рівень платоспроможності.

Показник CAR в моделі знаходиться в межах від 0 до 1.

Імовірність банкрутства (ІБ). Для визначення імовірності банкрутства страхової компанії використовуються моделі ризикового аналізу в фінансах і страхуванні (наприклад, модель Крамера-Лундберга) [48]. Цей показник знаходиться в межах від 0 до 1 (0 – далеко від банкрутства, 1 – банкрутство). Тому ІБ – розрахована імовірність банкрутства.

Капіталізованість страхової компанії (КСК). Якщо компанія не дотримується вимог закону України «Про страхування» [5, 6, 7] стосовно створення статутного фонду, то К присвоюємо 0; якщо має статутний фонд, що чітко відповідає законодавству, то К дорівнює 0.1; якщо статутний фонд на 10-20 % більше норми – 0.2; якщо на 21-50 % більше – 0.4; якщо на 51-70 % більше – 0.5, якщо на 71 % і більше – 1.

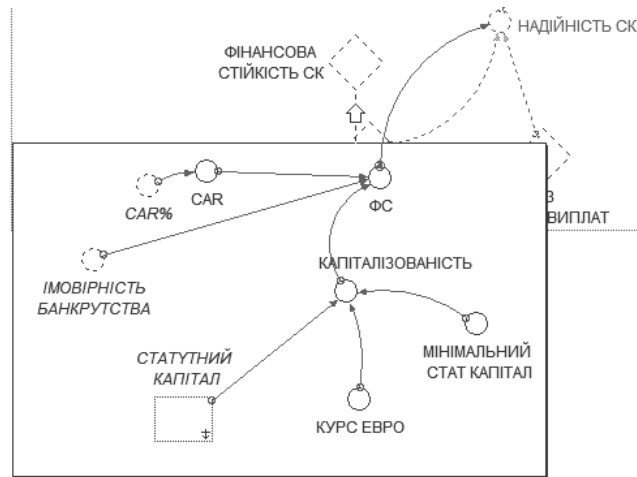
Отже, фінансова стійкість (ФС) страхової компанії буде оцінюватись за алгоритмом:

$$ФС = CAR \cdot \delta_{121} + ІБ \cdot \delta_{122} + КСК \cdot \delta_{123}, \quad (5.15)$$

де коефіцієнти відносної важливості $\delta_{121} \cdot \delta_{122} \cdot \delta_{123}$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{121} + \delta_{122} + \delta_{123} = 1$.

Розрахунок показників блоку «Маркетинг» проводиться за допомогою спеціально розроблених підпрограм засобами Ithink. Як приклад, наведемо

підпрограму «ФІНАНСОВА СТІЙКІСТЬ СК» для розрахунку фінансової стійкості (рис. 5.15).



- ◇ ФІНАНСОВА СТІЙКІСТЬ СК
- CAR = IF CAR%>0 THEN (IF CAR%>0.76 THEN 1 ELSE CAR%/100) ELSE 0
- КАПІТАЛІЗОВАНІСТЬ = IF (СТАТУТНИЙ_КАПІТАЛ/КУРС_ЕВРО)>МІНІМАЛЬНИЙ_СТАТ_КАПІТАЛ THEN (IF СТАТУТНИЙ_КАПІТАЛ/КУРС_ЕВРО<=МІНІМАЛЬНИЙ_СТАТ_КАПІТАЛ*1.2 THEN 0.2 ELSE (IF (СТАТУТНИЙ_КАПІТАЛ/КУРС_ЕВРО)<=МІНІМАЛЬНИЙ_СТАТ_КАПІТАЛ*1.5 THEN 0.4 ELSE (IF (СТАТУТНИЙ_КАПІТАЛ/КУРС_ЕВРО)<=МІНІМАЛЬНИЙ_СТАТ_КАПІТАЛ*1.7 THEN 0.5 ELSE 1))) ELSE 0
- КУРС_ЕВРО = 11.5
- МІНІМАЛЬНИЙ_СТАТ_КАПІТАЛ = 2000
- ФС = (КАПІТАЛІЗОВАНІСТЬ+CAR+(1-ІМОВІРНІСТЬ_БАНКРУТСТВА))/3

Рис. 5.15. Моделювання показнику «Фінансова стійкість (ФС)»

Аналіз страхових виплат (АСВ). Якщо існує в компанії заборгованість по страховим виплатам, то АСВ дорівнює 0; якщо ні – 1.

Рівень перестраховання (РП). Перестраховання – це необхідна умова забезпечення фінансової стійкості й нормальної діяльності страховика незалежно від розмірів його капіталу та страхових резервів. Рівень перестраховання (участь перестраховиків у страховій премії) визначається як

відношення обсягу страхових премій за ризиками, що передаються у перестраховання, до загального обсягу страхових премій:

$$РП = \frac{\text{суми віддані на перестраховання}}{\text{загальний обсяг страхових премій}} \quad (5.16)$$

Отже, надійність страхової компанії (НСК) дорівнює :

$$НСК = \Phi C \cdot \delta_{11} + АСВ \cdot \delta_{12} + РП \cdot \delta_{13}, \quad (5.17)$$

де коефіцієнти відносної важливості $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{13} = 1$.

Якість послуг (вивчення страхувальників) – ЯП. В рамках цього аналізу визначається структура споживчих переваг, тобто смаки і звички потенційних клієнтів [11, 16].

У моделі для оцінки якості послуг проводиться розрахунок таких показників:

1. Структура страхового портфеля.
2. Рівень сервісу.
3. Система знижок.
4. Наявність програм конструкторів.

Структура страхового портфеля (ССП).

Важливим фактором впливу на результати діяльності страховика є якість його страхового портфеля (величина, стійкість, структура) та його тарифна політика [3]. У моделі оцінка страхового портфеля проводиться за розрахунком показника ССП, який визначається сумою двох складових: 1) якщо у структурі страхового портфеля страхування відповідальності та обов'язкові види страхування (у тому числі автотранспорту) складають більше ніж 50 %, то – 0,5; якщо менше, то вказати конкретний відсоток у страховому портфелі; 2) якщо страхування майна та необов'язкові види страхування, особисте страхування у структурі страхового портфеля більше або дорівнює 40 % – 0,5, а якщо менше, то вказати конкретний відсоток.

Рівень сервісу (РС).

Наявність цілодобового інформаційного центру (ЦІЦ), який передбачає психологічну підтримку клієнта – це наявність необхідного атрибуту для будь-якої страхової компанії оцінюється в 1 бал, відсутність – 0 [24].

Супроводження клієнта (СК) при настанні страхового випадку передбачає середнє арифметичне таких двох складових: 1) надання допомоги юриста у суді відіграє важливу роль як для клієнта, так і для самої компанії, яка може напряму відстоювати свої матеріальні інтереси, якщо таке супроводження здійснюється – 1, якщо відсутнє – 0; 2) підготовку документів для оформлення страхової справи. Цей етап займає великий проміжок часу за умови, якщо клієнт робить це сам. Якщо ж компанія зі своїми налагодженими зв'язками береться до справи, весь процес відбувається значно швидше. Якщо таке супроводження здійснюється – 1, якщо відсутнє – 0.

Отже, рівень сервісу (РС) дорівнює:

$$PC = ЦІЦ \cdot \delta_{221} + СК \cdot \delta_{222}, \quad (5.18)$$

де коефіцієнти відносної важливості δ_{221} та δ_{222} оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{221} + \delta_{222} = 1$.

Система знижок (СЗ).

Якщо присутня гнучка система знижок, то СЗ присвоюється значення 1, якщо ні – 0.

Наявність програм конструкторів (НПК).

Якщо є можливість для клієнта обирати ризики за кожною програмою окремо, а не платити за програму з визначеними для всіх однаковими ризиками, то НПК дорівнює 1, а якщо ні – 0. Така можливість робить продукт більш дешевим та гнучким.

Отже, якість послуг страхової компанії (ЯП) дорівнює:

$$ЯП = ССП \cdot \delta_{21} + РС \cdot \delta_{22} + СК \cdot \delta_{23} + НПК \cdot \delta_{24}, \quad (5.19)$$

де коефіцієнти відносної важливості $\delta_{21} \cdot \delta_{22} \cdot \delta_{23} \cdot \delta_{24}$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{21} + \delta_{22} + \delta_{23} + \delta_{24} = 1$.

Для прикладу наведемо підпрограму для моделювання розрахунку якості послуг «ЯКІСТЬ ПОСЛУГ» (рис. 5.16).

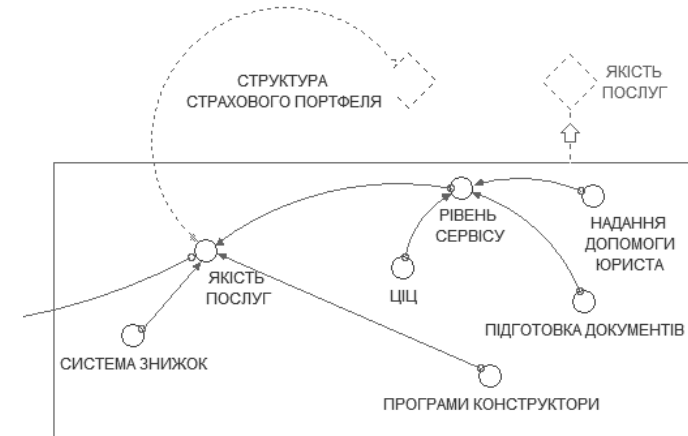


Рис. 5.16. Моделювання показника «ЯКІСТЬ ПОСЛУГ»

Конкуренція (вивчення конкурентів, визначення форм і рівня конкуренції) – К [26, 77].

Перший етап аналізу конкуренції на страховому ринку – оцінка ступеня його схильності до процесів конкуренції. Згідно з цим враховуються наступні основні чинники її інтенсивності: чисельність і порівняна ємкість конкуруючих страхових компаній; зміна об'єму попиту на страхові послуги і його структурна і вартісна динаміка; відмінності в стратегії страховиків-конкурентів; та ін.

У моделі оцінка конкурентів складається з таких етапів [13]:

1. Рейтинги страхової компанії.
2. Цінова політика.
3. Частка підприємств, що співпрацюють із страховою компанією.

4. Комісійні винагороди.

5. Офісна та агентська мережа.

Рейтинг страхової компанії (РСК).

Для розрахунку параметру РСК візьмемо висновки відомих рейтингових агентств Fitch, Moody's, Standard&Poog's і та ін. Якщо компанія має рейтинг одного з цих агентств, то за показниками рейтингу присвоюємо такі значення – табл. 5.1 [13, 22].

Якщо компанія не має загально визнаного рейтингу, то РСК дорівнює 0.

Таблиця 5.1

Рейтингова шкала стійкості страхових компаній [22]

Рейтингова категорія	Значення	РСК
AAA (або A++)	Високий рівень надійності з позитивними перспективами	1
AA (або A++)	Високий рівень надійності із стабільними перспективами	0.9
A	Високий рівень надійності	0.8
BBB (або B++)	Прийнятний рівень надійності з позитивними перспективами	0.7
BB (або B+)	Прийнятний рівень надійності із стабільними перспективами	0.6
B	Прийнятний рівень надійності	0.5
CCC (або C++)	Низький рівень надійності з позитивними перспективами	0.4
CC (або C+)	Низький рівень надійності із стабільними перспективами	0.3
C	Низький рівень надійності	0.2
D	Незадовільний рівень надійності	0.1

Цінова політика (ЦП).

Цей показник входить до блоку вартості продукту, тому розглядаємо його з позиції розміру тарифів [3]. Рекомендується обирати вид страхування, який займає найбільший відсоток у страховому портфелі.

Показник ЦП обчислюємо за формулою:

$$\text{ЦП} = \frac{m - n}{m - n_1} \quad (5.20)$$

де, m – середньоринковий тариф;

n – тариф конкретної страхової компанії;

n_1 – мінімальний тариф на ринку страхових послуг України.

Доля підприємств у страховій премії (ДП) [168].

$$\text{ДП} = \frac{\text{сума страхових премій, що надійшли від юридичних осіб}}{\text{загальна сума отриманих страхових премій}} \quad (5.21)$$

Комісійні винагороди (КВ).

Показник КВ розраховується у відсотковому відношенні до заробленої страхової премії. Винагорода може становити 10 % – 0.1, 20 % – 0.2, 30 % – 0.3 тощо [37].

Офісна та агентська мережа (ОАМ).

$$\text{ОАМ} = \frac{\text{кількість міст де розташовані офіси компанії}}{\text{загальна кількість міст в Україні}} \quad (5.22)$$

Для обчислення показників використовуються підпрограми. Як приклад наведемо підпрограму «ЦІНОВА ПОЛІТИКА» для обчислення показника «Цінова політика» (рис. 5.17).

Отже, рівень конкуренції страхової компанії (К) визначається як:

$$K = \text{РСК} \cdot \delta_{31} + \text{ЦП} \cdot \delta_{32} + \text{ДП} \cdot \delta_{33} + \text{КВ} \cdot \delta_{34} + \text{ОАМ} \cdot \delta_{35} \quad (5.23)$$

де коефіцієнти відносної важливості $\delta_{31}, \delta_{32}, \delta_{33}, \delta_{34}, \delta_{35}$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{31} + \delta_{32} + \delta_{33} + \delta_{34} + \delta_{35} = 1$.

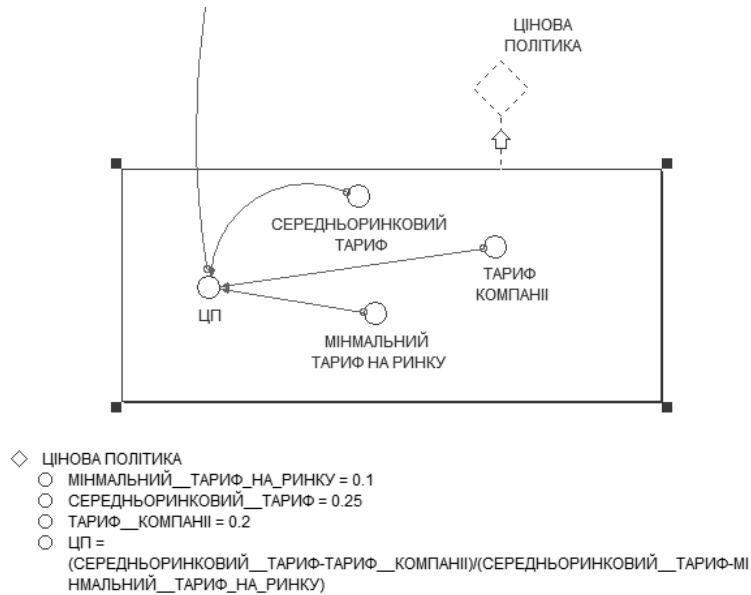


Рис. 5.17. Моделювання показника «Цінова політика»

Аналіз ринку страхової компанії (АРСК). Страховий ринок – фізична і юридична можливість придбання страхової послуги конкретним страхувальником. Визначенню цього показника передують: глибоке вивчення кон’юнктури страхового ринку; сегментація страхового ринку (виділення секторів особистого і майнового страхування) та ін. [4, 44].

У моделі визначення цього показника складається з таких етапів:

1. Наявність ліцензій.
2. Частка акцій іноземних компаній.
3. Термін існування страхової компанії.
4. Межі страхового покриття.

Наявність ліцензій (НЛ).

Показник НЛ розраховується за формулою [41]:

$$НЛ = \frac{\text{кількість виданих страховій компанії ліцензій}}{\text{загальна сума ліцензованих видів страхування в Україні}}. \quad (5.24)$$

Частка акцій іноземних компаній (ЧАІК).

На сьогодні страхові компанії з іноземним капіталом користуються більшим попитом у споживачів. Фінансові показники та корпоративна культура в цих компаніях також вища за аналогічні у вітчизняних [32, 33, 45]. Показник ЧАІК розраховується за такою схемою: якщо компанія не має іноземних інвестицій – 0; якщо частка іноземних інвестицій менше ніж 50 % – 0.5; якщо 50 % і більше, то вказати конкретний відсоток.

Термін існування страхової компанії (ТСК) [44].

Термін існування страхової компанії (ТСК) розраховується за формулою:

$$ТСК = \frac{\text{термін існування даної компанії}}{\text{максимальний термін існування страхових компаній в Україні}}. \quad (5.25)$$

Максимальний термін існування страхових компаній в Україні у 2011 році – 20 років.

Межі страхового покриття (МСП) [13, 44].

Якщо межі страхового покриття включають Європу, то МСП дорівнює 1, якщо ні – 0.

Отже, оцінка страхового ринку (СР) даної страхової компанії дорівнює:

$$АРСК = НЛ \cdot \delta_{41} + ЧАІК \cdot \delta_{42} + ТСК \cdot \delta_{43} + МСП \cdot \delta_{44}, \quad (5.26)$$

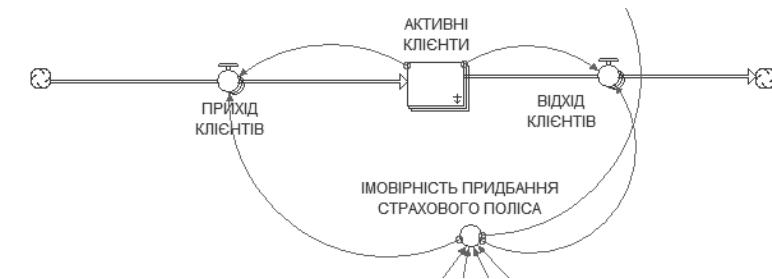
де коефіцієнти відносної важливості $\delta_{41}, \delta_{42}, \delta_{43}, \delta_{44}$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_{41} + \delta_{42} + \delta_{43} + \delta_{44} = 1$.

Комплексний показник «імовірність придбання страхового поліса» розраховується із показників НСК (надійність страхової компанії), ЯП (якість послуг), К (конкуренція) та АРСК (аналіз ринку страхової компанії) та коефіцієнтів відносної важливості:

$$\text{імовірність придбання страхового поліса} = НСК \cdot \delta_1 + ЯП \cdot \delta_2 + К \cdot \delta_3 + АРСК \cdot \delta_4, \quad (5.27)$$

де коефіцієнти відносної важливості $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ оцінюються експертним шляхом так, щоб виконувалась умова $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 1$. [22].

Показник «імовірність придбання страхового поліса» впливає на кількість (прихід) реальних (активних) клієнтів страхової компанії. У моделі у якості реальних клієнтів страхової компанії виступає резервуар-масив АКТИВНІ КЛІЄНТИ, вхідним потоком (потік ПРИХІД КЛІЄНТІВ) якого являються потенційні клієнти страхової компанії (алгоритм розрахунку – АКТИВНІ КЛІЄНТИ * ІМОВІРНІСТЬ ПРИДБАННЯ СТРАХОВОГО ПОЛІСА). Вихідний потік ВІДХІД КЛІЄНТІВ відображає кількість потенціальних клієнтів, що не придбали страхового поліса (рис. 5.18).



- АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[NORTH](t) = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[NORTH](t - dt) + (ПРИХІД_КЛІЄНТІВ[NORTH] - ВІДХІД_КЛІЄНТІВ[NORTH]) * dt
INIT АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[NORTH] = 80100
 - АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[SOUTH](t) = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[SOUTH](t - dt) + (ПРИХІД_КЛІЄНТІВ[SOUTH] - ВІДХІД_КЛІЄНТІВ[SOUTH]) * dt
INIT АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[SOUTH] = 60000
 - АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[WEST](t) = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[WEST](t - dt) + (ПРИХІД_КЛІЄНТІВ[WEST] - ВІДХІД_КЛІЄНТІВ[WEST]) * dt
INIT АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[WEST] = 50000
 - АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[EAST](t) = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[EAST](t - dt) + (ПРИХІД_КЛІЄНТІВ[EAST] - ВІДХІД_КЛІЄНТІВ[EAST]) * dt
INIT АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[EAST] = 90000
- INFLOWS:
- ⇒ ПРИХІД_КЛІЄНТІВ[REGION] = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[REGION] * ІМОВІРНІСТЬ_ПРИДБАННЯ_СТРАХОВОГО_ПОЛІСА
- OUTFLOWS:
- ⇒ ВІДХІД_КЛІЄНТІВ[REGION] = АКТИВНІ_КЛІЄНТИ[REGION] * (1 - ІМОВІРНІСТЬ_ПРИДБАННЯ_СТРАХОВОГО_ПОЛІСА)

Рис. 5.18. Моделювання потоку клієнтів страхової компанії

Як видно з рис. 5.18, прихід клієнтів страхової компанії зосереджено по чотирьох регіонах (або чотирьох філіалах). Масив має назву REGION, а його елементами являються (NORTH, SOUTH, WEST, EAST).

Таким чином, структура блоку «Маркетинг» складається із двох основних сфер: роботи з клієнтами та самого маркетингу.

В рамках проведення маркетингової політики акцент ставиться на визначення факторів, які відповідають за залучення потенційних клієнтів тобто просування страхових продуктів на ринку страхових послуг. Серед цих факторів: надійність страхової компанії, якість послуг (вивчення страхувальників), конкуренція, аналіз ринку страхової компанії.

5.4. Оцінка економічної спроможності страховика

У моделі запропоновано для визначення економічної спроможності страхової компанії проводити дослідження виникнення ризику банкрутства страхової компанії, використовуючи як статичні, так і динамічні оцінки. Такий підхід заснований на:

- системі фінансових коефіцієнтів;
- спеціальних узагальнюючих показниках загрози банкрутства.

Стисло зупинимось на системі фінансових коефіцієнтів, які регулюються законодавством. У Законі України «Про страхування» одним із основних індикаторів фінансової стійкості страхової компанії являється платоспроможність. Платоспроможність страхової компанії – це здатність компанії у будь-який період, своєчасно і в повному обсязі виконувати свої зобов'язання із укладених договорів страхування [43].

Законодавство зобов'язує страховиків дотримуватись таких умов забезпечення платоспроможності [10, 11, 12]:

- 1) наявності сплаченого статутного фонду та наявності гарантійного фонду страховика;
- 2) створення страхових резервів, достатніх для майбутніх виплат страхових сум і страхових відшкодувань;
- 3) перевищення фактичного запасу платоспроможності страховика над розрахунковим нормативним запасом платоспроможності (рис. 5.19).



Рис. 5.19. Схема визначення платоспроможності страховика, який займається ризиковими видами страхування

На рис. 5.20 наведена сучасна модель державного регулювання платоспроможності відповідно до Закону України «Про страхування» від 04.10.2010 р.

Згідно з представленою моделлю страховик, який займається страхуванням, іншим, ніж страхування життя, вважається платоспроможним, якщо фактичний запас платоспроможності перевищує нормативний. Чим більшим є таке перевищення, тим вища платоспроможність страхової компанії.

У модельному комплексі оцінюється діяльність страхової компанії розрахунком показників платоспроможності, які відповідають як законодавству України, так і закордонній практиці. Для закордонних страховиків, які здійснюють ризикове страхування, рекомендовані параметри оцінювання платоспроможності, наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Інтегральне якісне оцінювання платоспроможності страховика [9]

Значення CAR, %	Оцінка покриття
<0	Недостатнє
від 0 до 25	Нормальне
від 26 до 50	Добре
від 51 до 75	Надійне
>75	Зразкове

У закордонній страховій практиці для характеристики платоспроможності страховика використовується показник рівня достатності покриття власними коштами (Capital Adequacy Ratio або CAR) (формула 5.14).

Фрагмент моделі для оцінки платоспроможності згідно з законодавством України наведено на рис. 5.21.

Платоспроможність, тобто величина перевищення фактичного запасу платоспроможності над нормативним обчислюється у конвертері «ПЛАТОСПРОМОЖНІСТЬ». У даному фрагменті моделі також проводиться обчислення коефіцієнту CAR у конвертері «CAR%».

Для проведення оцінки економічної спроможності та своєчасного виявлення ознак погіршення фінансового стану страхової компанії, особливо в умовах фінансової кризи, доцільно доповнити наведену групу показників оцінкою ризику банкрутства.

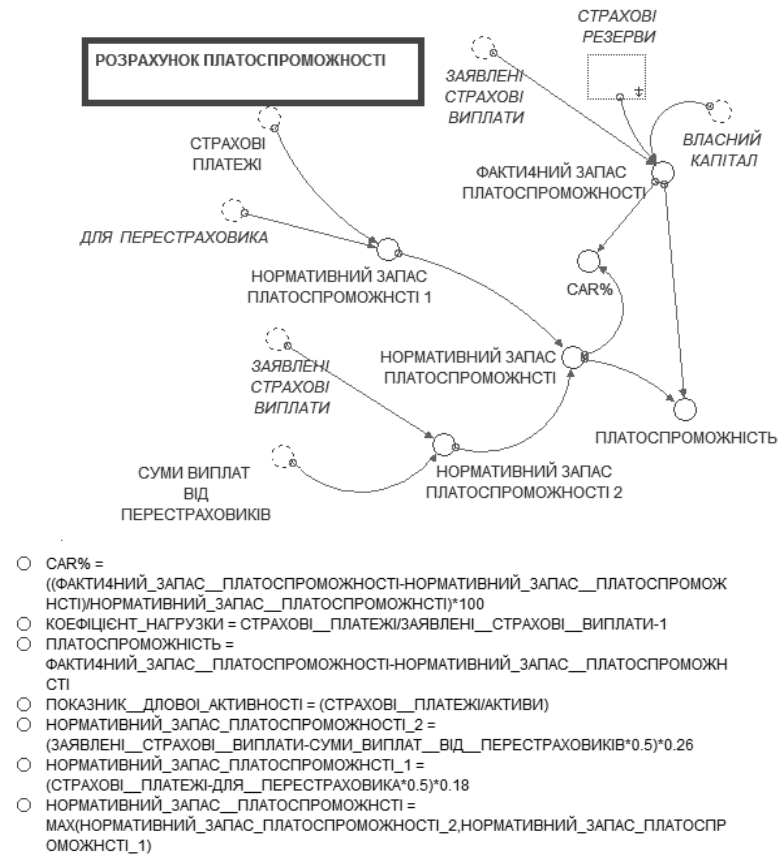


Рис. 5.21. Моделювання платоспроможності страхової компанії

Як у зарубіжних, так і вітчизняних літературних джерелах існує декілька загально визнаних методів і методик оцінки ризику банкрутства підприємства

[22]. Розглянемо найбільш поширені методики оцінки ризику банкрутства страхової компанії:

1. Найбільш відомою і широко вживаною є методика професора Альтмана [22]. Z – модель Альтмана є статистичною моделлю, яка на основі оцінки показників фінансового стану і платоспроможності компанії дозволяє оцінити ризик банкрутства.

2. Оцінка фінансового стану страховика та імовірності банкрутства на основі останніх досягнень в області IT-технологій [46]. Для аналізу фінансових процесів, рішення задач прогнозування і класифікації, оцінки фінансової інформації застосовуються неймережеві технології. Метою таких досліджень є визначення оптимальної структури штучної неймережі для оцінки фінансового стану страхової компанії.

3. Для дослідження рівня фінансової стійкості та діагностики ризику банкрутства використовується апарат нечіткої логіки, за допомогою якого можливо урахувати усю наявну інформацію про об'єкт дослідження (зокрема, експертні знання), проводити ефективне налагодження моделей на базі реальних статистичних даних, приймати рішення щодо банкрутства в умовах невизначеності [22].

4. Визначення імовірності банкрутства, як міри платоспроможності страхової компанії, заснованої на теорії ризику у фінансах та страхуванні описується в моделі Крамера – Лундберга, О. П. Віноградова [89]. Для першого етапу оцінки ризику банкрутства в імітаційній моделі використовується модель Крамера-Лундберга. Мотивами такого вибору є:

1) модель Крамера – Лундберга вивчає імовірність банкрутства страхової компанії у якості міри впливу на ризик в ситуаціях, коли процес отримання страхових премій (платежів) має складну структуру з урахуванням різних факторів фінансових та страхових ризиків;

2) усі входні параметри (потоки страхових платежів та страхових виплат у динаміці) моделі Крамера – Лундберга вивчаються, досліджуються і оцінюються в імітаційній моделі;

3) модель Крамера – Лундберга дозволяє використовувати початковий капітал страхової компанії з урахуванням інвестиційних стратегій компанії.

У моделі пропонується проводити процедуру визначення імовірності банкрутства страхової компанії в два етапи:

- проведення імітаційних експериментів на базі модельного комплексу з використанням класичної моделі Крамера – Лундберга теорії ризику у фінансах та страхуванні;

- перевірка гіпотези H_0 – банкрутство і альтернативної гіпотези H_1 – економічна спроможність на основі теорії планування імітаційних експериментів.

Структурована класична модель Крамера – Лундберга для визначення близькості до банкрутства страхової компанії застосовувалась у імітаційній моделі таким чином:

у загальному випадку (число страхових виплат за часовий проміжок $[0, t]$ описується розподілом Пуассона) модель має наступний вигляд:

$$\Phi(x) = 1 - \frac{1}{1+\theta} \cdot e^{\frac{-\theta x}{(1+\theta)\mu}}, \quad (5.28)$$

де $\Phi(x)$ – імовірність платоспроможності страхової компанії;

θ – коефіцієнт навантаження за прийнятий на себе страховою компанією ризик.

θ розраховується за алгоритмом:

$$\theta = \frac{\Pi(t)}{EX(t) - 1}, \quad (5.29)$$

де $\Pi(t)$ – платежі, зібрані у момент часу t ;

$EX(t)$ – очікувані страхові виплати у момент часу t ;

x – початковий капітал компанії;

μ – математичне сподівання страхових виплат.

Тому, імовірність неплатоспроможності, тобто банкрутства: $1 - \Phi(x)$.

Фрагмент моделі, за допомогою якого проводиться розрахунок імовірності банкрутства, наведений на рис. 5.22.

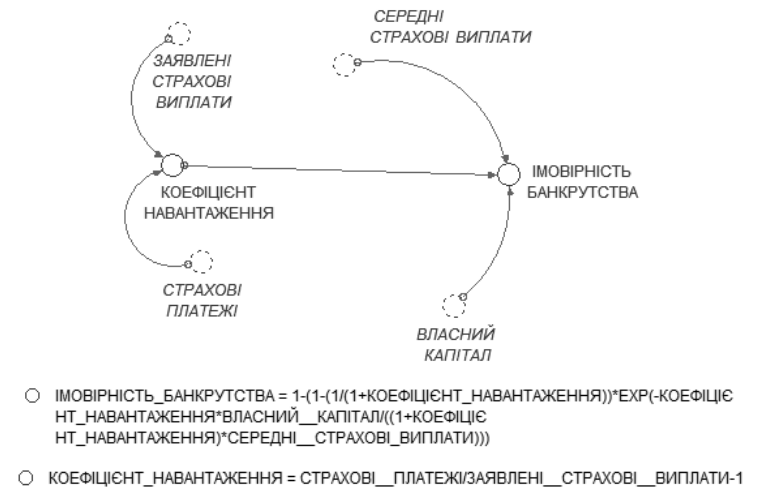


Рис. 5.22. Фрагмент моделі для оцінки ризику банкрутства страхової компанії

Змінна $\Pi(t)$ описує величину зібраних страхових платежів у момент часу t , – це конвертер «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ»; змінна $EX(t)$ – еквівалентна у моделі змінній «ЗАЯВЛЕНІ СТРАХОВІ ВИПЛАТИ», тобто очікуваним страховим виплатам у момент часу t . Математичне сподівання страхових виплат – це змінна «СЕРЕДНІ СТРАХОВІ ВИПЛАТИ». У якості початкового капіталу страхової компанії використовується змінна «ВЛАСНИЙ КАПІТАЛ», яка обчислюється з урахуванням як початкового капіталу, так і інвестиційної політики, яку проводить страхова компанія.

Висновок відносно економічної спроможності страхової компанії в імітаційній моделі здійснюється як на базі стандартних фінансових показників, так і за наслідками проведених імітаційних експериментів (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Оцінка економічної спроможності страховика

Запропонований підхід (рис. 5.23) заснований: на системі фінансових показників та визначенні «імовірності банкрутства» на основі теорії планування імітаційних експериментів: перевірка гіпотези H_0 – банкрутство (близькість страхової компанії до банкрутства) і альтернативної гіпотези H_1 – далеко від банкрутства (тобто економічної спроможності страхової компанії).

5.5. Імітація процесів поточної діяльності страхової компанії

Застосування комплексу імітаційних моделей для аналізу та оцінки бізнес-процесів страхової компанії має за свою мету проведення комплексного аналізу діяльності страхової компанії, для визначення та вивчення основних бізнес-

напрямків ведення страхової справи, контролю та прогнозу результатів її функціонування на основі системи основних економічних показників, виявлення пріоритетних можливості у діяльності страхової компанії. За допомогою модельного комплексу у рамках бізнес-процесу поточної діяльності страхової компанії проведений прогностичний аналіз у динаміці головних показників поточної діяльності страхової компанії: потоку страхових платежів, формування доходів та витрат страхової компанії, страхових резервів, отримання прибутку [22, 54].

Розглянемо більш детально результати імітаційних експериментів по кожному показнику.

«Страхові платежі» представляють основну статтю доходів страховика. У модельному комплексі даний показник визначається в цілому по компанії, по окремим видам страхування і у розрахунку на один договір [3, 4]. Імітаційні експерименти проводились для трьох страхових компаній: «Європейський страховий альянс», «Інвестсервіс», «Міська страхова компанія».

До 2011 року приводяться фактичні дані по збору страхових платежів, а на період 2012–2016 рр. здійснюється прогноз. При цьому імітація може здійснюватися різними засобами: з використанням відповідних статистик, трендових функцій (вбудованих і визначених користувачем) з урахуванням макроекономічного показнику «ЕКОНОМІЧНИЙ СТАН», що і реалізоване для ряду випадків.

В табл. 5.3–5.4 наведені дані в динаміці по страховій компанії «Інвестсервіс».

За допомогою комплексу імітаційних моделей можливо розглядати в динаміці показник «Кількість договорів у поточному періоді» (табл. 5.4). Починаючи з 2011 року спостерігається зростання потоку страхових платежів. Про це свідчить значення показнику «НА ОДИН ДОГОВІР ТИС ГРН», яка наведена у табл. 5.4 в динаміці. Оскільки, у страховому портфелі страхової компанії у періоді 2004–2006 рр. була велика частка страхових платежів від підприємств, то на один договір припадала більша страхова сума.

Таблиця 5.3

Надходження страхових платежів за окремими видами страхування

Years	МАЙНОВЕ	ОБОВ'ЯЗКОВЕ	ОСОБИСТЕ	ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ
Initial	26315,00	2330,00	667,90	352,20
2004	36060,30	22190,00	5935,00	2190,80
2005	57515,30	22257,00	8190,50	2257,00
2006	53481,10	23907,50	9533,40	2397,90
2007	35995,30	29319,10	14944,10	6168,20
2008	17861,00	35935,20	11688,20	2118,20
2009	9782,90	48082,00	5879,00	1847,00
2010	7023,24	13373,19	6947,34	4807,17
2011	6884,51	16515,54	8161,35	5371,77
2012	6747,71	20393,79	9586,33	6001,97
2013	6612,85	25179,79	11258,79	6705,30
2014	6479,93	31085,36	13221,50	7490,18
2015	6348,96	38371,65	15524,61	8366,00
2016	6479,12	49333,94	18986,35	9732,48

З 2007 року у структурі клієнтської бази відбувається послідовне зростання частки фізичних осіб (табл. 5.3, стовпець 3). У загальній кількості укладених договорів вона становить у 2007 році 58,2 %, у 2008 році – 62 %, а у 2010 році – 78 %, у 2011 році – 72 % (табл. 5.3).

Таблиця 5.4

Кількість договорів у цілому по компанії та у розрахунку на один договір

Years	ВСЬОГО СТРАХ ПЛАТЕЖІВ	КІЛЬКІСТЬ ДОГОВОРІВ У ПОТОУНОМ	НА ОДИН ДОГОВІР ТИС. ГРН
Initial	29665,10	9529	3,73
2004	66376,10	97227	0,69
2005	90219,80	133025	0,68
2006	89319,90	140000	0,64
2007	86426,70	148704	0,59
2008	67602,60	219265	0,31
2009	65590,90	222000	0,30
2010	32150,94	245705	0,26
2011	36933,17	386005	0,17
2012	42729,81	383881	0,17
2013	49756,73	363906	0,18
2014	58276,98	356051	0,20
2015	68611,23	307619	0,26
2016	84531,89	313846	0,29

У табл. 5.5 наведені дані експериментів в динаміці по збору страхових платежів по страховій компанії «Інвестсервіс» у порівнянні з сукупними доходами страхової компанії (стовпець «СУКУПНІ ДОХОДИ»).

Таблиця 5.5

Доходи страхової компанії у динаміці

Years	СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ	ДОХОДИ ВІД ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	ДОХІД ВІД ПЕРЕСТРАХУВАННЯ	СУКУПНІ ДОХОДИ
Initial				
2004	35528,10	2520,14	3160,20	40142,60
2005	67420,20	3255,10	2685,28	71337,97
2006	90819,80	4040,46	2470,54	94606,21
2007	89887,10	4233,92	5793,06	97217,47
2008	87353,00	4335,98	5131,76	94200,15
2009	68102,60	3879,38	3732,02	73670,93
2010	65790,90	5367,23	4849,75	74034,15
2011	65054,51	5826,47	3863,54	74744,52
2012	64957,24	6066,58	5175,11	76198,93
2013	65013,13	6235,65	4693,62	75942,40
2014	65190,18	6437,07	3578,16	75205,40
2015	72012,44	6224,39	3925,20	82162,03
2016	79611,11	6709,32	5821,75	92142,19

Результати експериментів (рис. 5.24, табл. 5.5) підтверджують, що приблизно 83-88 % доходів страхової компанії – це доходи, пов'язані з основною діяльністю – збором страхових платежів (стовпець «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ»), 7-12 % – доходи від фінансової та інвестиційної діяльності (стовпець «ДОХІД ВІД ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ») та дохід від проведення перестрахування (стовпець «ДОХІД ВІД ПЕРЕСТРАХУВАННЯ»).

У процесі проведення імітаційних експериментів по страховій компанії «Інвестсервіс» 10 % страхових резервів страхової компанії, вільних від зобов'язань, було розміщено на прибуткових банківських рахунках з дохідністю 15-20 %. Результати експериментів показують, що страхова компанія отримала додатковий дохід від проведення фінансової діяльності в межах від 7 % до 10 % від сукупного доходу на протязі усього періоду моделювання (рис. 5.24, табл. 5.5).

Таблиця 5.6

Темпи зростання страхових платежів

Years	ТЕМП ЗРОСТАННЯ СТРАХОВИХ ПРЕМІЙ %	СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ
Initial		
2004	-33,84	35528,10
2005	89,77	67420,20
2006	34,71	90819,80
2007	-1,03	89887,10
2008	-2,82	87353,00
2009	-22,04	68102,60
2010	-3,39	65790,90
2011	-1,12	65054,51
2012	-0,15	64957,24
2013	0,09	65013,13
2014	0,27	65190,18
2015	10,47	72012,44
2016	10,55	79611,11

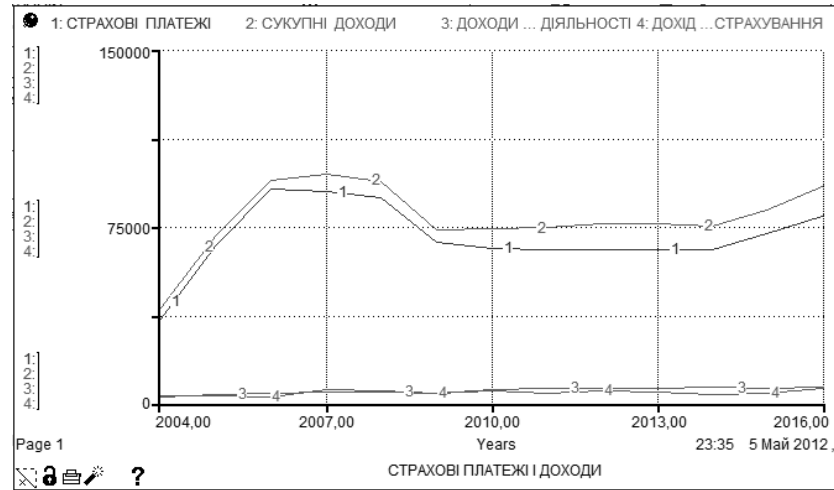


Рис. 5.24. Доходи страхової компанії в динаміці

Темп зростання страхових премій визначається як відношення надходжень страхових премій у поточному році до надходжень страхових премій у попередньому році. Досвід показує, що стан страхової компанії являється задовільним, якщо темп діяльності страховика перебуває у межах 10-25 %. Різке збільшення темпів зростання страхових премій означає зростання зобов'язань страхової компанії, що потребує зростання власного капіталу, а, навпаки, їх зменшення впливає на фінансову стабільність страховика.

Експерименти дозволяють зробити такий прогноз: якщо компанія буде дотримуватись обраної стратегії у фінансово-інвестиційній діяльності та з урахуванням прогнозів фінансового ринку України, у 2013 році встановиться стабілізація цього показника, а з 2013 року прогнозується невеликий підйом (в межах 10 %). Збір страхових платежів на докризовий рівень очікується відновити у 2015–2016 році. Темпи зростання страхових платежів за період, що прогнозується, наведено у табл. 5.6.

Одним із важливих аспектів забезпечення прибутку є розподілення витрат (табл. 5.7, рис. 5.25).

Таблиця 5.7

Основні витрати страхової компанії

Years	СУКУПНІ ВИТРАТИ	ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ	СУМА НА УПРАВЛІННЯ	СУМА ВИТРАТ НА ПРОЦЕС
Initial				
2004	38194,19	16649,59	3699,91	6074,03
2005	69057,75	30567,08	6792,68	12657,05
2006	89219,85	41400,79	9200,17	12859,10
2007	83708,71	41848,74	9299,72	11607,77
2008	89966,09	41140,10	9142,24	10914,36
2009	73199,31	31698,56	7044,12	12568,60
2010	70541,94	31150,20	6922,27	11515,56
2011	58804,26	31400,32	6977,85	5233,61
2012	78604,08	30596,91	6799,31	12631,37
2013	64637,75	30234,29	6718,73	12278,32
2014	74740,28	31106,85	6912,63	12164,56
2015	73763,58	34518,54	7670,79	7587,28
2016	80092,22	37309,18	8290,93	9345,96

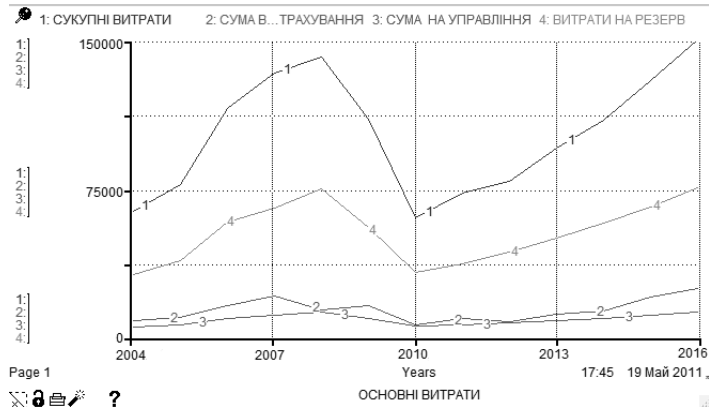


Рис. 5.25. Основні витрати страхової компанії

Виплати страхових сум та страхових відшкодувань за договорами страхування і перестраховання складають приблизно 60-80 % усіх витрат, вони забезпечуються відрахуваннями у страхові резерви («ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ»).

Витрати на утримання страхової компанії можуть бути в межах 15 % (стовпець «СУМИ НА УПРАВЛІННЯ»). Ці витрати регулює сам страховик в залежності від можливостей (основного доходу) страхової компанії. Як показують експерименти, по даній страховій компанії вони складають у середньому 10 % від сукупного доходу. Витрати на обслуговування процесу страхування і перестраховання складають 6-20 % від отриманого об'єму страхових платежів (стовпець «СУМА ВИТРАТ НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ»).

Для забезпечення економічної спроможності необхідне постійне перевищення доходів над витратами [4, 53]. У табл. 5.8 та рис. 5.26 показано в динаміці порівняння доходу та витрат страхової компанії «Інвестсервіс».

На період з 2004–2014 рр. витрати розраховуються на основі фактичних даних, а на період 2015–2016 рр. здійснюється прогноз (на базі методу системної динаміки, основних принципів ведення страхової справи та стратегії ведення бізнесу компанії) – (рис. 5.26).

Доходи та витрати страхової компанії

Years	СУКУПНІ ДОХОДИ	СУКУПНІ ВИТРАТИ
Initial		
2004	39701,06	34860,84
2005	72228,29	68657,31
2006	96994,70	87546,92
2007	96989,40	83409,43
2008	97668,31	83337,84
2009	76810,91	70635,03
2010	78240,21	72699,91
2011	79134,74	68936,90
2012	76069,60	69015,28
2013	77132,24	65044,10
2014	77525,80	60084,06
2015	87149,86	80593,35
2016	96515,53	76725,52

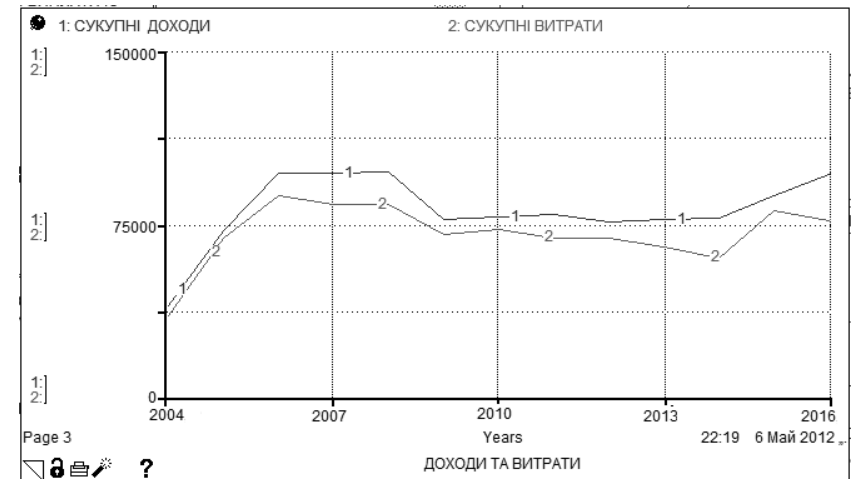


Рис. 5.26. Доходи та витрати страхової компанії

Проаналізуємо рівень та структуру страхових резервів, оскільки вони являються основним джерелом для виплат страхових відшкодувань. Таблиця

5.9 дозволяє аналізувати склад, структуру відповідальності страховика на перспективу [16].

Таблиця 5.10

Таблиця 5.9

Страхові резерви та страхові виплати

Years	СТРАХОВІ РЕЗЕРВИ	РЕЗЕРВ НЕЗАРОБЛЕНИХ ПРЕМІЙ	СТРАХОВІ ВИПЛАТИ
Initial	15000,00		
2004	24195,69	17764,05	8221,50
2005	36159,16	33710,10	20906,20
2006	50382,70	45409,90	30840,00
2007	54612,69	44943,55	38252,52
2008	56433,54	43676,50	44061,68
2009	60956,90	34051,30	29981,80
2010	65229,93	32895,45	29900,00
2011	67622,28	32527,26	32346,35
2012	69252,02	32478,62	32256,09
2013	70814,91	32506,56	32185,89
2014	72769,33	32595,09	32129,73
2015	75052,78	36006,22	35292,16
2016	77930,42	39805,56	38770,83

Порівнюючи рівень страхових резервів та страхових виплат у табл. 5.9, можна зробити висновок, що страхова компанія «Інвестсервіс» має достатній рівень страхових резервів для проведення виплат страхових відшкодувань.

Важливим моментом аналізу є визначення у динаміці відхилень планових (розрахункових) від фактичних розмірів проведених страхових виплат і встановлення причин цих відхилень. Відхилення розраховується таким чином:

$$\text{відхилення, \%} = \frac{|\text{РНП} - \text{ФСВ}|}{\text{РНП}} \cdot 100\%, \quad (5.30)$$

де РНП – резерв незароблених премій (заплановані або прогнозовані страхові виплати), ФСВ – фактичні страхові виплати.

Відхилення (табл. 5.10) мають місце у тих періодах, коли фактичні виплати менші або більші від прогнозованих (розрахункових). Тобто коли страхових випадків виникло менше, ніж прогнозувалось, або страхова компанія своєчасно не розрахувалась з своїми клієнтами.

Порівняння фактичних виплат та планових (розрахункових)

Years	СТРАХОВІ ВИПЛАТИ	РЕЗЕРВ НЕЗАРОБЛЕНИХ ПРЕМІЙ	ВІДХИЛЕННЯ %
Initial			
2004	16339,50	27178,00	39,88
2005	22267,80	33667,45	33,86
2006	30048,60	50335,10	40,30
2007	50506,50	56589,00	10,75
2008	55793,06	64958,95	14,11
2009	44134,62	47756,30	7,58
2010	47212,11	48110,10	1,87
2011	44569,65	48350,39	7,82
2012	44864,47	48531,71	7,56
2013	44265,01	48220,73	8,20
2014	44411,51	48838,24	9,06
2015	44827,80	49070,88	8,65
2016	44692,09	49301,09	9,35

Резерв незароблених премій показує, яку частину страхових резервів необхідно забронювати для виплат майбутніх періодів (структуру відповідальності страховика) [26].

Порівнюючи рівень страхових резервів та страхових виплат, а також враховуючи рівень резерву незароблених премій, можна зробити висновок, що у страховій компанії є достатній фінансовий потенціал (рис. 5.27). При ефективному управлінні у фінансовій та інвестиційній діяльності можуть брати участь від 10 до 25 % страхових резервів.

Показник збитковості страхової суми розраховується як відношення суми виплат до суми зібраної премії за той же період. Цей показник часто називають коефіцієнтом понесених збитків [22, 77].

Значення показника збитковості залежить від рівня розвитку страхового ринку. На етапі його становлення значення цього показника знаходиться в межах від 15 до 60 %. Для західних страхових компаній значення цього показника, особливо по автомобільному страхуванню, доходить до 80-90 %. Це свідчить про те, що страхові компанії на Заході мають ефективні фінансові механізми розміщення вільних засобів.



Рис. 5.27. Порівняння фактичних виплат та планових (розрахункових)

Для національного страхового ринку значення збитковості більше 80 % говорить про те, що страхова компанія дуже багато засобів витрачає на страхові виплати і запас її фінансовій стійкості може істотно знизитись і не хвататиме засобів для її розвитку. В цілому по Україні цей показник складав приблизно від 8-50 %. В той же час для реально працюючих компаній цей показник в даний час доходить до 40-60 % [3, 4, 26].

Показник збитковості страхової суми для страхової компанії знаходиться в межах 27-55 % (табл. 5.11).

Таким чином, завдяки проведенню комплексу імітаційних експериментів страховик може визначитися з необхідним (з точки зору кінцевих показників роботи) рівнем надходження страхових платежів протягом тривалого періоду на перспективу, а також з технологією формування страхових резервів. Позитивним моментом є також можливість оцінки достатності страхового капіталу, який дає змогу страховій організації швидше адаптуватися до умов ринку, здійснювати страхування середніх і великих ризиків, вистояти у конкурентній боротьбі [58].

Збитковість страхової суми

Years	ЗБИТКОВІСТЬ СТАХОВОЇ СУМИ %
Initial	
2004	23,14
2005	31,01
2006	33,96
2007	42,39
2008	50,61
2009	39,62
2010	45,00
2011	54,78
2012	49,66
2013	49,51
2014	49,29
2015	49,01
2016	48,70

Збитковість страхової суми знаходиться в межах 55 %.

Одним із завдань управління стратегією страхової компанії є управління власним капіталом. Складовими власного капіталу є: статутний капітал; додатковий капітал; нерозподілений прибуток; резервний фонд; інший капітал, за винятком несплаченого і вилученого капіталу.

Мінімальний розмір статутного фонду страховика, який займається іншими видами страхування, ніж страхування життя, встановлюється в сумі, еквівалентній 1 млн євро за валютним обмінним курсом валюти України [5, 6].

Зіставлення обсягів власного капіталу і статутного капіталу проводиться графічно – рис. 5.28.

У кризові 2008–2009 рр. статутний капітал перевищував власний капітал. Але уже починаючи з 2010 року страхова компанія виправила це становище [57].

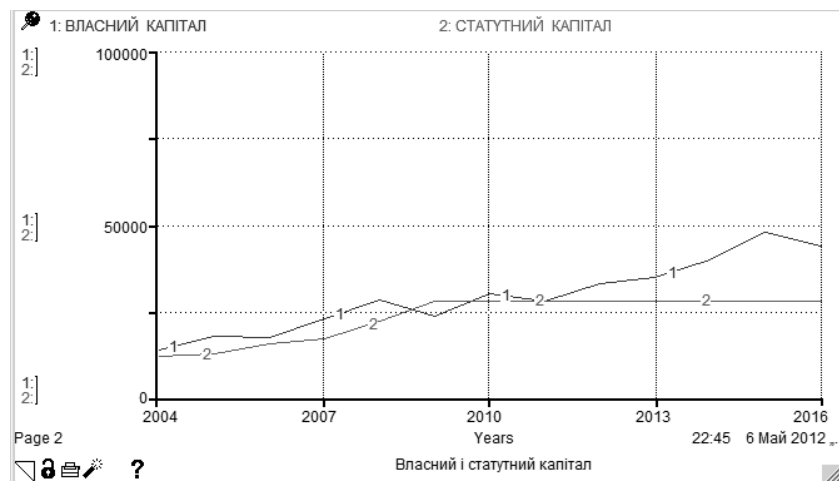


Рис. 5.28. Зіставлення обсягів власного капіталу і статутного капіталу

Розглянемо у динаміці два основних показники: рентабельність страхової послуги та рентабельність страхових операцій [4, 22].

а) рентабельність страхової послуги:

$$P_{СП} = \frac{П_{факт}}{В} \cdot 100\%, \quad (5.31)$$

де, $P_{факт}$ – фактичний прибуток; $В$ – витрати страхової компанії;

б) рентабельність продаж (рентабельність страхових операцій):

$$P_{П} = \frac{П_{чис}}{С_{пл}} \cdot 100\%, \quad (5.32)$$

де, $P_{чис}$ – чистий прибуток; $С_{пл}$ – страхові платежі.

На рис. 5.29 та табл. 5.12 наведені результати розрахунків показників рентабельності за наведеними формулами по всій сукупності видів страхування у динаміці.

Показники рентабельності

Years	РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ПРОДАЖ %	РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ СТРАХОВОЇ ПОСЛУГИ %
Initial		
2004	14,07	7,34
2005	4,04	11,24
2006	8,25	12,77
2007	12,29	0,54
2008	0,61	7,23
2009	9,50	0,79
2010	0,95	7,46
2011	8,18	9,09
2012	9,60	14,95
2013	14,84	22,36
2014	21,01	4,86
2015	5,02	9,02
2016	9,07	24,31

Показники рентабельності знаходяться в межах 25 %, тобто рентабельність компанії залишається на відносно високому рівні (рис. 5.12).



Рис. 5.29. Показники рентабельності

На рис. 5.30 зображені в динаміці рівень страхових резервів, потоки страхових виплат та потоки страхових платежів.

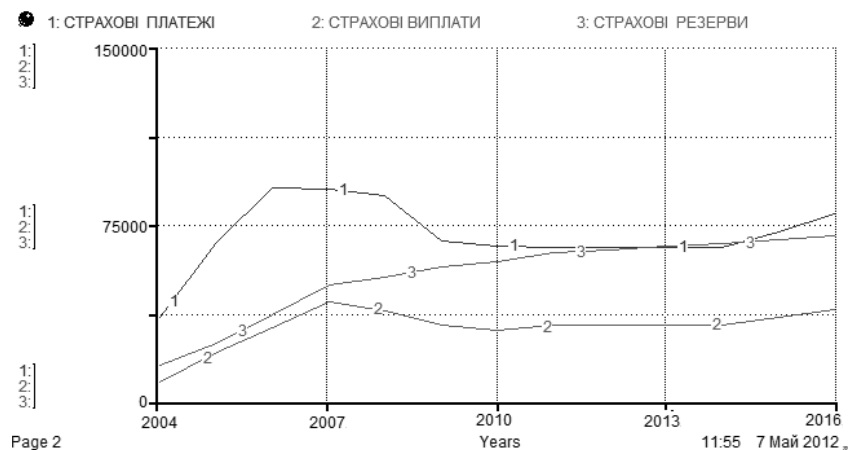


Рис. 5.30. Порівняльна характеристика основних показників діяльності страхової компанії у динаміці

Розглянемо декілька ситуацій, які найбільш часто приходиться розв'язувати керівникам та старшим менеджерам страхових компаній.

Ситуація 1. Страхова компанія при класичному веденні справ має можливість займатись фінансовою та інвестиційною діяльністю і в повному обсязі сплачувати усі збитки. Комп'ютерні експерименти показують (рис. 5.31), що при використанні 25 % резервних фондів у фінансово-інвестиційній діяльності заборгованості перед клієнтами не існує, а виплати проводяться як із резервного фонду, так із додаткового капіталу (наприклад, нерозподіленого прибутку).

Метою фінансової стратегії страхової компанії є – отримання прибутку. Прибуток страхової компанії залежить від фінансової політики компанії. На рис. 5.32 графік 1 показує зміну прибутку у динаміці без проведення інвестиційної діяльності, а графік 2 – при проведенні інвестиційної діяльності (при використанні близько 25 % резервного фонду у фінансово-інвестиційній політиці).

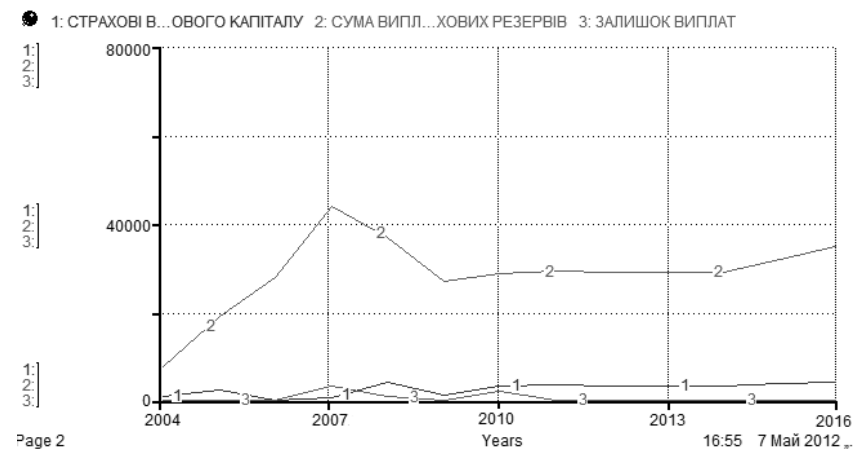


Рис. 5.31. Проведення страхових виплат із різних фінансових ресурсів компанії (графік 1 – страхові виплати із додаткового капіталу, графік 2 – сума виплат із страхових резервів, графік 3 – залишок виплат)

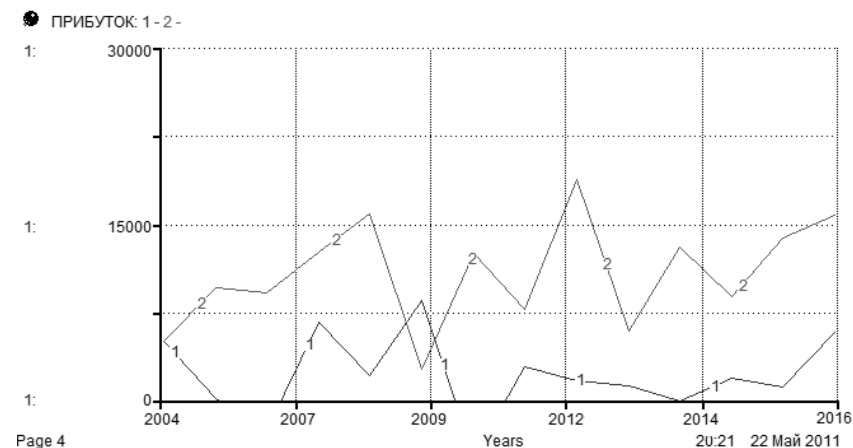


Рис. 5.32. Зміна прибутку при проведенні та непроведенні фінансово-інвестиційної діяльності

Висновок: при проведенні фінансово-інвестиційної діяльності прибуток страховика збільшується у середньому на 20 %, що свідчить про те, що у компанії буде можливість формувати додатковий та резервний капітал за рахунок нерозподіленого прибутку і, таким чином, підвищувати свою економічну спроможність.

Проведення серій імітаційних експериментів на базі комплексу імітаційних моделей в середовищі IThink дозволяє визначити ступінь активності реагування компанії на зміни страхового ринку з метою своєчасного прийняття відповідних заходів; оцінити ефективність технології формування страхових резервів та можливості отримання прибутку; спрогнозувати можливі зміни її фінансового становища; визначити прогнозні значення головних показників діяльності страховика.

5.6. Імітаційні експерименти здійснення маркетингової діяльності та оцінки економічної спроможності страхової компанії

Результати імітаційних експериментів розробленої маркетингової стратегії проведені для трьох страхових компаній ПАТ «Європейський страховий альянс», ПАТ «Інвестсервіс», ПАТ «Міська страхова компанія» які займаються ризиковими видами страхування (табл. 5.13 – табл. 5.15, рис. 5.33).

Показники розраховані відносно діяльності страхових компаній по Україні.

За показником «якість послуг» компанія «Європейський страховий альянс» знаходиться на достатньо високому рівні (табл. 5.13). Компанії «Інвестсервіс» та «Міська страхова компанія» мають дещо нижчий рівень цього показника за рахунок того, що страховий портфель компаній за останні п'ять років більш орієнтований на обов'язкові види страхування (за показниками діяльності 2010 року обов'язкові види страхування у страховому портфелі компанії

«Європейський страховий альянс» займають приблизно 16 %, «Інвестсервіс» – 73 %, «Міська страхова компанія» – 44 %).

Таблиця 5.13

Показники маркетингової діяльності страхової компанії «Європейський страховий альянс»

Years	НАДІЙНІСТЬ СК	ЯКІСТЬ ПОСЛУГ	КОНКУРЕНЦІЯ	СТРАХОВИЙ РИНОК	ІМОВІРНІСТЬ ПРИДБА
Initial					
2004	0,70	0,94	0,48	0,52	0,66
2005	0,70	0,87	0,48	0,53	0,64
2006	0,69	0,90	0,45	0,52	0,60
2007	0,68	0,89	0,47	0,51	0,64
2008	0,55	0,90	0,48	0,52	0,56
2009	0,68	0,87	0,54	0,52	0,65
2010	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2011	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2012	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2013	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2014	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2015	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65
2016	0,68	0,86	0,55	0,52	0,65

Таблиця 5.14

Показники маркетингової діяльності страхової компанії «Інвестсервіс»

Years	НАДІЙНІСТЬ СК	ЯКІСТЬ ПОСЛУГ	КОНКУРЕНЦІЯ	СТРАХОВИЙ РИНОК	ІМОВІРНІСТЬ ПРИДБА
Initial					
2004	0,59	0,77	0,52	0,49	0,59
2005	0,58	0,83	0,48	0,51	0,60
2006	0,57	0,81	0,46	0,49	0,58
2007	0,56	0,82	0,48	0,48	0,58
2008	0,51	0,83	0,50	0,51	0,56
2009	0,61	0,88	0,46	0,49	0,61
2010	0,60	0,82	0,46	0,49	0,59
2011	0,61	0,81	0,45	0,49	0,59
2012	0,61	0,75	0,44	0,49	0,57
2013	0,61	0,75	0,44	0,49	0,57
2014	0,61	0,75	0,44	0,50	0,58
2015	0,61	0,75	0,44	0,50	0,57
2016	0,61	0,75	0,45	0,50	0,58

У страхових компаній «Інвестсервіс» та «Міська страхова компанія» менш розвинені програми конструктори та менш вдосконалений післяаварійний сервіс порівняно з компанією «Європейський страховий альянс».

Таблиця 5.15

Показники маркетингової діяльності страхової компанії

«Міська страхова компанія»

Years	НАДІЙНІСТЬ СК	ЯКІСТЬ ПОСЛУГ	КОНКУРЕНЦІЯ	СТРАХОВИЙ РИНОК	ІМОВІРНІСТЬ ПРИДБ
Initial					
2004	0,59	0,60	0,54	0,46	0,55
2005	0,58	0,59	0,46	0,46	0,52
2006	0,59	0,58	0,43	0,46	0,51
2007	0,59	0,58	0,42	0,46	0,51
2008	0,58	0,62	0,44	0,47	0,53
2009	0,70	0,65	0,55	0,47	0,59
2010	0,70	0,67	0,48	0,48	0,58
2011	0,70	0,69	0,49	0,48	0,59
2012	0,70	0,69	0,45	0,49	0,58
2013	0,70	0,69	0,47	0,49	0,59
2014	0,70	0,69	0,48	0,49	0,59
2015	0,70	0,68	0,45	0,49	0,58
2016	0,70	0,66	0,44	0,49	0,57

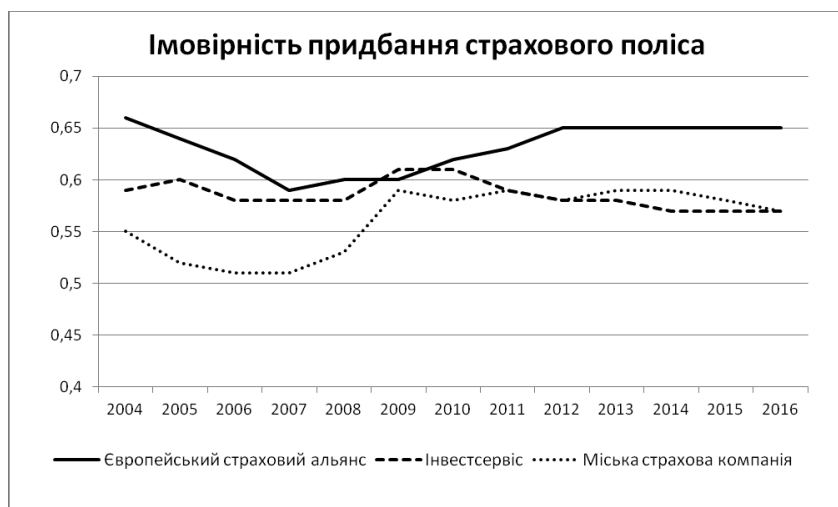


Рис. 5.33. Графіки коефіцієнта «імовірність придбання страхового поліса» у динаміці для трьох компаній

За показником «конкуренція» страхова компанія «Європейський страховий альянс» має найбільший показник за рахунок того, що активно співпрацює з підприємствами, тобто велику долю у страхових преміях займають страхові премії, отримані від підприємств (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

Чинники маркетингової стратегії та імовірність придбання страхового поліса

Страхові компанії	Чинники маркетингової стратегії				Імовірність придбання страхового поліса
	Надій-ність страхової компанії	Якість послуг	Конку-ренція	Страховий ринок	
Європейський страховий альянс	0,66	0,88	0,52	0,52	0,64
Інвестсервіс	0,60	0,79	0,47	0,46	0,59
Міська страхова компанія	0,66	0,65	0,47	0,48	0,56

У страхових компаній «Інвестсервіс» та «Міська страхова компанія» показник «конкуренція» дещо нижчий, але знаходиться приблизно на одному рівні. У страховій компанії «Інвестсервіс» відсоток підприємств (юридичних осіб) у страхових преміях у 2010 році складав не більше 10 %, а для фізичних осіб страхова компанія надає найнижчий тариф серед трьох компаній. Страхова компанія «Міська страхова компанія» активно співпрацює з підприємствами, але надає тарифи для фізичних осіб вищі, ніж у компанії «Інвестсервіс».

Показник «Страховий ринок» найбільший у компанії «Європейський страховий альянс», оскільки вона є компанією з іноземним капіталом, незважаючи на те, що точок продажу страхових полісів у неї менше, ніж у компанії «Інвестсервіс» (табл. 5.16). На сьогодні страхові компанії з іноземним

капіталом користуються більшим попитом у споживачів, оскільки фінансові показники та корпоративна культура в цих компаніях вища, ніж у вітчизняних. Найбільший обсяг страхового ринку (офісна та агентська мережа) серед досліджуваних компаній у страхової компанії «Інвестсервіс» (більше 100 точок продажу). Вона має точки продажу у всіх регіонах України. На другому місці «Європейський страховий альянс» – має свої представництва у 11 регіонах України (на півночі, сході та півдні), не має межі покриття у центрі та заході України. «Міська страхова компанія» до 2007 року надавала страхові послуги тільки в південному регіоні України. У даний час компанія активно розвивається, за останні роки значно розширила свою регіональну та агентську мережу рівномірно по всіх регіонах України (має представництва у 10 регіонах України, у 2005 році у компанії був тільки один головний офіс у м. Одесі).

Визначення імовірності банкрутства має велике значення для оцінки фінансового стану страхової компанії. Якщо банкрутство можливо передбачити, компанія в цьому випадку буде в змозі прийняти заходи для його запобігання. Проведемо аналіз чутливості показника «ІМОВІРНІСТЬ БАНКРУТСТВА» до показника «СТРАХОВІ ВИПЛАТИ» (рівня страхових виплат), оскільки, за статистичними даними, він являється основною причиною виникнення банкрутства страхової компанії.

Порівняльна характеристика показників «імовірності придбання страхового поліса» у динаміці за результатами імітаційних експериментів наведена на рис. 5.34.

З рис. 5.34 видно, що імовірність банкрутства страхової компанії «Європейський страховий альянс» нижча, ніж компанії «Інвестсервіс», але прогнози (на 2012–20106 рр.) показують, що при зростанні потоку страхових виплат імовірність банкрутства цих компаній може бути приблизно однаковою. Найнижча імовірність банкрутства у страхової компанії «Міська страхова компанія».

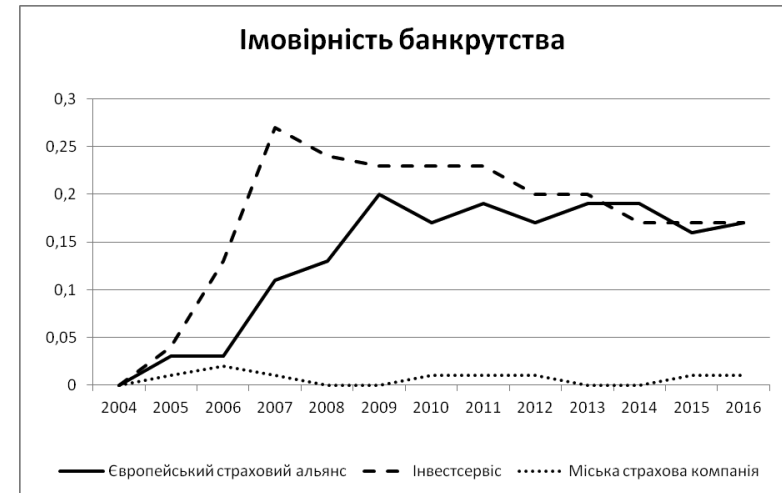


Рис. 5.34. Порівняння показника «імовірність банкрутства» для трьох страхових компаній

Результати проведених серій імітаційних експериментів з передбачення банкрутства дозволяють розробити такі прогнози:

- оптимістичний прогноз: збитковість страхової суми в межах 50 %, рівень відрахувань у страхові резерви в об'ємі 50-60 % від отриманого потоку страхових платежів, витратах на управління в межах 10-12 %, на процес страхування в межах 15-20 % не загрожує банкрутству страхової компанії (імовірність банкрутства 0,1 – 0,54);
- середньостатистичний: збитковість страхової суми в межах 51-70 %, рівень відрахувань у страхові резерви в об'ємі 60-70 % від отриманого потоку страхових платежів, витратах на управління в межах 10-12 %, на процес страхування в межах 15-20 % характеризують стан страхової компанії, як задовільний (імовірність банкрутства 0,55 – 0,79);

– песимістичний прогноз: збитковість страхової суми більше 70 %, рівень відрахувань у страхові резерви в об'ємі 70 % від отриманого потоку страхових платежів, витратах на управління в межах 10 %, на процес страхування в межах 15-20 % характеризують стан страхової компанії як незадовільний, страхова компанія може стати неплатоспроможною, існує імовірність банкрутства (0,80 – 1).

Проведемо обґрунтування отриманих залежностей за допомогою порівняльного аналізу основних показників компаній, отриманих у результаті імітаційних експериментів.

Із табл. 5.17 видно, що найбільший власний капітал та достатньо висока ступінь платоспроможності у компанії «Європейський страховий альянс», тому і імовірність банкрутства цієї компанії нижча, ніж у «Інвестсервіс» при приблизно однаковому відсотку страхових виплат.

Найнижчу імовірність банкрутства має страхова компанія «Міська страхова компанія». Це пояснюється такими чинниками, як середній відсоток виплат (20 %) – найнижчий серед трьох досліджуваних компаній, та високою рентабельністю страхової послуги – 30 % (табл. 5.17).

Із проведених експериментів слід відзначити, що якщо економіка країни зростає, то зростає і страховий ринок. В такі часи компаніям варто нарощувати обсяги реалізації страхових послуг, збільшувати їх асортимент, виділяти кошти на проведення досліджень страхового ринку, інвестувати частину коштів в високоприбуткові активи.

У випадку очікуваного погіршення економічної кон'юнктури менеджменту компанії необхідно скоригувати ринкову і фінансову стратегію, а саме переглянути програми розвитку, оптимізувати витрати. Саме для вирішення таких завдань доцільно використовувати комплекс імітаційних моделей-тренажерів, розроблених на базі методу системної динаміки.

Основні показники діяльності досліджуваних страхових компаній

Показники діяльності	Показники діяльності							
	Статутний капітал, тис. грн	Страхові резерви, тис. грн	Власний капітал, тис. грн	Середній відсоток виплат, %	Платоспроможність	Рентабельність страхової послуги, %	Імовірність придбання страхового поліса, %	Імовірність банкрутства, %
Європейський страховий альянс	55000	47000	69753	45	у 5,5 разів перевищує нормативний показник	18	65	17
Інвестсервіс	39315	39511	61052	48	у 3,5 разів перевищує нормативний показник	20	58	23
Міська страхова компанія	24000	35300	31000	20	у 7 разів перевищує нормативний показник	30	57	5

Рівень показника «імовірність банкрутства» залежить від структури страхового портфеля (табл. 5.18).

Таблиця 5.18

Порівняльна характеристика структур страхових портфелів

Страхові компанії	Структура портфелів нарахованих страхових премій за видами страхування, у цілому по компанії в %			
	Особисте	Майнове	Відповідальності	Обов'язкове
Європейський страховий альянс	18	16	10	56
Інвестсервіс	9	15	3	73
Міська страхова компанія	1	38	17	44

Запропонований комплекс імітаційних моделей дозволив зробити розрахунки основних показників діяльності страхових компаній на 5 років та порівняти можливі варіанти розвитку страхової компанії як системи з урахуванням різних початкових умов.

Проведені дослідження на базі комплексу імітаційних моделей дали змогу вирішити завдання побудови ефективного інструментарію управління діяльністю страховою компанією, визначити необхідну орієнтацію на страховому ринку, оцінити фінансовий стан страхової компанії, підвищити обґрунтованість прийняття управлінських рішень з метою запобігання наближеності страховика до кризового стану.

РОЗДІЛ 6 ІМІТАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

6.1. Модель операційної діяльності порту

Сучасні портові комплекси – це масштабні технологічні системи, яким притаманні ті ж самі властивості, як і будь-якій складній економічній системі:

- ступінь складності: велика кількість процесів, нетривіальний характер їх взаємодії, комплексний вплив різноманітних стохастичних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища функціонування об'єктів;
- структурованість: наявність конкретної організаційної структури.

Згідно з цим у комплексних дослідженнях цих об'єктів можуть використовуватися різні підходи імітаційного моделювання залежно від необхідного ступеня агрегації у вирішенні тактичних та стратегічних задач функціонування [7, 27, 34, 91, 92, 93].

Пропонуються імітаційні моделі діяльності порту, засновані на методи системної динаміки [67, 68]. В якості об'єкта дослідження використано Державне підприємство «Морський торговельний порт «Усть-Дунайськ».

Згідно з прийнятою Стратегією розвитку морських портів України (до 2038 р.) кожним портом розробляються власні плани розвитку, які містять три перспективи – короткострокову, середньострокову та довгострокову. Набувають значення прогнози відповідної тривалості [76].

Метою імітаційних експериментів було визначення загальних тенденцій функціонування об'єкта та отримання уявлення про найбільш вагомий «вузький міський». Задачі дослідження носили стратегічний характер, були націлені на розробку довготривалої стратегії розвитку портового господарства, а тому допускали достатньо високий рівень агрегації в межах моделей. Імітація господарських операцій порту, пов'язаних з операційною діяльністю,

здійснювалася із врахуванням багатьох стохастичних впливів факторів внутрішнього і зовнішнього середовища та з врахуванням тривалості відповідних процесів.

Наведені цілі та достатньо високий рівень агрегації процесів обумовили обрання системно-динамічної методології моделювання.

Головні завдання імітаційних досліджень – наступні:

- Аналіз динаміки обсягів вантажно-розвантажувальних робіт.
- Аналіз ефективності використання потужностей вантажно-розвантажувальної техніки.
- Оцінка ефективності використання складських приміщень порту.
- Оцінка динаміки портових зборів у зв'язку із заходами у порт вітчизняних та іноземних суден.
- Аналіз фінансових потоків (доходів/витрат) від операційної діяльності порту.

Розроблені моделі реалізують імітацію головних господарських операцій, пов'язаних з операційною діяльністю об'єкта, та притаманних їм фінансових потоків. Порт спеціалізується на перевантаженні наваловальних та генеральних вантажів. Основними напрямками його діяльності є:

- Навантаження-вивантаження суден.
- Перевалка вантажу з річкових суден на морські і навпаки.
- Обслуговування пасажирів.
- Транспортно-експедиторські і складські операції.
- Агентування і комплексне обслуговування флоту (зняття л'яльних, фекальних вод, сухого сміття, бункерування водою і паливом), буксирні операції.
- Обслуговування несамохідного флоту.
- Управління судноплаством на акваторії порту, інформаційне забезпечення.
- Зовнішньоекономічна діяльність.
- Забезпечення безпечної стоянки суден.

Перевантажувальні роботи в порту здійснюються на причалах, де розміщені порталні крани, а також на рейді з судна на судно. Складські площі для збереження та накопичення вантажів поділяються на відкриті та криті площадки. Структура моделі річної динаміки операційної діяльності порту та пов'язаних з нею фінансових потоків наведена на рис. 6.1.

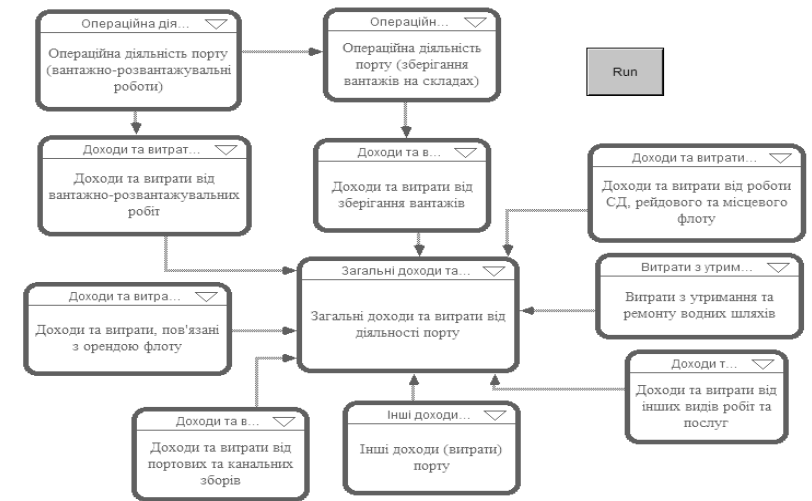


Рис. 6.1. Структура моделі динаміки діяльності порту на річний період

Потокові діаграми модельних блоків наведені на рис. 6.2 – 6.8.

В моделі відокремлені блоки, в яких реалізується імітація господарських операцій, пов'язаних з вантажно-розвантажувальними роботами та зберіганням вантажів – «Операційна діяльність порту (вантажно-розвантажувальні роботи)», «Операційна діяльність порту (зберігання вантажів на складах)», а також блоки формування фінансових потоків, притаманним цим операціям.

Всі інші блоки – комбіновані: імітація динаміки відповідних господарських операцій супроводжується формуванням фінансових потоків. Так, наприклад, в блоці «Доходи та витрати від портових та каналних зборів» реалізується динаміка заходів у порт вітчизняних та іноземних суден; операції,

пов'язані з їх обслуговуванням, та паралельно формуються доходи і витрати портів служб.

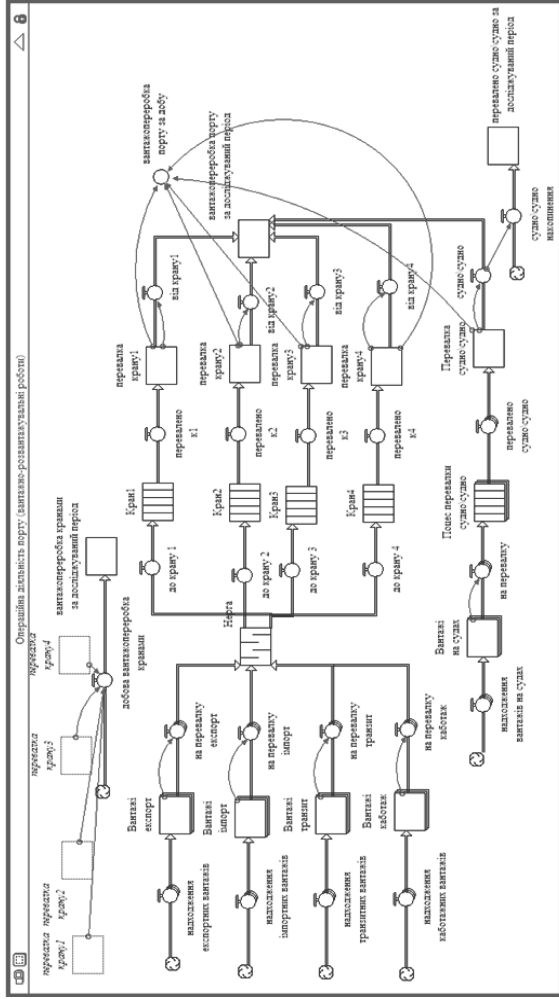


Рис. 6.2. Потокова діаграма блоку «Операційна діяльність порту (вантажно-розвантажувальні роботи)»

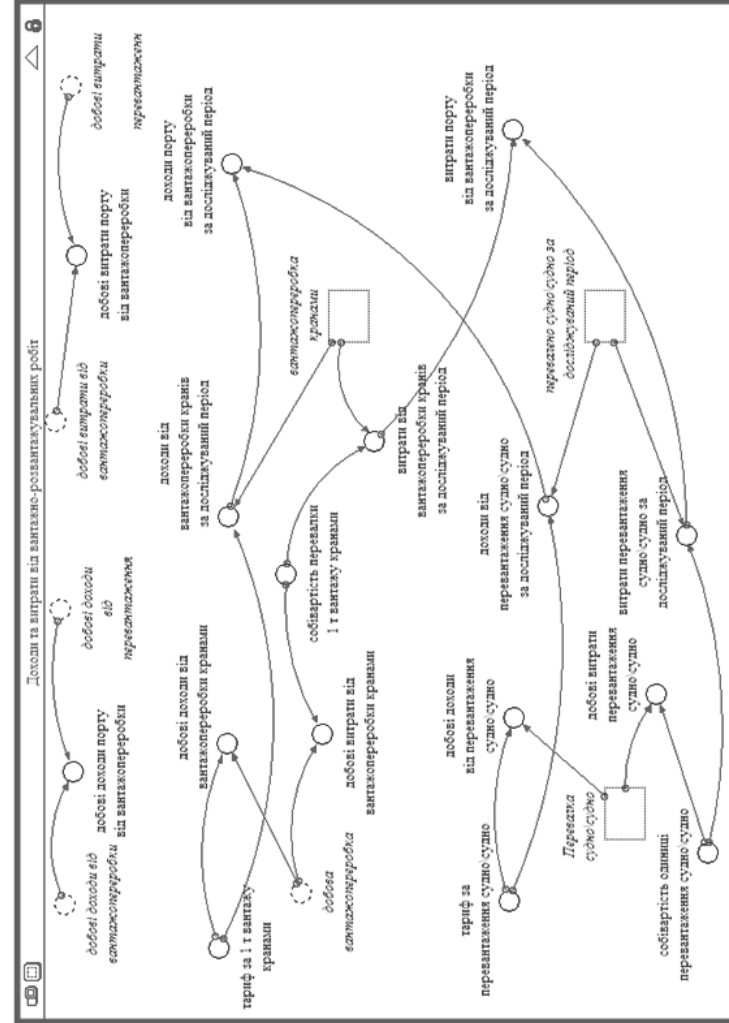


Рис. 6.3. Потокова діаграма блоку «Доходи та витрати від вантажно-розвантажувальних робіт»

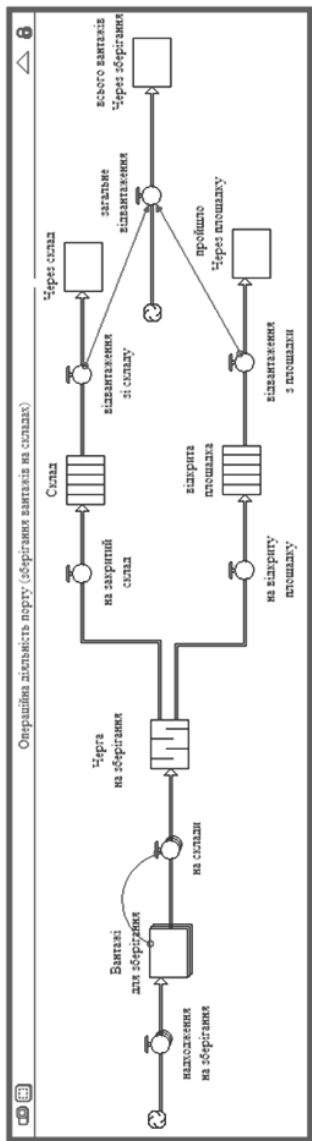


Рис. 6.4. Потокова діаграма блоку «Операційна діяльність порту (зберігання вантажів на складах)»

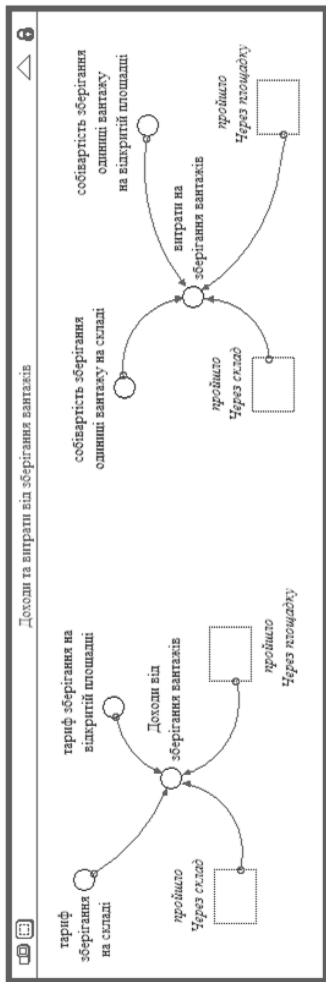


Рис. 6.5. Потокова діаграма блоку «Доходи та витрати від зберігання вантажів»

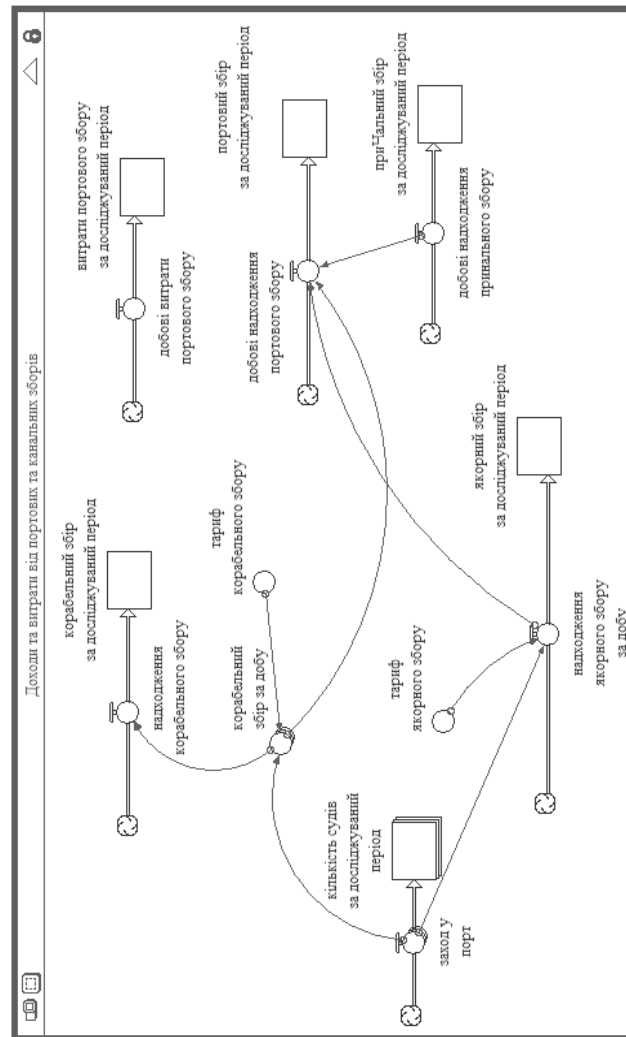


Рис. 6.6. Потокова діаграма блоку «Доходи та витрати від портових та каналних зборів»

Всі наведені блоки сполучені з центральним блоком моделі, в якому визначаються загальні доходи та витрати від діяльності порту впродовж року.

Далі представлені алгоритми розрахунків в межах моделі.

Витрати з утримання та ремонту водних шляхів

витрати_на_утримання_водних_шляхів_за_досліджуваний_період(t) =
 витрати_на_утримання_водних_шляхів_за_досліджуваний_період(t - dt) + (витрати_на_утримання) * dt
 INIT витрати_на_утримання_водних_шляхів_за_досліджуваний_період = 0
 INFLOWS:
 ☞ витрати_на_утримання = RANDOM(0.13,0.06)

Доходи та витрати від вантажно-розвантажувальних робіт

витрати_від_вантажопереробки_кранів_за_досліджуваний_період =
 вантажопереробка_кранами_за_досліджуваний_період*собівартість_перевалки_1_т_вантажу_кранами
 витрати_перевантаження_судно\судно_за_досліджуваний_період =
 перевалено_судно\судно_за_досліджуваний_період*собівартість_одиночї_перевантаження_судно\судно
 витрати_порту_від_вантажопереробки_за_досліджуваний_період =
 витрати_від_вантажопереробки_кранів_за_досліджуваний_період+витрати_перевантаження_судно\судно_за_досліджуваний_період
 добові_витрати_від_вантажопереробки_кранами =
 добова_вантажопереробка_кранами*собівартість_перевалки_1_т_вантажу_кранами
 добові_витрати_порту_від_вантажопереробки =
 добові_витрати_від_вантажопереробки_кранами+добові_витрати_перевантаження_судно\судно
 добові_витрати_перевантаження_судно\судно =
 Перевалка_судно\судно*собівартість_одиночї_перевантаження_судно\судно
 добові_доходи_від_перевантаження_судно\судно =
 Перевалка_судно\судно*тариф_за_перевантаження_судно\судно
 добові_доходи_від_вантажопереробки_кранами =
 тариф_за_1_т_вантажу_кранами*добова_вантажопереробка_кранами
 добові_доходи_порту_від_вантажопереробки =
 добові_доходи_від_перевантаження_судно\судно+добові_доходи_від_вантажопереробки_кранами
 доходи_від_вантажопереробки_кранів_за_досліджуваний_період =
 вантажопереробка_кранами_за_досліджуваний_період*тариф_за_1_т_вантажу_кранами
 доходи_від_перевантаження_судно\судно_за_досліджуваний_період =
 перевалено_судно\судно_за_досліджуваний_період*тариф_за_перевантаження_судно\судно
 доходи_порту_від_вантажопереробки_за_досліджуваний_період =
 доходи_від_вантажопереробки_кранів_за_досліджуваний_період+доходи_від_перевантаження_судно\судно_за_досліджуваний_період
 собівартість_одиночї_перевантаження_судно\судно = 30
 собівартість_перевалки_1_т_вантажу_кранами = 25
 тариф_за_1_т_вантажу_кранами = 23
 тариф_за_перевантаження_судно\судно = 23.1

Доходи та витрати від зберігання вантажів

витрати_на_зберігання_вантажів =
 пройшло_Нерез_склад*собівартість_зберігання_одиночї_вантажу_на_складі+пройшло_Нерез_площ_алку*собівартість_зберігання_одиночї_вантажу_на_відкритій_площаді
 Доходи_від_зберігання_вантажів =
 пройшло_Нерез_площадку*тариф_зберігання_на_відкритій_площаді+пройшло_Нерез_склад*тариф_зберігання_на_складі
 собівартість_зберігання_одиночї_вантажу_на_складі = 2
 собівартість_зберігання_одиночї_вантажу_на_відкритій_площаді = 1
 тариф_зберігання_на_складі = 3.4
 тариф_зберігання_на_відкритій_площаді = 3

Доходи та витрати від портових та каналних зборів

витрати_портового_збору_за_досліджуваний_період(t) =
 витрати_портового_збору_за_досліджуваний_період(t - dt) + (добові_витрати_портового_збору) * dt
 INIT витрати_портового_збору_за_досліджуваний_період = 0
 INFLOWS:
 ☞ добові_витрати_портового_збору = if (time)>=1 and time<=59) or (time)>=335 and time<=365) THEN RANDOM(0.16,0.1) ELSE
 if (time)>=60 and time<=120) or (time)>=274 and time<=334) THEN RANDOM(0.18,0.15) ELSE
 if (time)>=121 and time<=151) THEN RANDOM(0.4,0.3) ELSE
 RANDOM(0.5,0.3)
 кількість_судів_за_досліджуваний_період[KoLS](t) =
 кількість_судів_за_досліджуваний_період[KoLS](t - dt) + (заход_у_порт[KoLS]) * dt
 INIT кількість_судів_за_досліджуваний_період[KoLS] = 0
 INFLOWS:
 ☞ заход_у_порт[1] = if time>120 and time<280 then pulse(RANDOM(1,1),1,3) else
 pulse(RANDOM(1,0),1,5)
 ☞ заход_у_порт[2] = if time>120 and time<280 then pulse(RANDOM(2,1),1,2) else 0
 корабельний_збір_за_досліджуваний_період(t) = корабельний_збір_за_досліджуваний_період(t - dt) +
 (надходження_корабельного_збору) * dt
 INIT корабельний_збір_за_досліджуваний_період = 0
 INFLOWS:
 ☞ надходження_корабельного_збору =
 корабельний_збір_за_добу[1]+корабельний_збір_за_добу[2]
 портовий_збір_за_досліджуваний_період(t) = портовий_збір_за_досліджуваний_період(t - dt) +
 (добові_надходження_портового_збору) * dt
 INIT портовий_збір_за_досліджуваний_період = 0
 INFLOWS:
 ☞ добові_надходження_портового_збору =
 добові_надходження_принального_збору+надходження_якорного_збору_за_добу+корабельний_збір_за_добу[1]+корабельний_збір_за_добу[2]
 приНальний_збір_за_досліджуваний_період(t) = приНальний_збір_за_досліджуваний_період(t - dt) +
 (добові_надходження_принального_збору) * dt
 INIT приНальний_збір_за_досліджуваний_період = 0
 INFLOWS:
 ☞ добові_надходження_принального_збору = 0.95

- $\text{якорний_збір_за_досліджуваний_період}(t) = \text{якорний_збір_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{надходження_якорного_збору_за_добу}) * dt$
 $\text{INIT якорний_збір_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{надходження_якорного_збору_за_добу} = \text{заход_у_порт}[1] * \text{тариф_якорного_збору} * 2 + \text{заход_у_порт}[2] * \text{тариф_якорного_збору} * 3$
- $\text{корабельний_збір_за_добу}[1] = \text{заход_у_порт}[1] * \text{тариф_корабельного_збору}$
- $\text{корабельний_збір_за_добу}[2] = \text{заход_у_порт}[2] * \text{тариф_корабельного_збору}$
- $\text{тариф_корабельного_збору} = 0.648$
- $\text{тариф_якорного_збору} = 0.144$

Доходи та витрати від інших видів робіт та послуг

- $\text{витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період}(t) = \text{витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{витрати_за_іншими_видами_робіт}) * dt$
 $\text{INIT витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{витрати_за_іншими_видами_робіт} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{RANDOM}(4,3) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{RANDOM}(3,4) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{RANDOM}(8,5) \text{ ELSE}$
 $\text{RANDOM}(10,4)$
- $\text{доходи_від_інших_видів_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період}(t) = \text{доходи_від_інших_видів_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{надходження_за_інші_види_робіт}) * dt$
 $\text{INIT доходи_від_інших_видів_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{надходження_за_інші_види_робіт} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{RANDOM}(4,3) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{RANDOM}(3,4) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{RANDOM}(6,5) \text{ ELSE}$
 $\text{RANDOM}(7,4)$

Доходи та витрати від роботи СД, рейдового та місцевого флоту

- $\text{доходи_від_роботи_СД_флоту_за_досліджуваний_період}(t) = \text{доходи_від_роботи_СД_флоту_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{надходження_від_роботи_СД_флоту}) * dt$
 $\text{INIT доходи_від_роботи_СД_флоту_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{надходження_від_роботи_СД_флоту} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{RANDOM}(6,3) \text{ ELSE}$ 5)
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{RANDOM}(10,4) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{RANDOM}(20,5) \text{ ELSE}$
 $\text{RANDOM}(22,7)$
- $\text{собівартість_робіт_СД_флоту_за_досліджуваний_період}(t) = \text{собівартість_робіт_СД_флоту_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{витрати_СД_флоту}) * dt$
 $\text{INIT собівартість_робіт_СД_флоту_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{витрати_СД_флоту} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{RANDOM}(4,1) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{RANDOM}(5,2) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{RANDOM}(13,5) \text{ ELSE}$
 $\text{RANDOM}(16,7)$

Доходи та витрати, пов'язані з орендою флоту

- $\text{витрати_оренди_флоту_за_досліджуваний_період}(t) = \text{витрати_оренди_флоту_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{помісянні_витрати_оренди}) * dt$
 $\text{INIT витрати_оренди_флоту_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{помісянні_витрати_оренди} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(4,1), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(4,2), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(14,7), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{pulse}(\text{RANDOM}(18,8), 1, 30)$
- $\text{доходи_від_оренди_флоту_за_досліджуваний_період}(t) = \text{доходи_від_оренди_флоту_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{помісянне_надходження_орендної_плати}) * dt$
 $\text{INIT доходи_від_оренди_флоту_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{помісянне_надходження_орендної_плати} = \text{if}(time \geq 1 \text{ and } time \leq 59) \text{ or } (time = 335 \text{ and } time \leq 365) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(240,30), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 60 \text{ and } time \leq 120) \text{ or } (time = 274 \text{ and } time \leq 334) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(210,40), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{if}(time \geq 121 \text{ and } time \leq 151) \text{ THEN } \text{pulse}(\text{RANDOM}(370,30), 1, 30) \text{ ELSE}$
 $\text{pulse}(\text{RANDOM}(400,70), 1, 30)$

Загальні доходи та витрати від діяльності порту

- $\text{витрати_за_досліджуваний_період} = \text{витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період} + \text{витрати_на_утримання_водних_шляхів_за_досліджуваний_період} + \text{витрати_портового_збору_за_досліджуваний_період} + \text{витрати_оренди_флоту_за_досліджуваний_період} + \text{інші_витрати_за_досліджуваний_період} + \text{собівартість_робіт_СД_флоту_за_досліджуваний_період} + \text{витрати_на_зберігання_вантажів} + \text{витрати_порту_від_вантажопереробки_за_досліджуваний_період}$
- $\text{добові_витрати_порту} = \text{витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг_на_утримання_витрати_СД_флоту} + \text{добові_витрати_портового_збору} + \text{добові_витрати_порту_від_вантажопереробки} + \text{накопіння_інших_витрат}$
- $\text{доходи_за_досліджуваний_період} = \text{доходи_від_інших_видів_робіт_та_послуг_за_досліджуваний_період} + \text{доходи_від_оренди_флоту_за_досліджуваний_період} + \text{доходи_від_роботи_СД_флоту_за_досліджуваний_період} + \text{портовий_збір_за_досліджуваний_період} + \text{інші_доходи_за_досліджуваний_період} + \text{Доходи_від_зберігання_вантажів} + \text{доход_и_порту_від_вантажопереробки_за_досліджуваний_період}$
- $\text{сумарні_доходи_за_добу} = \text{добові_доходи_порту_від_вантажопереробки} + \text{добові_надходження_портового_збору} + \text{надходження_за_іншими_видами_робіт} + \text{надходження_інших_доходів} + \text{надходження_від_роботи_СД_флоту}$

Операційна діяльність порту (вантажно-розвантажувальні роботи)

- $\text{вантажопереробка_кранами_за_досліджуваний_період}(t) = \text{вантажопереробка_кранами_за_досліджуваний_період}(t - dt) + (\text{добова_вантажопереробка_кранами}) * dt$
 $\text{INIT вантажопереробка_кранами_за_досліджуваний_період} = 0$
 INFLOWS:
 « ф » $\text{добова_вантажопереробка_кранами} = \text{перевалка_крану1} + \text{перевалка_крану2} + \text{перевалка_крану3} + \text{перевалка_крану4}$


```

□ вантажопереробка_порту_за_досліджуваний_період(t) =
вантажопереробка_порту_за_досліджуваний_період(t - dt) + (від_крану2 + від_крану1 + від_крану3 +
від_крану4 + судно/судно) * dt
INIT вантажопереробка_порту_за_досліджуваний_період = 0
INFLOWS:
  ☞ від_крану2 = перевалка_крану2
  ☞ від_крану1 = перевалка_крану1
  ☞ від_крану3 = перевалка_крану3
  ☞ від_крану4 = перевалка_крану4
  ☞ судно/судно = Перевалка_судно/судно
□ Вантажі_експорт[GruzEkc](t) = Вантажі_експорт[GruzEkc](t - dt) +
(надходження_експортних_вантажів[GruzEkc] - на_перевалку_експорт[GruzEkc]) * dt
INIT Вантажі_експорт[GruzEkc] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_експортних_вантажів[zerno] = if (time)>=1 and time<=59) or (time)>=335 and
time<=365) THEN RANDOM(0.01,0.01) ELSE
if (time)>=60 and time<=120) or (time)>=274 and time<=334) THEN RANDOM(0.03,0.02) ELSE
if (time)>=121 and time<=151) THEN RANDOM(0.14,0.07) ELSE
RANDOM(0.15,0.08)
  ☞ надходження_експортних_вантажів[metall] = 0
  ☞ надходження_експортних_вантажів[building] = 0
OUTFLOWS:
  ☞ на_перевалку_експорт[GruzEkc] = Вантажі_експорт[GruzEkc]
□ Вантажі_каботаж[GruzKab](t) = Вантажі_каботаж[GruzKab](t - dt) +
(надходження_каботажних_вантажів[GruzKab] - на_перевалку_каботаж[GruzKab]) * dt
INIT Вантажі_каботаж[GruzKab] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_каботажних_вантажів[GruzKab] = 0
OUTFLOWS:
  ☞ на_перевалку_каботаж[GruzKab] = Вантажі_каботаж[GruzKab]
□ Вантажі_на_судах[GruzImp](t) = Вантажі_на_судах[GruzImp](t - dt) +
(надходження_вантажів_на_судах[GruzImp] - на_перевалку[GruzImp]) * dt
INIT Вантажі_на_судах[GruzImp] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_вантажів_на_судах[zerno] = 0
  ☞ надходження_вантажів_на_судах[ruda] = 0
  ☞ надходження_вантажів_на_судах[nafta] = if (time)>=1 and time<=59) or (time)>=335 and time<=365) THEN
RANDOM(0.01,0.01) ELSE
if (time)>=60 and time<=120) or (time)>=274 and time<=334) THEN RANDOM(0.01,0.015) ELSE
if (time)>=121 and time<=151) THEN RANDOM(0.08,0.05) ELSE
RANDOM(0.09,0.07)
OUTFLOWS:
  ☞ на_перевалку[zerno] = Вантажі_на_судах[zerno]
  ☞ на_перевалку[ruda] = Вантажі_на_судах[ruda]
  ☞ на_перевалку[nafta] = Вантажі_на_судах[nafta]
□ Вантажі_імпорт[GruzImp](t) = Вантажі_імпорт[GruzImp](t - dt) +
(надходження_імпортних_вантажів[GruzImp] - на_перевалку_імпорт[GruzImp]) * dt
INIT Вантажі_імпорт[GruzImp] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_імпортних_вантажів[zerno] = 0
  ☞ надходження_імпортних_вантажів[ruda] = 0
  ☞ надходження_імпортних_вантажів[nafta] = 0

```

```

OUTFLOWS:
  ☞ на_перевалку_імпорт[GruzImp] = Вантажі_імпорт[GruzImp]
□ Вантажі_транзит[GruzTr](t) = Вантажі_транзит[GruzTr](t - dt) +
(надходження_транзитних_вантажів[GruzTr] - на_перевалку_транзит[GruzTr]) * dt
INIT Вантажі_транзит[GruzTr] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_транзитних_вантажів[GruzTr] = 0
OUTFLOWS:
  ☞ на_перевалку_транзит[GruzTr] = Вантажі_транзит[GruzTr]
▣▣▣ Кран1(t) = Кран1(t - dt) + (до_крану_1 - перевалено_к1) * dt
INIT Кран1 = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.05
INFLOWS:
  ☞ до_крану_1 = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ перевалено_к1 = CONVEYOR OUTFLOW
▣▣▣ Кран2(t) = Кран2(t - dt) + (до_крану_2 - перевалено_к2) * dt
INIT Кран2 = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.005
INFLOWS:
  ☞ до_крану_2 = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ перевалено_к2 = CONVEYOR OUTFLOW
▣▣▣ Кран3(t) = Кран3(t - dt) + (до_крану_3 - перевалено_к3) * dt
INIT Кран3 = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.0005
INFLOWS:
  ☞ до_крану_3 = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ перевалено_к3 = CONVEYOR OUTFLOW
▣▣▣ Кран4(t) = Кран4(t - dt) + (до_крану_4 - перевалено_к4) * dt
INIT Кран4 = 0
TRANSIT TIME = 1
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.01
INFLOWS:
  ☞ до_крану_4 = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ перевалено_к4 = CONVEYOR OUTFLOW

```

```

[IV] Нерга(t) = Нерга(t - dt) + (на_перевалку_експорт[zerno] + на_перевалку_експорт[metall] +
на_перевалку_експорт[building] + на_перевалку_импорт[zerno] + на_перевалку_импорт[ruda] +
на_перевалку_импорт[nafta] + на_перевалку_транзит[sahar] + на_перевалку_транзит[ugol] +
на_перевалку_каботаж[zerno] + на_перевалку_каботаж[nafta] + на_перевалку_експорт[GruzEkc] +
на_перевалку_импорт[GruzImp] + на_перевалку_транзит[GruzTr] + на_перевалку_каботаж[GruzKab] -
до_крану_1 - до_крану_2 - до_крану_3 - до_крану_4) * dt
INIT Нерга = 0
INFLOWS:
  ☞ на_перевалку_експорт[GruzEkc] = Вантажі_експорт[GruzEkc]
  ☞ на_перевалку_импорт[GruzImp] = Вантажі_импорт[GruzImp]
  ☞ на_перевалку_транзит[GruzTr] = Вантажі_транзит[GruzTr]
  ☞ на_перевалку_каботаж[GruzKab] = Вантажі_каботаж[GruzKab]
OUTFLOWS:
  ☞ до_крану_1 = QUEUE OUTFLOW
  ☞ до_крану_2 = QUEUE OUTFLOW
  ☞ до_крану_3 = QUEUE OUTFLOW
  ☞ до_крану_4 = QUEUE OUTFLOW
[ ] перевалено_судно\судно_за_досліджуваний_період(t) =
перевалено_судно\судно_за_досліджуваний_період(t - dt) + (судно\судно_накопіння) * dt
INIT перевалено_судно\судно_за_досліджуваний_період = 0
INFLOWS:
  ☞ судно\судно_накопіння = судно\судно
[ ] перевалка_крану1(t) = перевалка_крану1(t - dt) + (перевалено_к1 - від_крану1) * dt
INIT перевалка_крану1 = 0
INFLOWS:
  ☞ перевалено_к1 = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ від_крану1 = перевалка_крану1
[ ] перевалка_крану2(t) = перевалка_крану2(t - dt) + (перевалено_к2 - від_крану2) * dt
INIT перевалка_крану2 = 0
INFLOWS:
  ☞ перевалено_к2 = CONVEYOR OUTFLOW

OUTFLOWS:
  ☞ від_крану2 = перевалка_крану2
[ ] перевалка_крану4(t) = перевалка_крану4(t - dt) + (перевалено_к4 - від_крану4) * dt
INIT перевалка_крану4 = 0
INFLOWS:
  ☞ перевалено_к4 = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ від_крану4 = перевалка_крану4
[ ] Перевалка_судно\судно(t) = Перевалка_судно\судно(t - dt) + (перевалено_судно\судно[GruzImp] +
перевалено_судно\судно[zerno] + перевалено_судно\судно[ruda] + перевалено_судно\судно[nafta] -
судно\судно) * dt
INIT Перевалка_судно\судно = 0
INFLOWS:
  ☞ перевалено_судно\судно[GruzImp] = CONVEYOR OUTFLOW

```

```

OUTFLOWS:
  ☞ судно\судно = Перевалка_судно\судно
[ ] перевалка_крану3(t) = перевалка_крану3(t - dt) + (перевалено_к3 - від_крану3) * dt
INIT перевалка_крану3 = 0
INFLOWS:
  ☞ перевалено_к3 = CONVEYOR OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ від_крану3 = перевалка_крану3
[ ] Поес_перевалки_судно\судно[GruzImp](t) = Поес_перевалки_судно\судно[GruzImp](t - dt) +
(на_перевалку[GruzImp] - перевалено_судно\судно[GruzImp]) * dt
INIT Поес_перевалки_судно\судно[GruzImp] = 0
INFLOWS:
  ☞ на_перевалку[zerno] = Вантажі_на_судах[zerno]
  ☞ на_перевалку[ruda] = Вантажі_на_судах[ruda]
  ☞ на_перевалку[nafta] = Вантажі_на_судах[nafta]
OUTFLOWS:
  ☞ перевалено_судно\судно[GruzImp] = CONVEYOR OUTFLOW
[ ] вантажопереробка_порту_за_добу =
перевалка_крану1+перевалка_крану2+перевалка_крану4+перевалка_крану3+Перевалка_судно\судно

Операційна діяльність порту (зберігання вантажів на складах)
[ ] Вантажі_для_зберігання[sklad](t) = Вантажі_для_зберігання[sklad](t - dt) +
(надходження_на_зберігання[sklad] - на_склади[sklad]) * dt
INIT Вантажі_для_зберігання[sklad] = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_на_зберігання[zerno] = if (time>=1 and time<=59) or (time>=335 and time<=365)
THEN RANDOM(0.01,0.01) ELSE
if (time>=60 and time<=120) or (time>=274 and time<=334) THEN RANDOM(0.03,0.02) ELSE
if (time>=121 and time<=151) THEN RANDOM(0.1,0.03) ELSE
RANDOM(0.11,0.05)
  ☞ надходження_на_зберігання[ruda] = 0
  ☞ надходження_на_зберігання[nafta] = 0
  ☞ надходження_на_зберігання[metallic] = 0
OUTFLOWS:
  ☞ на_склади[zerno] = Вантажі_для_зберігання[zerno]
  ☞ на_склади[ruda] = Вантажі_для_зберігання[ruda]
  ☞ на_склади[nafta] = Вантажі_для_зберігання[nafta]
  ☞ на_склади[metallic] = Вантажі_для_зберігання[metallic]
[ ] відкрита_площадка(t) = відкрита_площадка(t - dt) + (на_відкрити_площадку -
відвантаження_з_площадки) * dt
INIT відкрита_площадка = 0
TRANSIT TIME = 7
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.55
INFLOWS:
  ☞ на_відкрити_площадку = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ відвантаження_з_площадки = CONVEYOR OUTFLOW

```

```

IIII Склад(t) = Склад(t - dt) + (на_закритий_склад - відвантаження__зі_складу) * dt
INIT Склад = 0
TRANSIT TIME = 7
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = 0.1
INFLOWS:
  ☞ на_закритий_склад = QUEUE OUTFLOW
OUTFLOWS:
  ☞ відвантаження__зі_складу = CONVEYOR OUTFLOW

□ всього_вантажів_Нерез_зберігання(t) = всього_вантажів_Нерез_зберігання(t - dt) +
(загальне_відвантаження) * dt
INIT всього_вантажів_Нерез_зберігання = 0
INFLOWS:
  ☞ загальне_відвантаження = відвантаження__зі_складу + відвантаження__з_площадки
IIII Нерга_на_зберігання_(t) = Нерга_на_зберігання_(t - dt) + (на_склади[zerno] + на_склади[ruda] +
на_склади[nafta] + на_склади[metallic] + на_склади[sklad] - на_закритий_склад - на_відкриту_площадку) *
dt
INIT Нерга_на_зберігання_ = 0
INFLOWS:
  ☞ на_склади[zerno] = Вантажі_для_зберігання[zerno]
  ☞ на_склади[ruda] = Вантажі_для_зберігання[ruda]
  ☞ на_склади[nafta] = Вантажі_для_зберігання[nafta]
  ☞ на_склади[metallic] = Вантажі_для_зберігання[metallic]
OUTFLOWS:
  ☞ на_закритий_склад = QUEUE OUTFLOW
  ☞ на_відкриту_площадку = QUEUE OUTFLOW
□ пройшло_Нерез_склад(t) = пройшло_Нерез_склад(t - dt) + (відвантаження__зі_складу) * dt
INIT пройшло_Нерез_склад = 0
INFLOWS:
  ☞ відвантаження__зі_складу = CONVEYOR OUTFLOW
□ пройшло_Нерез_площадку(t) = пройшло_Нерез_площадку(t - dt) +
(відвантаження__з_площадки) * dt
INIT пройшло_Нерез_площадку = 0
INFLOWS:
  ☞ відвантаження__з_площадки = CONVEYOR OUTFLOW

```

Інші доходи (витрати) порту

```

□ інші_витрати_порту_за_досліджуваний_період(t) = інші_витрати_порту_за_досліджуваний_період(t - dt)
+ (накопичення_інших_витрат) * dt
INIT інші_витрати_порту_за_досліджуваний_період = 0
INFLOWS:
  ☞ накопичення_інших_витрат = RANDOM(5,4,3)
□ інші_доходи_за_досліджуваний_період(t) = інші_доходи_за_досліджуваний_період(t - dt) +
(надходження_інших_доходів) * dt
INIT інші_доходи_за_досліджуваний_період = 0
INFLOWS:
  ☞ надходження_інших_доходів = RANDOM(0.35,0.15)

```

6.2. Модель довгострокового прогнозування динаміки розвитку

Структура моделі довгострокового прогнозування динаміки розвитку порту наведена на рис. 6.9.

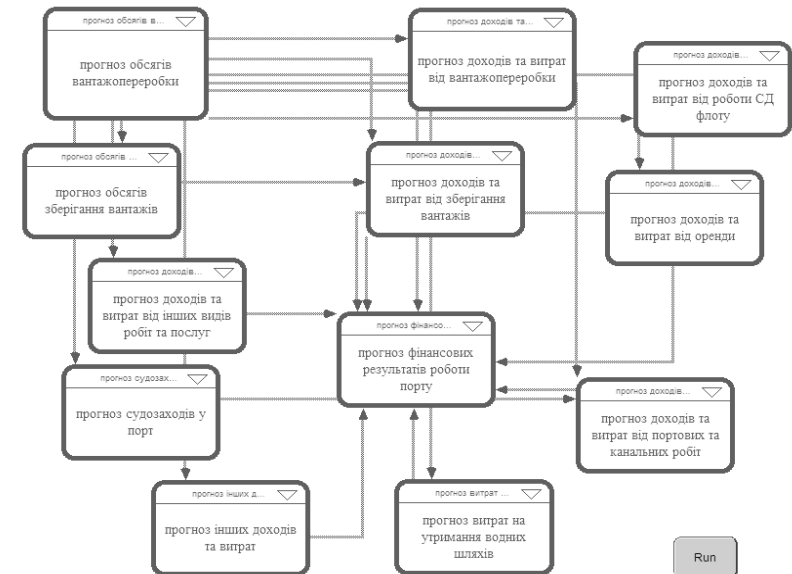


Рис. 6.9. Структура моделі довгострокового прогнозування функціонування порту

Прогнози динаміки розвитку основних складових операційної діяльності, а також доходної та витратної частин пов'язаних з ними фінансових потоків здійснювалися з використанням наявних статистичних даних за ретроспективні періоди, а також із врахуванням впливу різноманітних стохастичних факторів внутрішнього та зовнішнього середовища функціонування портового комплексу. В результаті формується загальна динаміка операційної та фінансової (в межах наведених операцій) діяльності на тривалу перспективу.

Потокові діаграми фрагменту моделі, який стосується прогнозування обсягів вантажопереробки порту та фінансових потоків доходів і витрат, пов'язаних з вантажопереробкою, наведені на рис. 6.10.

Обсяги вантажопереробки (за видами вантажів) моделюються за допомогою масиву фондів «вантажопереробка», рівень яких визначається вхідними потоками «вантажі». Темпи вхідних потоків визначаються двома конвертерами та підмоделлю:

- конвертер «статистика вантажопотоків» – задається функцією $GRAF(Time)$, де $Time$ – поточний час в межах процесу моделювання;
- конвертер «прогноз вантажопотоків» – визначається функцією $FORCST$, яка здійснює екстраполяцію тенденції «статистика вантажопотоків» на задану відстань у майбутнє. $FORCST$ обчислює тенденцію на вході, основу на значеннях вхідного конвертера, величини експоненціальної середньої входу першого порядку і середнього часу. Потім $FORCST$ екстраполює тенденцію на майбутнє. Наприклад,

$FORCST(статистика\ вантажопотоків, (рік\ даних - 2008 + 1), 5)$,

де «рік_даних» – змінна, в якій зберігається час закінчення наявної статистики (може встановлюватися користувачем автоматично на $CASE$ -рівні за допомогою стандартного блоку $Graphical\ Input\ Device$). В наведеному прикладі константа 2008 – рік початку наявної статистики. Прогноз робиться до 2018 року.

- підмодель «фактори впливу на обсяги вантажопотоків» призначена для генерації впливів комплексу детермінованих та стохастичних факторів.

Загальний фінансовий результат від вантажопереробки представлений у фрагменті, формується вхідним «доходи від вантажопереробки» та вихідним «витрати від вантажопереробки» потоками. Темпи потоків визначаються трьома конвертерами, один з яких задає наявну статистику доходів/витрат (функції $GRAF(Time)$); другий формує прогнозні дані (функції $FORCST$); третій – інтегральна змінна, значення якої (доходи/витрати) формується на базі роботи двох підмоделей («Загальні фактори», «специфічні фактори»).

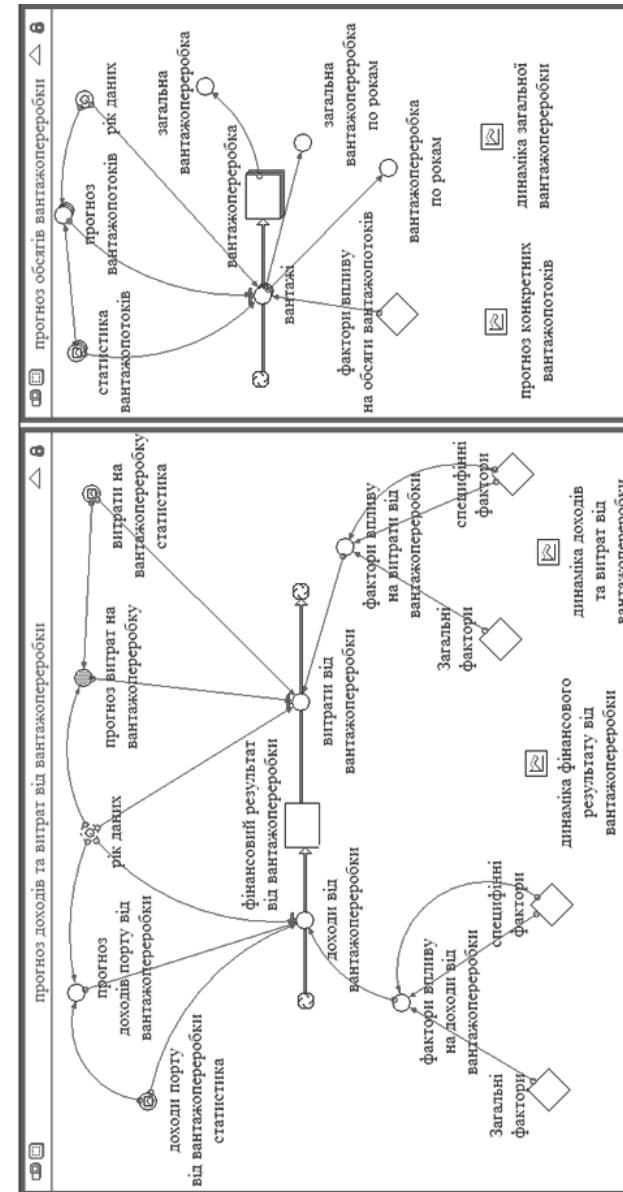


Рис. 6.10. Моделні блоки «Прогноз обсягів вантажопереробки» та «Прогноз доходів та витрат від вантажопереробки» (фрагменти)

До складу загальних належать економічні, політичні фактори; кліматичні та екологічні впливи. Специфічні фактори відображають стан обладнання, інфраструктури порту; хід днопоглиблювальних робіт; зміни рівня витрат на паливо, електроенергію, матеріали, заробітну плату, ремонтні роботи; наявність непередбачуваних витрат тощо. Комплекс факторів формується гнучко. Також передбачені різні алгоритми визначення конкретних та інтегральних впливів (з використанням різних законів розподілу стохастичних величин) залежно від змодельованих ситуацій.

На основі моделювання динаміки окремих складових формується загальна динаміка операційної та фінансової (в межах наведених операцій) діяльності порту на тривалу перспективу (фрагмент потокової діаграми – рис. 6.11).

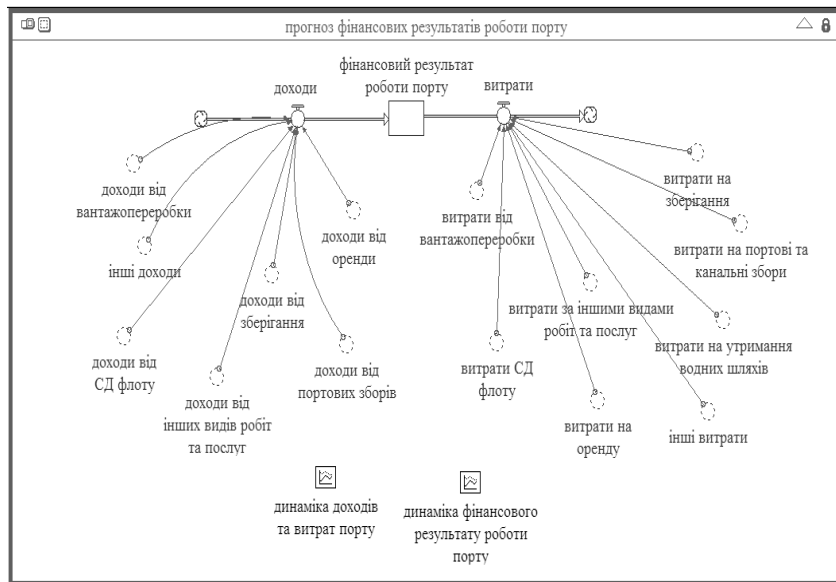


Рис. 6.11. Модельний блок «Прогноз фінансових результатів роботи порту» (фрагмент)

Алгоритм розрахунків за наведеними блоками виглядає наступним чином:

прогноз обсягів вантажопереробки

```

 вантажопереробка(t) = вантажопереробка(t - dt) + (вантажі) * dt
INIT вантажопереробка = 0
INFLOWS:
  * вантажі = if time<=рік_даних THEN статистика_вантажопотоків ELSE
    прогноз_вантажопотоків / економічні
    прогноз_вантажопотоків / економічні
 вантажопереробка_по_рокам = вантажі
 загальна_вантажопереробка_по_рокам = вантажі
 загальна_вантажопереробка = вантажопереробка
 прогноз_вантажопотоків = FORCST(статистика_вантажопотоків,(рік_даних-2008+1), 5)
 рік_даних = 2013
 статистика_вантажопотоків = GRAPH(time)
 (2008, 43.5), (2009, 39.5), (2010, 36.2), (2011, 27.5), (2012, 35.3), (2013, 29.9)
 фактори впливу на обсяги вантажопотоків
  
```

прогноз доходів та витрат від вантажопереробки

```

 фінансовий_результат_від_вантажопереробки(t) = фінансовий_результат_від_вантажопереробки(t - dt) +
  (доходи_від_вантажопереробки - витрати_від_вантажопереробки) * dt
INIT фінансовий_результат_від_вантажопереробки = 0
INFLOWS:
  * доходи_від_вантажопереробки = if time<=рік_даних THEN
    доходи_порту_від_вантажопереробки_статистика ELSE
    прогноз_доходів_порту_від_вантажопереробки *
    фактори_впливу_на_доходи_від_вантажопереробки
OUTFLOWS:
  * витрати_від_вантажопереробки = if time<=рік_даних THEN
    витрати_на_вантажопереробку_статистика ELSE
    прогноз_витрат_на_вантажопереробку * фактори_впливу_на_витрати_від_вантажопереробки
 прогноз_витрат_на_вантажопереробку =
  FORCST(витрати_на_вантажопереробку_статистика,(рік_даних-2008+1), 5)
 прогноз_доходів_порту_від_вантажопереробки =
  FORCST(доходи_порту_від_вантажопереробки_статистика,(рік_даних-2008+1), 5)
 фактори_впливу_на_витрати_від_вантажопереробки = (спец_фактор2+спец_фактор_2)/2
 фактори_впливу_на_доходи_від_вантажопереробки = (фактор_загального_впливу +
  специфічний_фактор_1)/2
 витрати_на_вантажопереробку_статистика = GRAPH(time)
 (2008, 1200), (2009, 840), (2010, 790), (2011, 669), (2012, 1064)
 доходи_порту_від_вантажопереробки_статистика = GRAPH(time)
 (2008, 1850), (2009, 1200), (2010, 960), (2011, 890), (2012, 816)
 загальні_фактори_2
 спец_фактор_2 = 1.2
 загальні_фактори_1
 фактор_загального_впливу = 1.5
  
```

◇ спеціфінні фактори 2
 ○ спец_фактор2 = 1.2
 ◇ спеціфінні фактори 1
 ○ спеціфінний_фактор_1 = 2

прогноз фінансових результатів роботи порту
 фінансовий_результат_роботи_порту(t) = фінансовий_результат_роботи_порту(t - dt) + (доходи - витрати) * dt
 INIT фінансовий_результат_роботи_порту = 0
INFLOWS:
 -> доходи =
 доходи_від_зберігання+доходи_від_портових_зборів+доходи_від_інших_видів_робіт_та_послуг+
 доходи_від_оренди+доходи_від_СД_флоту+доходи_від_вантажопереробки+інші_доходи
OUTFLOWS:
 -> витрати =
 (витрати_від_вантажопереробки+витрати_за_іншими_видами_робіт_та_послуг+витрати_на_зберігання+
 витрати_на_портові_та_каналні_збори+витрати_на_оренду+витрати_СД_флоту+інші_витрати+витрати_на_утримання_водних_шляхів)

6.3. Імітація процесів функціонування морського порту

Розглянемо результати роботи модельного комплексу на прикладі фрагментів імітаційних експериментів впродовж року (крок імітації – доба) та на довгострокову перспективу (крок імітації – рік).

В результаті проведених експериментів отримана прогнозна динаміка добової вантажопереробки впродовж року (рис. 6.12). Спостерігається сезонна динаміка робіт, що відповідає періодам навігації.

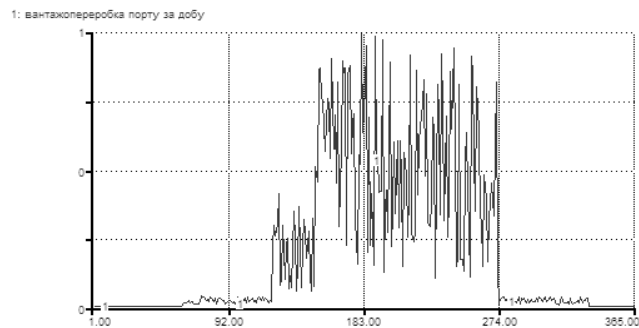


Рис. 6.12. Динаміка добової вантажопереробки порту впродовж року (тис. т)

Модельні експерименти довели, що у періоди спаду навігації крани простоюють, але у найбільш напружені періоди спостерігається недостатність наявних потужностей. Черга до кранів значна, що видно з рис. 6.13.

Це значно впливає на якість та строки проведення вантажно-розвантажувальних робіт у порту та обслуговування клієнтів (суден). В ході вивчення ситуації встановлено, що крани потребують капітального ремонту, а поточні ремонти вирішують проблему лише на деякій час. Часті поточні ремонти призводять до збільшення витрат (матеріальних та трудових) щодо підтримки кранового господарства у робочому стані. Якщо не завдати відповідних заходів, робочий стан кранів буде «вузким місцем», особливо у періоди інтенсивної навігації.

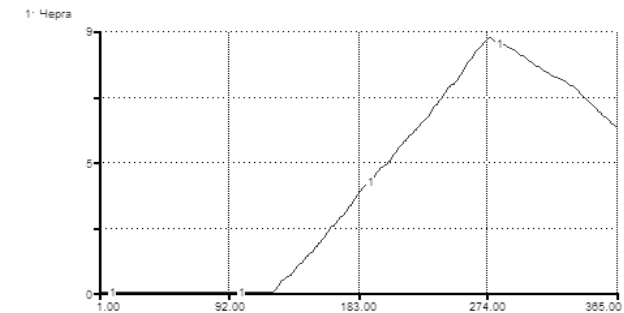


Рис. 6.13. Динаміка черги на перевалку вантажів порталними кранами (тис. т)

Загалом імітаційні експерименти довели, що портове обладнання потребує значної модернізації.

Приблизно третину від загального обсягу вантажно-розвантажувальних робіт складає перевалка вантажів на рейді – судно/судно. Операції з перевалки здійснюються без швартування суден до причалу, а безпосередньо в акваторії порту з судна на судно згідно з типом вантажів та конкретною ситуацією. Динаміка добової перевалки судно/судно впродовж року наведена на рис. 6.14.

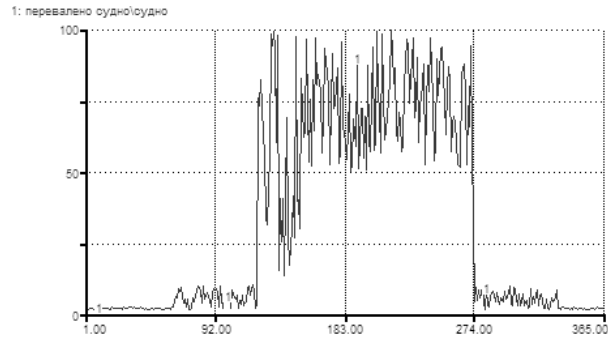


Рис. 6.14. Динаміка добової перевалки вантажів судно/судно (т)

Прогнозна динаміка загальних обсягів вантажопереробки на довгострокову перспективу без врахування та з врахуванням впливу стохастичних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища представлена, відповідно, на рис. 6.15 та рис. 6.16.

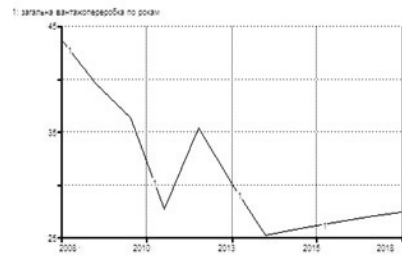


Рис. 6.15. Динаміка вантажопереробки без врахування факторного впливу (тис. т)

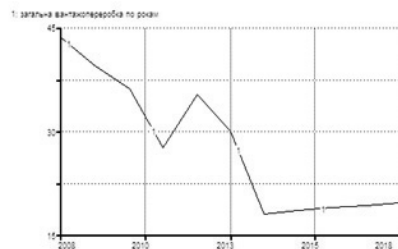


Рис. 6.16. Динаміка вантажопереробки з врахуванням факторного впливу (тис. т)

З наведеного видно, що прогнози динаміки обсягів вантажно-розвантажувальних робіт по порту загалом несприятливі. Однак, це стосується не всіх видів вантажів. Наприклад, відносно вантажопереробки зерна прогнозується позитивна тенденція на тривалу перспективу (рис. 6.17).



Рис. 6.17. Динаміка вантажопереробки зернових з урахуванням факторного впливу (тис. т)

Інтенсивність навігації безпосередньо впливає на потребу у складських приміщеннях. Виявлено, що загалом складських площ достатньо, зважаючи на вантажопотоки порту. Але правила зберігання не завжди дотримуються – критої площі не вистачає у найбільш активні сезони, у зв'язку з чим вимушено використовується відкрита площадка. Наприклад, на рис. 6.18 та рис. 6.19 наведені, відповідно, динаміка стану черги на зберігання та динаміка проходження потоків зерна через склад та відкриту площадку.

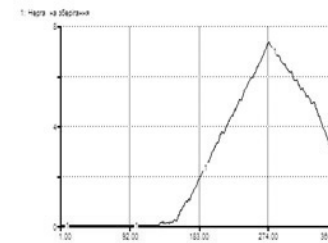


Рис. 6.18. Динаміка стану черги на зберігання зерна (т)

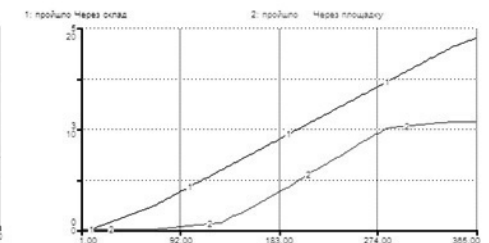


Рис. 6.19. Динаміка проходження вантажу через склад та відкриту площадку наростаючим підсумком (тис. т)

Експеримент доводить, що черги практично немає: несуттєва спостерігається у періоді найбільш інтенсивної навігації. Але відкрита площадка вимушено використовується в кілька разів інтенсивніше, ніж критий склад, хоча погіршуються або зовсім порушуються умови зберігання та мають місце втрати вантажу. «Вузьке місце» щодо використання складських площ створює і недосконала інфраструктура порту. Транзитні вантажопотоки часто затримуються за цієї причини.

Підприємства портового господарства мають власні особливості формування фінансових потоків. Згідно зі статистичною формою № 14 фін (вод) доходи та витрати портів розподіляються за типовими статтями: «Вантажні перевезення транспортним флотом»; «Пасажирські перевезення транспортним флотом»; «Вантажно-розвантажувальні роботи»; «Робота службово-допоміжного, рейдового та місцевого флоту»; «Портові та каналні збори»; «Оренда флоту»; «Аварійно-рятувальні, суднопідйомні роботи, роботи з очищення акваторії порту»; «Незбереження вантажів при перевезеннях, перевалці та зберіганні»; «Утримання і ремонт водних шляхів»; «Інші види робіт та послуг»; «Інші доходи (витрати)». Згідно з цим в моделі імітація фінансових потоків (доходів/витрат), пов'язаних з операційною діяльністю, здійснюється за аналогічними складовими.

Динаміка загального фінансового результату (доходів та витрат від діяльності підприємства водного транспорту наростаючим підсумком впродовж року), наведена на рис. 6.20, загалом демонструє збитковість порту.

Якщо витрати і надалі будуть значно збільшуватися (що імітується у моделі впливом багатьох детермінованих та стохастичних факторів), фінансове становище суттєво погіршиться. Серед найбільш впливових факторів – збільшення обсягів споживання та цін на паливо і електроенергію; сировину і матеріали, пов'язані з ремонтами портового обладнання.

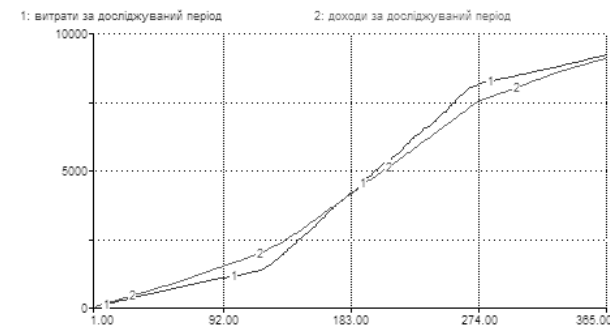


Рис. 6.20. Динаміка доходів та витрат від діяльності порту (тис. грн)

Проведений у зв'язку з цим аналіз довів, що квота відповідних витрат у загальному обсязі штучно зменшена завдяки, наприклад, закупівлі палива у мінімальних розмірах; проведення тільки поточних «підтримуючих» ремонтів, а також значного скорочення штату і відповідного зменшення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.

Серед складових доходної частини фінансових потоків порту найбільша інтенсивність спостерігається по доходам від роботи службово-допоміжного (СД), рейдового та місцевого флоту (рис. 6.21); доходам від оренди флоту, а також від інших видів робіт та послуг (рис. 6.22).

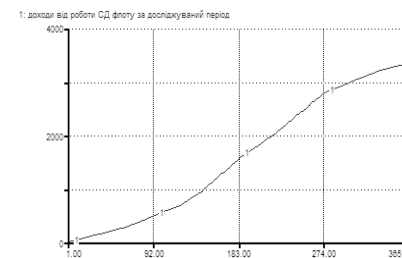


Рис. 6.21. Динаміка доходів від роботи СД, рейдового та місцевого флоту наростаючим підсумком упродовж року (тис. грн.)

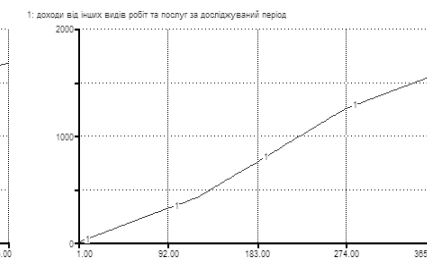


Рис. 6.22. Динаміка доходів від інших видів робіт та послуг наростаючим підсумком упродовж року (тис. грн.)

Аналіз попередніх періодів довів, що така ситуація є наслідком достатньо сталої тенденції і обумовлена одержанням доходів від надання послуг портовим флотом (буксирами, бункерувальниками питної води), а також надходженням доходів від інших послуг, що надаються службою портового нагляду (оформлення приходу-відходу, завірення журналів тощо), адміністративно-господарським відділом (обслуговування пасажирів, послуги автотранспорту, ВОХР) та портовим пунктом (наприклад, послуги докерів та т. ін.).

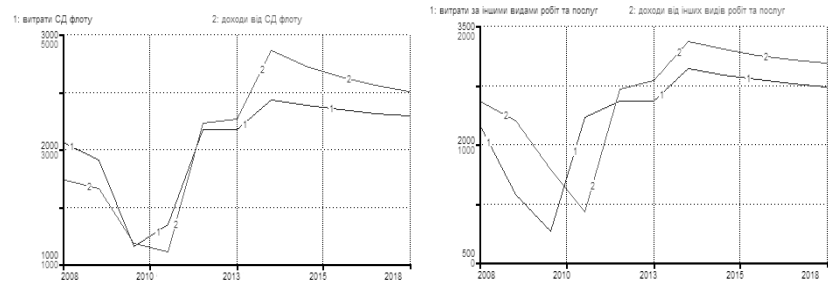


Рис. 6.23. Прогноз динаміки доходів і витрат від роботи СД, рейдового та місцевого флоту (тис. грн)

Рис. 6.24. Прогноз динаміки доходів та витрат від інших видів робіт та послуг (тис. грн)

Позитивна динаміка наведених доходів, згідно з довгостроковим прогнозом, зберігатиметься і надалі (рис. 6.23, 6.24). Однак, на фоні зростання витрат, особливо, за іншими видами послуг.

Доходи від оренди флоту мають місце на фоні відносно мінімальних витрат, пов'язаних з цим видом діяльності (рис. 6.25). Однак, наведена тенденція не є сталою. Результати імітаційних експериментів доводять спад доходів від оренди, що обумовлено поступовим виведенням зі строю, списанням буксирів, плавучих кранів та практично відсутністю оновлення портового флоту (рис. 6.26).

Динаміці доходної частини фінансових потоків порту, пов'язаних з вантажопереробкою (рис. 6.27), відповідає динаміка доходів від зберігання вантажів (рис. 6.28).

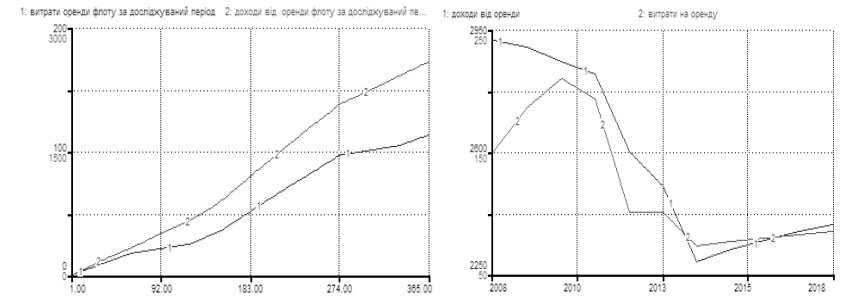


Рис. 6.25. Динаміка доходів та витрат від оренди флоту наростаючим підсумком впродовж року, тис. грн

Рис. 6.26. Прогнозна динаміка доходів та витрат від оренди флоту, тис. грн

Якщо існуючі реалії та кризові явища будуть зберігатися та поглиблюватися, вірогіднішим є песимістичний варіант – негативна динаміка доходів та, відповідно, позитивна динаміка витрат.

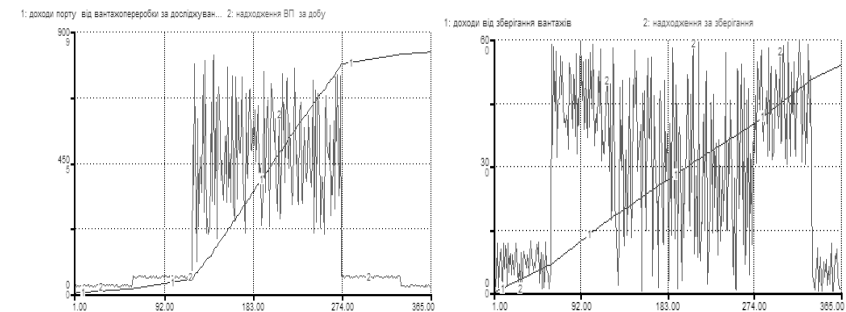


Рис. 6.27. Динаміка доходів порту від вантажопереробки, тис. грн.

Рис. 6.28. Динаміка доходів від зберігання вантажів, тис. грн.

Песимістичний (рис. 6.29) та оптимістичний (рис. 6.30) прогнози динаміки доходів та витрат від вантажопереробки демонструють два ймовірні варіанти розвитку подій.

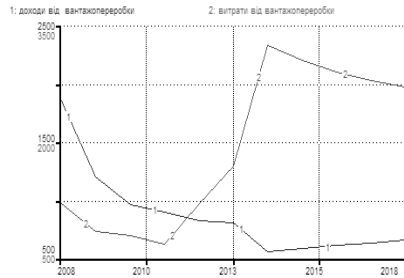


Рис. 6.29. Песимістичний прогноз доходів та витрат від вантажно-розвантажувальних робіт (тис. грн)

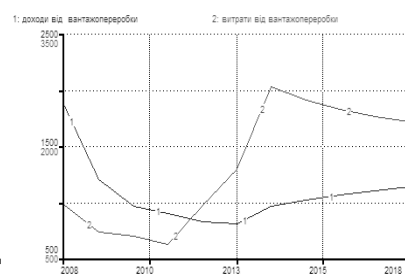


Рис. 6.30. Оптимістичний прогноз доходів та витрат від вантажно-розвантажувальних робіт (тис. грн)

В разі зміни ситуації та з врахуванням більш сприятливого впливу факторів зовнішнього та внутрішнього оточення прогнозується поступове збільшення доходів від вантажопереробки, однак, все одно зі значним підвищенням рівня витрат – оптимістичний прогноз.

Існуючий стан падіння вантажопереробки порту спричинений наступним.

Значно ускладнили функціонування порту Усть-Дунайськ ліквідація ліхтеровозної системи, замулювання судноплавного каналу Прірва, припинення наскрізного судноплавства на р. Дунай. Із запуском румунського каналу «Чорновода-Констанца» порт внаслідок недосконалої інфраструктури вступив в конкуренцію з портом Констанца. Сукупність зазначених проблем, економічні реалії в Україні (економічна криза, вимоги карантинних органів від вантажовласників, які перевозять транзитне зерно через українські дунайські порти) привело до значних втрат вантажопотоків. Окрім цього, значний вплив на зниження динамік вантажопотоків спричинила повна зупинка виробничої діяльності у Жебриянівській бухті. Виведені з експлуатації та законсервовані

морський підхідний канал, акваторія бази порту, бочкові стоянки, з'єднувальний канал та адміністративно-господарський комплекс. Припинилася обробка багатогабаритних суден. З 2007 року перевантажування здійснювалося тільки в портовому пункті Кілія, який може приймати під обробку судна з осадкою менш 4,5 м.

Динаміка потоку надходження портових зборів загалом позитивна, але нерівномірна впродовж року (рис. 6.31).

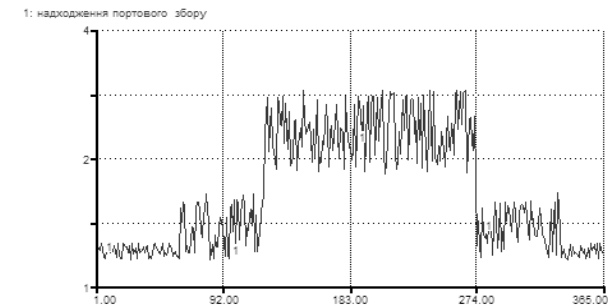


Рис. 6.31. Динаміка добового надходження портових зборів (тис. грн)

Процес цілком об'єктивний та залежний від числа судозаходів і оброблених у порту суден. Носить виражений сезонний характер. Якщо прогнозуються несприятливі кліматичні умови (раннє закриття навігації на річці Дунай у зв'язку з льодовою обстановкою), можливо падіння рівня потоку досліджуваних зборів та втрата коштів у зимовий період. Експерименти доводять значне падіння відповідних доходів у перспективі, що спричинено негативною динамікою числа заходів у порт вітчизняних і, особливо, іноземних суден.

За результатами імітаційних експериментів (песимістичний варіант) у довгостроковій перспективі прогнозується значне скорочення портових і каналних зборів та паралельно зростання витрат (рис. 6.32). Ситуація незначно поліпшиться до 2018 року: прогнозується невелика позитивна динаміка. За оптимістичним варіантом стан дещо кращий (рис. 6.33). Ситуація має

об'єктивні пояснення, якщо звернутися до розгляду динаміки кількості оброблених у порту вітчизняних та іноземних суден, яка сформувалася у зв'язку з наведеними вище обставинами – песимістичний варіант (рис. 6.34). За оптимістичним прогнозом динаміка судозаходів має поліпшитися (рис. 6.35).

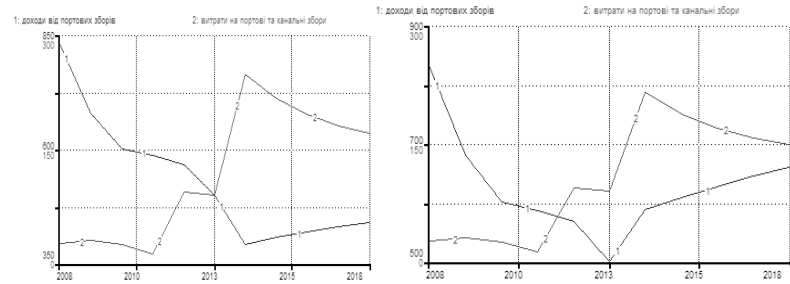


Рис. 6.32. Песимістичний прогноз доходів та витрат від від портових та каналних робіт (тис. грн)

Рис. 6.33. Оптимістичний прогноз доходів та витрат від від портових та каналних робіт (тис. грн)

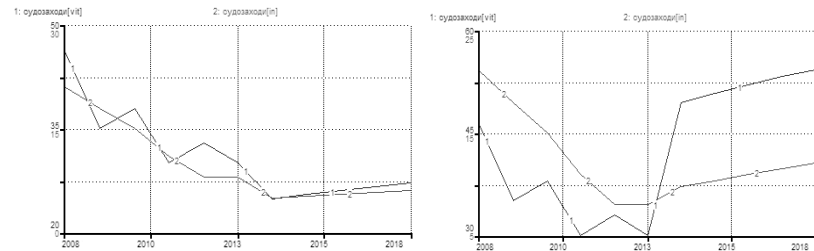


Рис. 6.34. Песимістичний прогноз динаміки судозаходів вітчизняних (vit) та іноземних (in) суден (шт.)

Рис. 6.35. Оптимістичний прогноз динаміки судозаходів вітчизняних (vit) та іноземних (in) суден (шт.)

Довгостроковий прогноз динаміки доходів та витрат від діяльності порту – песимістичний та оптимістичний варіант – наведені, відповідно, на рис. 6.36 та рис. 6.37.

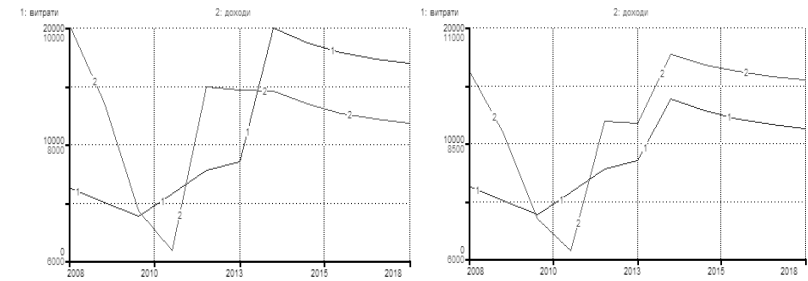


Рис. 6.36. Песимістичний прогноз динаміки доходів та витрат від діяльності порту (тис. грн)

Рис. 6.37. Оптимістичний прогноз динаміки доходів та витрат від діяльності порту (тис. грн)

Дослідження діяльності порту на базі розроблених моделей дозволило визначити та обґрунтувати наступні важливі тенденції:

- Спад загальних обсягів вантажообігу, викликаний світовою економічною кризою, внутрішніми економічними та політичними проблемами, зниженням обсягів транзиту вантажів суміжних держав.

- Позитивні середньо- та довгострокові прогнози стосовно окремих видів вантажів (зокрема, експорту зерна та сировинних ресурсів). Це потребує введення додаткових площ зберігання з дотриманням відповідних умов, а також забезпечення оперативності вантажно-розвантажувальних робіт (особливо в активні сезони навігації) завдяки залученню необхідних потужностей вантажно-розвантажувальної техніки.

- Різке падіння доходів від вантажно-розвантажувальних робіт за останні роки, що створило умови для накопичення великих кредиторських зобов'язань. Відсутність достатніх обігових коштів не дає можливості виконати ці зобов'язання, а це, в свою чергу, не дозволяє оперативно відновити

виробничий процес. Якщо таке становище буде зберігатися і надалі, а негативний вплив факторів внутрішнього та зовнішнього середовища функціонування порту посилюватися, модельні експерименти доводять суттєве падіння доходів від вантажно-розвантажувальних робіт на довготривалу перспективу. Якщо вживання відповідних заходів (залучення інвестицій для технічного переоснащення порту, більш ефективне використання наявної інфраструктури та т. ін.) пройде успішно, прогнозуються більш оптимістичні результати щодо доходної частини вантажопереробки. У зв'язку з цим визначено, що для перетворення ДП «МТП «Усть-Дунайськ» у конкурентоспроможний високотехнологічний транзитний порт із залученням додаткового транзитного вантажопотоку з Придунайських країн і навпаки доцільно провести наступні роботи:

- провести реконструкцію сполучного каналу шляхом встановлення затвора на внутрішню акваторію порту з каналу Прірва;
 - провести днопоглиблювальні роботи на внутрішній акваторії порту і в морському підхідному каналі до проектних глибин, з наступним їх збільшенням до 15-17 метрів;
 - здійснити будівництво глибоководних причалів для переробки навалювальних, сипучих та генеральних вантажів з боку річкової частини каналу Прірва, будівництво річкових причалів для обробки річкових суден.
- Старіння основних фондів та внаслідок цього зниження їх пропускної здатності. Насамперед це стосується основного портового перевантажувального обладнання. Ступінь зносу порталних кранів перевищує 90 %. Схожа ситуація з портовим флотом, парком навантажувачів, іншою технікою.
- Низька економічна ефективність роботи порту; недосконалість моделей управління портовим господарством та його розвитком; відсутність середньо- і довгострокових планів розвитку. В разі зберігання наявних умов і тенденцій на моделях прогнозується погіршення ситуації у найближчі роки.

– Низький обсяг інвестицій в розвиток порту. Зокрема, це обумовлено знаходженням порту в економічно-депресивному районі. Відсутність системи комунікацій, слабкий розвиток соціальної та виробничої інфраструктури, необхідність значних капіталовкладень для відновлення виробничої діяльності не сприяють активному інвестуванню порту.

Наведені тенденції підтверджують необхідність вирішення проблем, які постають перед портом у короткостроковій та довготривалій перспективі, а саме: збереження та відновлення гирлового транзитного порту, який буде конкурентоспроможним з основним конкурентом – портом Констанца; забезпечення високого рівня безпеки мореплавства та екологічної безпеки; підвищення ефективності використання державного майна та конкурентоспроможності порту на міжнародних ринках; прийняття організаційних, цивільно-правових та кримінально-правових заходів щодо повернення простроченої дебіторської заборгованості; прийняття заходів щодо покращення інвестиційної привабливості підприємства з метою залучення інвесторів для проведення робіт по відновленню проектних глибин та вантажоспроможності порту (створення вільної економічної зони); відновлення вантажопотоку; одержання знижок на прохід каналу Дунай – Чорне море для суден, прямує до портопункту Кілія.

Запропоновані моделі прогнозу динаміки функціонування порту є інструментами постійного використання. Тренажерний характер моделей дозволяє програвати багатофакторні зміни ситуацій, створювати низку сценаріїв можливого розвитку подій. Проведення аналізу чутливості моделей наглядно демонструє зміни результатів експериментів в залежності від варіації конкретних параметрів. Прогнози, отримані в ході експлуатації моделей, треба оцінювати не з позицій величини похибки, а з позицій достовірності загальних тенденцій процесів, можливостей заздалегідь уявити «вузькі місця» та прийняти відповідні заходи. Запропоновані імітаційні моделі є модульними та відкритими, що сприяє їх пристосуванню до умов конкретних портових комплексів.

РОЗДІЛ 7

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА МАКРО- ТА МЕЗОРІВНЯХ

7.1. Модель динаміки людського потенціалу держави

Управління розвитком людських ресурсів держави потребує проведення як ретроспективного, так і прогностичного аналізу стану людського потенціалу та можливих напрямків його зміни. Щорічно ООН проводить порівняльний міждержавний аналіз рівня людського розвитку в країнах світу. Згідно з цим побудовані єдині методологічні принципи оцінювання та система показників, на базі яких утворюються інтегральні показники рівня людського розвитку конкретної країни.

Загальними принципами утворення системи оцінювання є наступні:

- Фактори визначають основні напрями людського розвитку.
- Кількість факторів обмежена невеликою множиною.
- Реалізується інформаційна відкритість країн щодо отримання необхідних даних.

Перевагами єдиного методологічного підходу є встановлення рейтингу країни за рівнем людського розвитку, а також визначення пріоритетних напрямів економічної політики у сфері охорони здоров'я, освіти та умов життя для забезпечення сталого зростання рівня людського розвитку.

Одним з найважливіших інтегральних показників за методикою ООН є індекс розвитку людського потенціалу (ІРЛП).

Індекс має три виміри за чотирма індикаторами:

- Здоров'я – очікувана тривалість життя при народженні.
- Освіта:
 - середня тривалість навчання;
 - очікувана тривалість навчання.
- Рівень життя – валовий національний дохід на душу населення.

Алгоритми розрахунку індексу встановлюються методикою та визначаються на сьогодні за двома варіантами (як середньоарифметичне та середньгеометричне складових індексу). Достовірність отриманого значення індексу залежить від достовірності визначення його складових, а саме – від вхідної інформаційної бази розрахунків.

Для аналізу динаміки індексів на перспективу потрібна адекватна математична модель, яка б задовольняла наступним головним вимогам:

- врахування реальної динаміки розвитку людських ресурсів;
- врахування впливу на кінцеві результати різноманітних стохастичних факторів, які б відтворювали мінливість внутрішнього та зовнішнього стану досліджуваної системи;
- забезпечення відкритості та модульності моделі з метою внеску корективів (зміни параметрів моделювання);
- реалізація ситуаційного підходу та тренажерного характеру моделювання для опробування різних управлінських впливів на розвиток людських ресурсів;
- простота та легкість у використанні.

Згідно з окресленою проблемою розроблена багатомодульна модель дослідження динаміки індексу розвитку людського потенціалу та показників бідності [69]. На CASE-рівні загальна структура моделі наведена на рис. 7.1. Модель містить дев'ять модулів:

1. «Зростання народонаселення». Призначений для імітації приросту населення з врахуванням впливу рівня життя та комплексу загальних факторів.
2. «Екологічна ситуація в країні» – здійснюється імітація впливу комплексу факторів на середній рівень забруднення навколишнього середовища.
3. «Прогноз росту народонаселення». Призначений для прогнозування чисельності населення країни з врахуванням впливу екології на процеси народження та смертності.

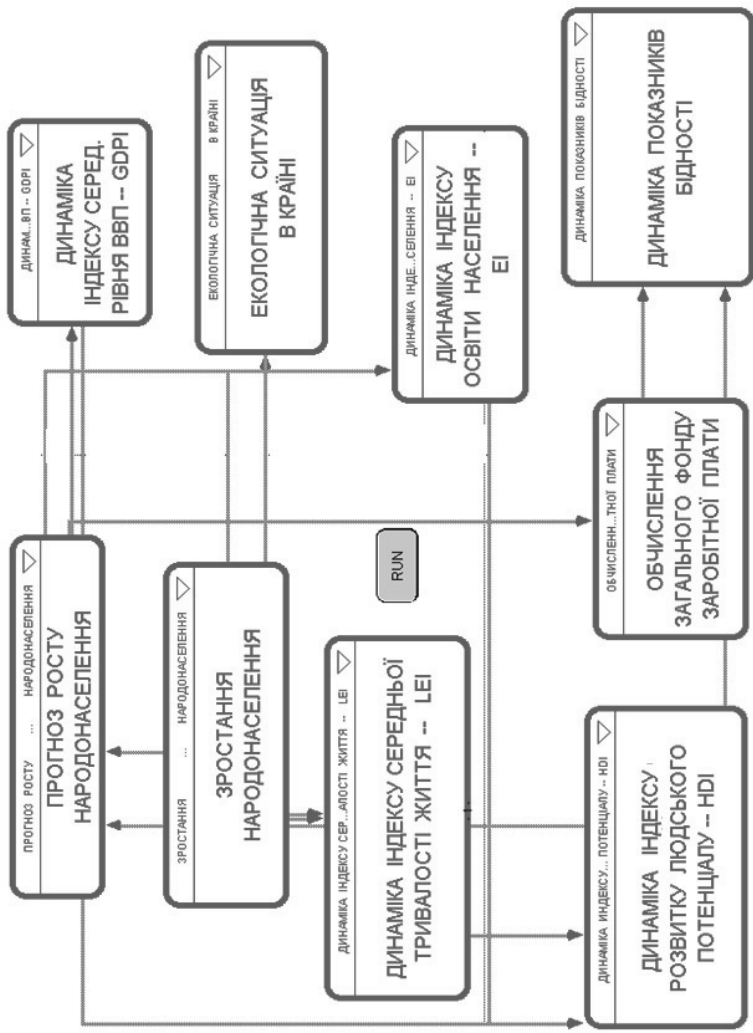


Рис. 7.1. Структура моделі на CASE-рівні

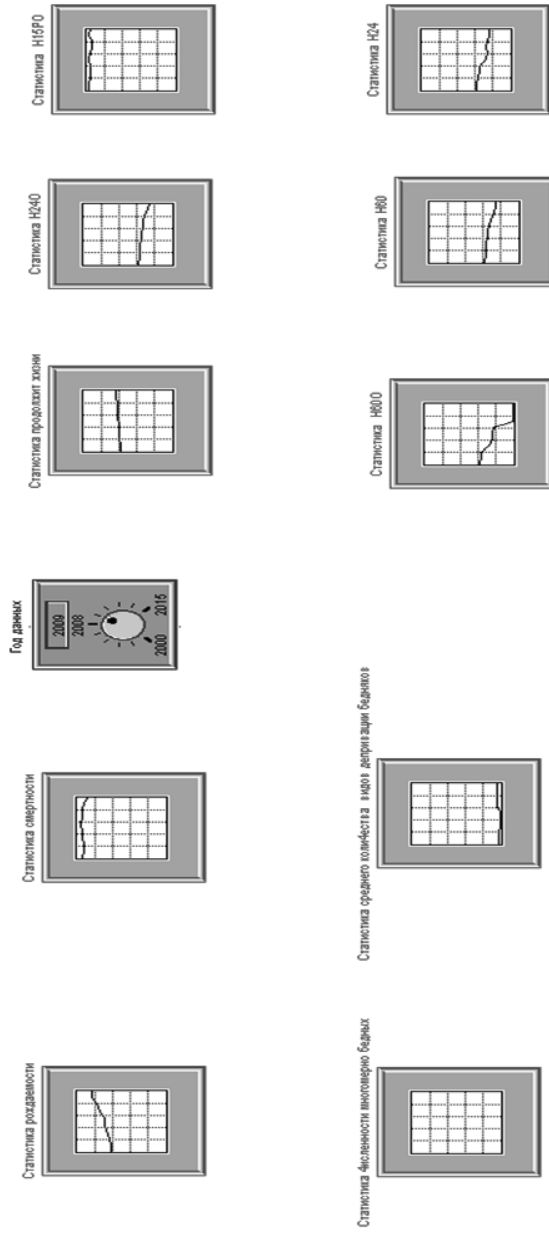


Рис. 7.1. Структура моделі на CASE-рівні (продовження)

4. «Динаміка індексу середнього рівня ВВП – GDPІ» – прогноз динаміки ВВП на душу населення та динаміки індексу GDPI (індексу середнього рівня ВВП на душу населення у паритетних цінах

5. «Динаміка індексу середньої тривалості життя – LEI» – імітація динаміки індексу LEI (Life expectancy index – індекс середньої тривалості життя при народженні).

6. «Динаміка індексу освіти населення – EI». Здійснюється прогноз динаміки складових та загального рівня індексу EI (Education index – індекс середнього рівня освіти населення).

7. «Динаміка індексу розвитку людського потенціалу – HDI». На базі динаміки складових (LEI, EI, GDPI) здійснюється імітація загальної динаміки інтегрального індексу розвитку людського потенціалу держави – HDI (Human development index).

8. «Обчислення загального фонду заробітної плати». Моделювання загального фонду ЗП з врахуванням міграційних процесів в країні, рівня безробіття, долі економічно активного населення, фондів ЗП великих та середніх підприємств, середньої ЗП на штатного співробітника та т. ін. Результати роботи модуля є вхідними для розрахунку показників бідності.

9. «Динаміка показників бідності». Здійснюється імітація динаміки головних показників бідності та інтегрального індексу багатомірної бідності.

Розглянемо більш докладно вміст модулів моделі.

Модуль «Зростання народонаселення».

Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля наведена на рис. 7.2.

Приріст населення моделюється за допомогою фонду «Приріст населення», рівень якого обумовлюється вхідним потоком «Народжуваність» та вихідним потоком «Смертність».

Темп вхідного потоку визначається трьома конвертерами:

– «Статистика народжуваності» – задається функцією **GRAF(Time)**, де Time – поточний час в межах процесу моделювання.

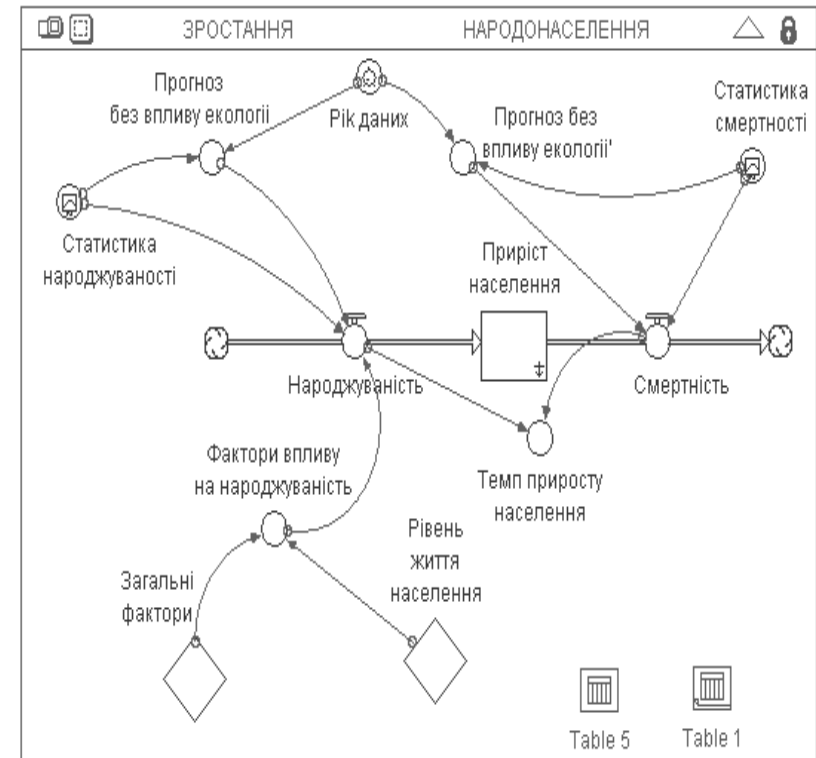


Рис. 7.2. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Зростання народонаселення»

– «Прогноз без впливу екології» – визначається функцією **FORCST**, яка здійснює екстраполяцію тенденції «Статистика народжуваності» на задану відстань у майбутнє. **FORCST** обчислює тенденцію на вході, основану на значеннях вхідного конвертеру, величини експоненціальної середньої входу першого порядку і середнього часу. Потім FORCST екстраполює тенденцію на майбутнє. Наприклад,

FORCST(Статистика_народжуваності, (Рік_даних – 2000 + 1), 10) ,

де Рік_даних – змінна, в якій зберігається час закінчення наявної статистики (може встановлюватися користувачем автоматично на CASE-рівні за допомогою стандартного блоку Graphical Input Device). В наведеному прикладі константа 2000 – рік початку наявної статистики. Прогноз робиться до 2020 року.

– «Фактори впливу на народжуваність» – інтегральна змінна, значення якої формується з врахуванням впливу комплексу детермінованих та стохастичних факторів з блоків «Загальні фактори» та «Рівень життя населення». Докладно вміст блоків наведено на рис. 7.3.

Темп вихідного потоку визначається двома змінними:

- «Статистика смертності» – функція **GRAF(Time)**.
- «Прогноз без впливу екології» – визначається функцією **FORCST** за аналогічним наведеному вище алгоритмом.

На базі поточних значень вхідного та вихідного потоків визначається динаміка темпу приросту населення країни – конвертер «Темп приросту населення».

Модуль «Екологічна ситуація в країні» (діаграма причинно-наслідкових зв'язків – рис. 7.4).

Динаміка населення України значною мірою залежить від екологічної ситуації. Тому в моделі реалізовано зворотній цикл впливу екології на процеси народження та смерті і, таким чином, формування загальної чисельності населення. В модулі оцінка екологічної ситуації прогнозується за умов впливу багатьох факторів (детермінованих і стохастичних) і визначається конвертером «Середній рівень забруднення».

Динаміка конвертера будується за рахунок динамік конвертерів «Атмосфера», «Рівень шуму», «Електромагнітне випромінювання», «Доля забруднення від підприємств». Конвертери, в свою чергу, визначаються за допомогою функцій, які на вході враховують приріст населення та його вплив на кінцеві значення показників.

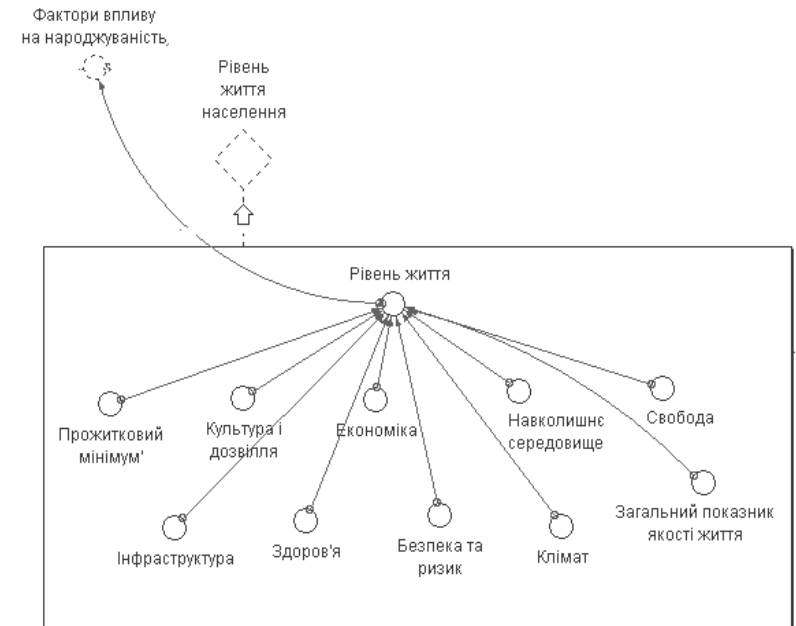
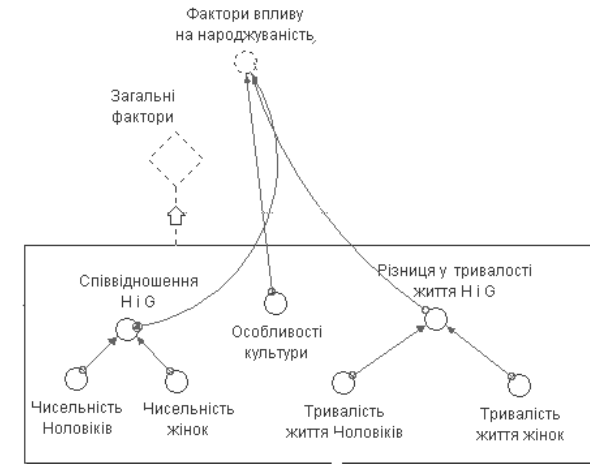


Рис. 7.3. Факторні складові блоків «Загальні фактори» та «Рівень життя населення»

«Доля забруднення від підприємств» враховує також кількість підприємств та виводить відносний показник забруднення від них.

Окрім цього, конвертер «Середній рівень забруднення» враховує рівень забруднення в результаті природного розпаду токсинів. Імітація процесу розпаду у часі здійснюється за допомогою конвеєру «Токсини у процесі розпаду». Залежність має циклічний характер.

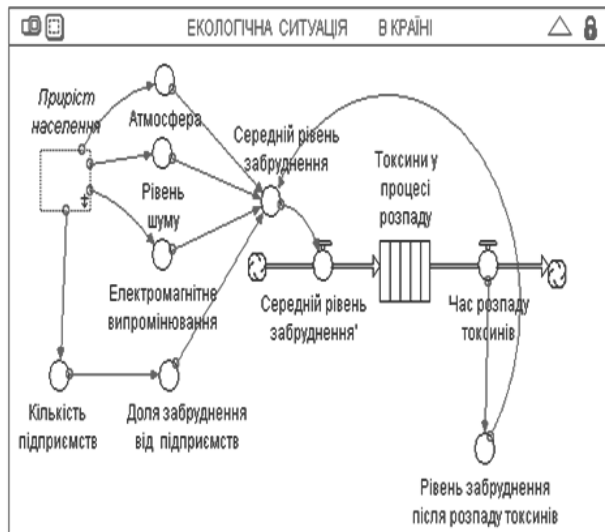


Рис. 7.4. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модулю «Екологічна ситуація в країні»

Модуль «Прогноз росту народонаселення».

Діаграма причинно-наслідкових зв'язків наведена на рис. 7.5. Модуль має зв'язки з двома попередніми модулями.

Значення конвертерів «Середній рівень забруднення» та «Темп приросту населення» використовуються на вході для формування динаміки конвертеру «Прогноз впливу екології на темп приросту населення».

Фонд «Чисельність населення України» формується вхідним потоком «Народжуваність та вплив екології на неї» та вихідним потоком «Смертність та вплив екології».

$$\text{Чисельність_населення_України}(t) = \text{Чисельність_населення_України}(t - dt) + (\text{Народжуваність_та_вплив_екотії_на_неї} - \text{Смертність_та_вплив_екотії}) * dt$$

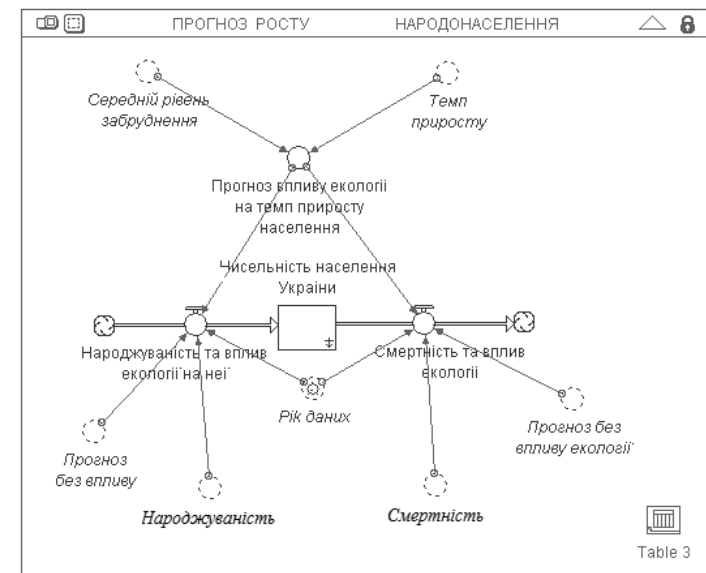


Рис. 7.5. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Прогноз росту народонаселення»

Вхідний потік визначається динамікою значень наступних блоків:

- Конвертер «Прогноз без впливу екології».
- Темп вхідного потоку «Народжуваність».
- Конвертер «Прогноз впливу екології на темп приросту населення».
- Конвертер «Рік даних».

Народжуваність_та_вплив_екології_на_неї = if time<=Рік_даних then Народжуваність else Прогноз_без_впливу_екології*

(1-Прогноз_впливу_екології_на_темп_приросту__населення)

Вихідний потік визначається за аналогічним алгоритмом.

Модуль «Динаміка індексу середнього рівня ВВП – GDPi» (рис. 7.6) в якості вхідних отримує значення фонду «Чисельність населення України» (із попереднього модулю) та динаміку VVP (як вихідні дані експериментальної моделі прогнозу соціально-економічного розвитку країни – реалізована на платформі Ithink). На цій основі розраховується індекс GDPi:

$$\text{Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел_GDPI} = \frac{(\text{LOG10}(\text{VVP_на_душу_населення}) - \text{LOG10}(\text{MIN_VVP_на_душу_населення}))}{(\text{LOG10}(\text{MAX_VVP_на_душу_населення}) - \text{LOG10}(\text{MIN_VVP_на_душу_населення}))}$$

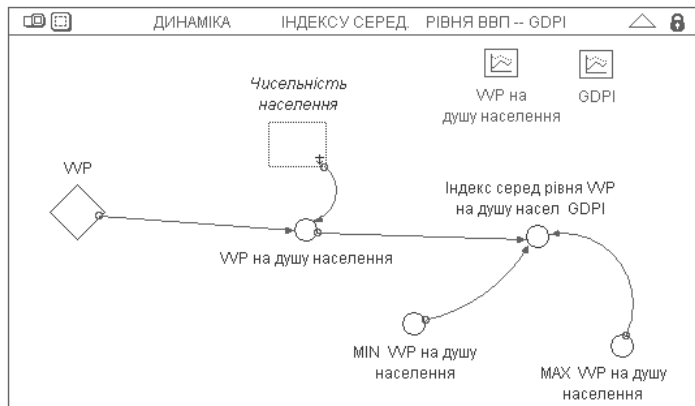


Рис. 7.6. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка індексу середнього рівня ВВП – GDPi»

В якості мінімально та максимально можливих меж показника ВВП на душу населення можна визнати, наприклад, відповідно 100 та 40 000 дол. США.

Необхідність використання десятичного алгоритму при розрахунку цього індексу зумовлена функцією корисності, що уповільнює своє зростання при збільшенні ВВП на душу населення (гранична ефективність функції корисності $\rightarrow 0$).

Модуль «Динаміка індексу середньої тривалості життя – LEI» (рис.7.7). На рис. 7.7 моделюється динаміка індексу LEI, використовуючи в розрахунках значення конвертера «Тривалість життя з врахування впливу екології». Алгоритм визначення останнього, у свою чергу, базується на імітації динаміки конвертерів «Статистика тривалості життя»; «Прогноз без впливу екології» та «Середній рівень забруднення» (результат роботи модулю «Екологічна ситуація в країні»). В якості значень конвертерів «мін тривалість життя» та «макс тривалість життя» використовуються, відповідно, 25 та 85 років.

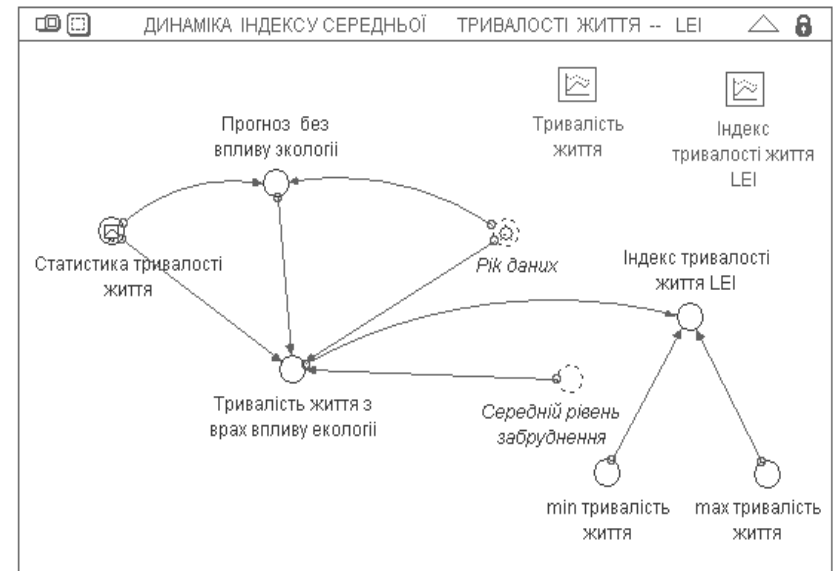


Рис. 7.7. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка індексу середньої тривалості життя –LEI»

Модуль «Динаміка індексу освіти населення» – рис. 7.8.

Складовими індексу середнього рівня освіти населення (EI) є індекс початкової освіти (ALI) та індекс сукупної долі населення, яке навчається (GEI). Прогнозування складових кожного з наведених індексів здійснюється за відповідними алгоритмами з використанням наступних блоків:

- Конвертерів-статистик (функція GRIF(Time)): частка населення з початковою освітою, старшого за 15-річний вік («Статистика Н15РО»); кількість населення віком від 6 до 24 та від 25 до 60 років (відповідно, «Статистика Н24» та «Статистика Н60»); кількість населення у наведених вікових межах, яке навчається (відповідно, «Статистика Н24О» та «Статистика Н60О»).
- Конвертерів-прогнозів, в яких за допомогою функції FORCST здійснюється екстраполяція наведених тенденцій («Прогноз Н15РО», «Прогноз Н24», «Прогноз Н24О», «Прогноз Н60», «Прогноз Н60О»).
- Конвертерів «Фактори», де здійснюється імітація стохастичних впливів на відповідні показники освітнього розвитку населення.
- Рівнів фонду «Чисельність населення».
- Конвертерів-прогнозів з врахуванням впливу стохастичних факторів.

Наприклад, прогноз частки населення з початковою освітою, старшого за 15-річний вік, визначається наступним рівнянням:

$$\text{Прогноз_Н15РО_із_впливом_факторів} = \text{if time} \leq \text{Рік_даних then} \\ \text{Статистика_Н15РО else Прогноз_Н15РО} * (1 - \text{Фактори})$$

Результатом роботи блоку є прогнозування динаміки загального індексу освіти населення:

$$\text{Індекс_середнього_рівня_освіти_насел} = \\ (\text{Індекс_початкової_освіти_ALI} + 2 * \text{GEI}) / 3$$

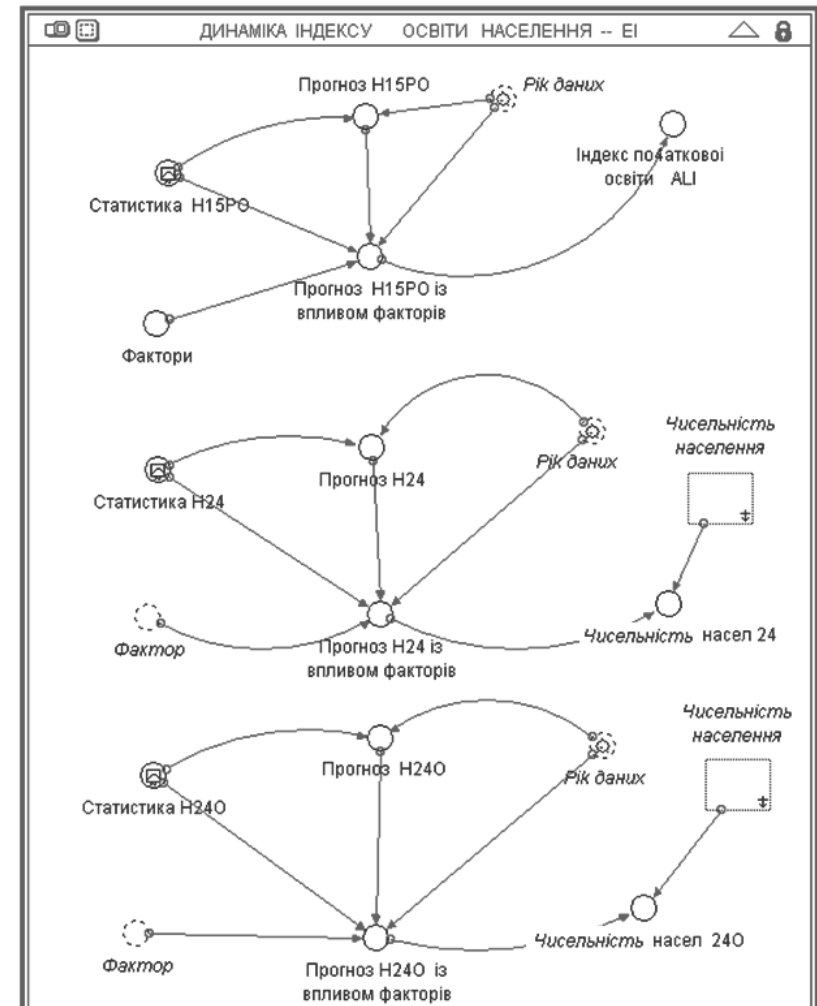


Рис. 7.8. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка індексу освіти населення»

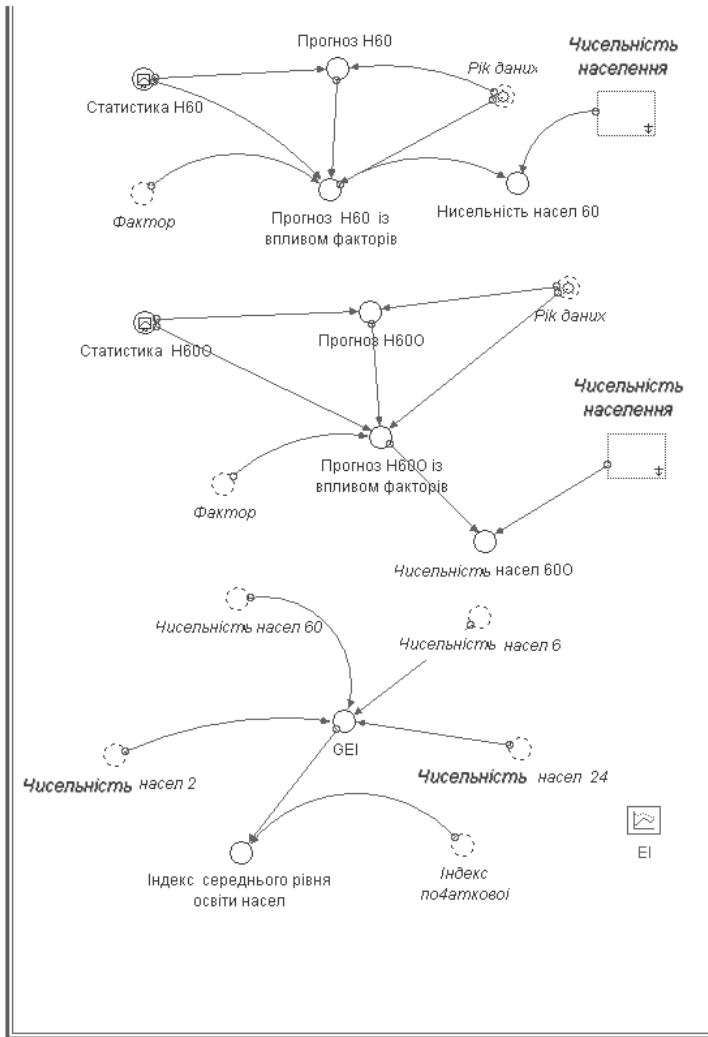


Рис. 7.8. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка індексу освіти населення» (продовження)

Модуль «Динаміка індексу розвитку людського потенціалу» – рис. 7.9.
Динаміка індексу HDI визначена у блоці за двома алгоритмами:

$$\text{Індекс_розвитку_людського_потенціалу_HDI_1} = (\text{Індекс_тривалості_життя_LEI} + \text{Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел_GDPI} + \text{Індекс_середнього_рівня_освіти_насел}) / 3$$

$$\text{HDI_2} = (\text{Індекс_тривалості_життя_LEI} * \text{Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел_GDPI} * \text{Індекс_середнього_рівня_освіти_насел})^{1/3}$$

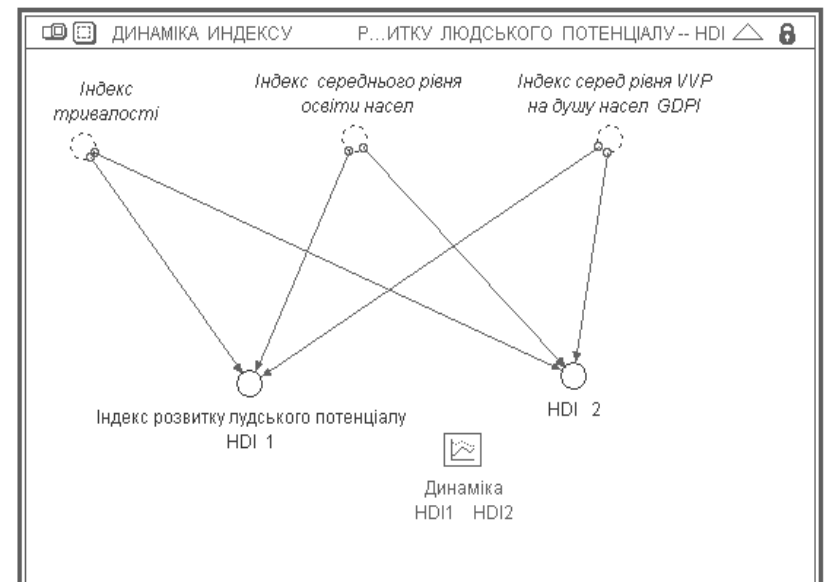


Рис. 7.9. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка індексу розвитку людського потенціалу»

Модуль «Обчислення загального фонду заробітної плати» – рис. 7.10 – є допоміжним для розрахунку показників бідності. Докладно алгоритми формування блоків модуля наведені нижче.

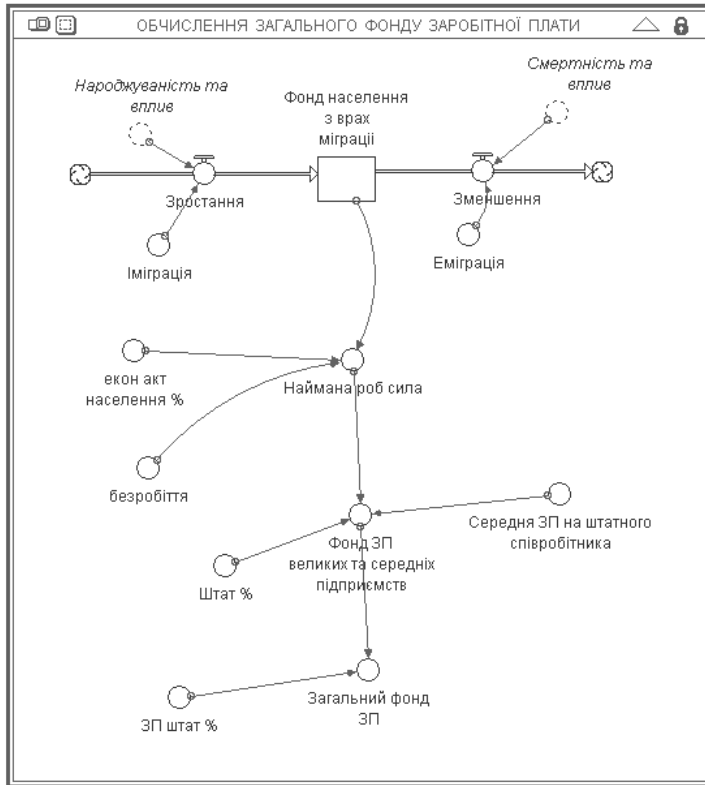


Рис. 7.10. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Обчислення загального фонду заробітної плати»

Модуль «Динаміка показників бідності» – рис. 7.11.

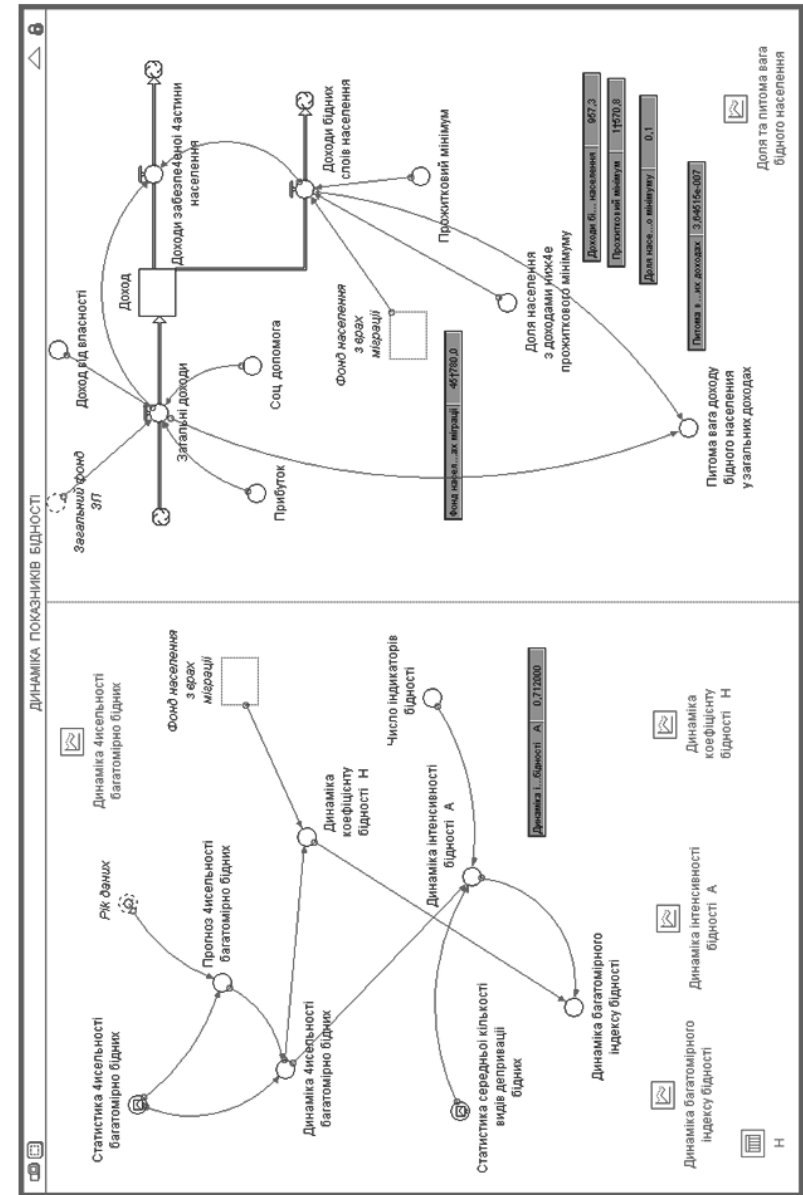


Рис. 7.11. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Динаміка показників бідності»

Одним з показників, що характеризує рівень життя населення України, є доля населення, яка отримує середньомісячний сукупний дохід нижче прожиткового мінімуму.

В моделі значення відповідного конвертера формуються на основі експоненціального рівняння типу $y=b*\exp(-m*x)$, де x – модельний час.

Значення параметрів рівняння були отримані на основі статистичних даних – $y=0.895*\exp(-0.1632*time)$.

Значення показника прожиткового мінімуму визначаються за допомогою експоненціального рівняння виду $y=b*m^x$.

В моделі прийняті наступні поточні значення – $y=214.35*1.142^time$

Таким чином, динаміка доходів бідної частини населення визначається темпом потоку «Доходи бідних слоїв населення» на базі наступних блоків:

Рівня фонду «Фонд населення з врах міграції» (формується у модулі «Обчислення загального фонду ЗП»).

- Конвертеру «Прожитковий мінімум».
- Конвертеру «Доля населення з доходами нижче прожиткового мінімуму».

Рівень фонду «Доход» формується на основі вхідного потоку «Загальні доходи», який, в свою чергу, визначається чотирма конвертерами: «Загальний фонд ЗП» (вихідний з модулю «Обчислення загального фонду ЗП»), «Доход від власності», «Прибуток», «Соц допомога». Значення останніх трьох конвертерів розраховуються на основі експоненціальних рівнянь виду $y=b*m^x$.

Для визначення параметрів рівнянь використані статистичні дані (рівняння наведені нижче при викладенні алгоритмів розрахунків в межах моделі).

Таким чином, в ході роботи модуля можна отримати наступні динаміки:

- долі населення, яке отримує дохід нижче прожиткового мінімуму;
- доходів бідної частини населення в абсолютному вираженні;
- питомої ваги доходів бідної частини населення в загальній доходній частині.

Розглянуті індикатори злиднів, засновані на доході, доповнюються за індексом багатомірної бідності (ІББ). ІББ визначає види деривацій за тими ж вимірами, що і індекс розвитку людського потенціалу – здоров'я, освіта, рівень життя. Індекс призначений для виявлення чисельності людей, які є багатомірно бідними. Він також визначає види деривацій, за якими вони потрапляють до цієї групи суспільства.

В моделі динаміка багатомірного індексу бідності – конвертер «Динаміка багатомірного індексу бідності» визначається двома динаміками:

- конвертер «Динаміка коефіцієнту бідності Н»;
- конвертер «Динаміка інтенсивності бідності А».

Динаміка коефіцієнту бідності (Н) визначається за динамікою чисельності багатомірно бідних та рівнів фонду населення країни з врахуванням міграції:

Динаміка_чисельності_багатомірно_бідних = if time <= P_{ik_даних} then
Статистика_чисельності_багатомірно_бідних else

Прогноз_чисельності_багатомірно_бідних

Де «Статистика чисельності багатомірно бідних» визначається функцією GRAF (Time), а прогноз робиться за допомогою функції FORCST.

Динаміка_інтенсивності_бідності_A =

(Динаміка_чисельності_багатомірно_бідних*

Статистика_середньої_кількості_видів_депривації_бідних) /

(Динаміка_чисельності_багатомірно_бідних *

Число_індикаторів_бідності)

Таким чином, остаточно:

Динаміка_багатомірного_індексу_бідності =

Динаміка_інтенсивності_бідності_A * Динаміка_коефіцієнту_бідності_Н

Відображаючи логічні зв'язки, наведені потокові діаграми допомагають виявити та врахувати різноманітні аспекти процесів, що моделюються, з необхідним ступенем деталізації.

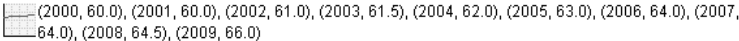
Базовим аспектом моделей системної динаміки є можливість швидкої зміни часового діапазону досліджень – періоду імітації та тривалості кроків

імітації. У користувача є можливість отримувати не тільки кінцеві, але і проміжні результати моделювання, що вкрай необхідно у даному випадку для визначення динамік показників розвитку людських ресурсів на перспективу.

Наприклад, користувач може на початку чергового імітаційного експерименту визначити термін прогнозного періоду та час закінчення наявної статистики (змінна «Год данных») за допомогою стандартного блоку Knob Input Device (див. рис. 7.1) звірити, щоб співпадала нумерація, який встановлено на CASE-рівні. На початку експерименту виведені на CASE-рівень блоки Graphical Input Device дозволяють навіть непідготовленому користувачу легко ввести наявні статистики відповідних показників.

Повністю алгоритми розрахунків в межах моделі мають наступний вигляд:

ДИНАМІКА ІНДЕКСУ СЕРЕДНЬОЇ ТРИВАЛОСТІ ЖИТТЯ -- LEI

- Індекс_тривалості_життя_LEI = (Тривалість_життя_з_врах_впливу_екології-min_тривалість_життя)/(max_тривалість_життя-min_тривалість_життя)
 - Прогноз_без_впливу_екології = FORCST(Статистика_тривалості_життя,(Пік_даних-2000+1),6)
 - max_тривалість_життя = 85
 - min_тривалість_життя = 25
 - Тривалість_життя_з_врах_впливу_екології = if time<=Пік_даних then Статистика_тривалості_життя else Прогноз_без_впливу_екології*(1-Середній_рівень_забруднення)
 - Статистика_тривалості_життя = GRAPH(time)
- 

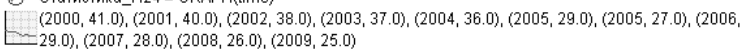
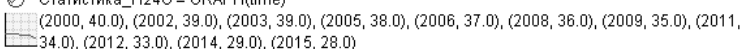
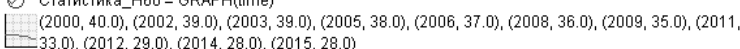
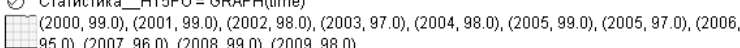
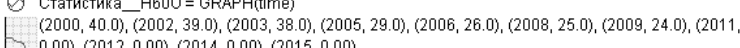
ДИНАМІКА ІНДЕКСУ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ -- HDI

- HDI_2 = (Індекс_тривалості_життя_LEI*Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел__GDPI*Індекс_середнього_рівня_освіти_насел)/3
- Індекс_розвитку_людського_потенціалу_HDI_1 = (Індекс_тривалості_життя_LEI+Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел__GDPI+Індекс_середнього_рівня_освіти_насел)/3

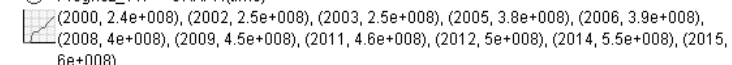
ДИНАМІКА ІНДЕКСУ ОСВІТИ НАСЕЛЕННЯ -- EI

- GEI = Нисельність_насел_240/Нисельність_насел_24 + Нисельність_насел_600/Нисельність_насел_60
- Нисельність_насел_24 = Нисельність_населення_України*Прогноз_H24_із_впливом_факторів/100
- Нисельність_насел_60 = Нисельність_населення_України*Прогноз_H60_із_впливом_факторів/100
- Нисельність_насел_600 = Нисельність_населення_України*Прогноз_H600_із_впливом_факторів/100
- Нисельність_насел_240 = Нисельність_населення_України*Прогноз_H240_із_впливом_факторів/100

- Індекс_по4атковій_освіті_ALI = Прогноз_H15PO_із_впливом_факторів/100
- Індекс_середнього_рівня_освіти_насел = (Індекс_по4атковій_освіті_ALI+ 2*GEI) / 3
- Прогноз_H15PO = FORCST(Статистика_H15PO,(Пік_даних-2000+1),6)
- Прогноз_H24 = FORCST(Статистика_H24,(Пік_даних-2000+1),6)
- Прогноз_H240_із_впливом_факторів = if time<=Пік_даних then Статистика_H240 else Прогноз_H240*(1-Фактори)
- Прогноз_H24_із_впливом_факторів = if time<=Пік_даних then Статистика_H24 else Прогноз_H24*(1-Фактори)
- Прогноз_H60 = FORCST(Статистика_H60,(Пік_даних-2000+1),6)
- Прогноз_H600 = FORCST(Статистика_H600,(Пік_даних-2000+1),6)
- Прогноз_H600_із_впливом_факторів = if time<=Пік_даних then Статистика_H600 else Прогноз_H600*(1-Фактори)
- Прогноз_H15PO_із_впливом_факторів = if time<=Пік_даних then Статистика_H15PO else Прогноз_H15PO*(1-Фактори)

- Прогноз_H240 = FORCST(Статистика_H240,(Пік_даних-2000+1),6)
 - Прогноз_H60_із_впливом_факторів = if time<=Пік_даних then Статистика_H60 else Прогноз_H60*(1-Фактори)
 - Фактори = RANDOM(0.1, 0.4)
 - Статистика_H24 = GRAPH(time)
- 
- Статистика_H240 = GRAPH(time)
- 
- Статистика_H60 = GRAPH(time)
- 
- Статистика_H15PO = GRAPH(time)
- 
- Статистика_H600 = GRAPH(time)
- 

ДИНАМІКА ІНДЕКСУ СЕРЕД. РІВНЯ ВВП -- GDPI

- Індекс_серед_рівня_VVP_на_душу_насел__GDPI = (LOG10(VVP_на_душу_населення) - LOG10(MIN_VVP_на_душу_населення)) / (LOG10(MAX_VVP_на_душу_населення) - LOG10(MIN_VVP_на_душу_населення))
 - MAX_VVP_на_душу_населення = 40000
 - MIN_VVP_на_душу_населення = 100
 - VVP_на_душу_населення = Prognoz_VVP/Нисельність_населення_України
 - VVP
 - Prognoz_VVP = GRAPH(time)
- 

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ БІДНОСТІ

- Доход(t) = Доход(t - dt) + (Загальні_доходи - Доходи_бідних_слоів_населення - Доходи_забезпеченої_4астини_населення) * dt
- INIT Доход = 0
- INFLOWS:
- > Загальні_доходи = Доход_від_власності+Загальний_фонд_ЗП+Прибуток+Соц_допомога

OUTFLOWS:

- > Доходи_бідних_слоів_населення =
Фонд_населення_з_врах_міграції*Доля_населення_з_доходами_ниж4е_прожиткового_о_мінімуму*Прожитковий_мінімум / 6 / 1000
- > Доходи_забезпе4еної_4астини_населення =
Доходи_бідних_слоів_населення+Загальні_доходи
- Динаміка_4исельності_багатомірно_бідних = if time<=2009 then
Статистика_4исельності_багатомірно_бідних else
Прогноз_4исельності_багатомірно_бідних
- Динаміка_багатомірного_індексу_бідності =
Динаміка_інтенсивності_бідності__A*Динаміка_коєфіцієнту_бідності__H
- Динаміка_інтенсивності_бідності__A =
(Динаміка_4исельності_багатомірно_бідних*Статистика_середньої_кількості_видів_депривації_бідних)/(Динаміка_4исельності_багатомірно_бідних*Нисло_індикаторів_бідності)
- Динаміка_коєфіцієнту_бідності__H =
Динаміка_4исельності_багатомірно_бідних/Фонд_населення_з_врах_міграції
- Доля_населення_з_доходами_ниж4е_прожиткового_мінімуму =
0.895*exp(-0.1632*(time-2000))
- Доход_від_власності = 2389.02*1.356^(time-2000)
- Нисло_індикаторів_бідності = 10
- Питома_вага_доходу_бідного_населення_у_загальних_доходах =
Доходи_бідних_слоів_населення/Загальні_доходи
- Прибуток = 14805.32*1.307^(time-2000)
- Прогноз_4исельності_багатомірно_бідних =
FORCST(Статистика_4исельності_багатомірно_бідних,(Рік_даних-2000+1),6)
- Прожитковий_мінімум = 214.35*1.142^(time-2000)
- Соц_допомога = 37749.35*1.303^(time-2000)
- Статистика_4исельності_багатомірно_бідних = GRAPH(time)
(2000, 5000), (2001, 5500), (2002, 5740), (2003, 4500), (2004, 4000), (2005, 3900), (2005, 4500), (2006, 6900), (2007, 7000), (2008, 7500), (2009, 8000)
- Статистика_середньої_кількості_видів_депривації_бідних = GRAPH(time)
(2000, 4.55), (2001, 4.88), (2002, 5.10), (2003, 5.20), (2004, 3.50), (2005, 3.45), (2006, 3.30), (2007, 3.10), (2008, 3.00), (2009, 5.80), (2010, 5.90), (2011, 6.40), (2012, 6.70), (2013, 6.90), (2014, 7.10), (2015, 7.12)

ОБЧИСЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ФОНДУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

- Фонд_населення_з_врах_міграції(t) = Фонд_населення_з_врах_міграції(t - dt) + (Зростання - Зменшення) * dt
INIT Фонд_населення_з_врах_міграції = 49291.2
INFLOWS:
-> Зростання = Іміграція+Народжуваність_та_вплив_екології_на_неї
OUTFLOWS:
-> Зменшення = Смертність_та_вплив_екології+Еміграція
- безробіття = 0.1149*0.922^(time-2000)
- екон_акт_населення_% = 0.453*1.008^(time-2000)
- Еміграція = 108.728*0.8177^(time-2000)
- Загальний_фонд_ЗП = Фонд_ЗП_великих_та_середніх_підприємств / ЗП_штат_%
- ЗП_штат_% = 0.5429*0.994^(time-2000)
- Наймана_роб_сила =
Фонд_населення_з_врах_міграції*екон_акт_населення_%*(1-безробіття)
- Іміграція = 40.547*1.0025^(time-2000)
- Середня_ЗП_на_штатного_співробітника = 225.21*1.291^(time-2000)
- Фонд_ЗП_великих_та_середніх_підприємств =
Наймана_роб_сила*Середня_ЗП_на_штатного_співробітника*Штат_%*12
- Штат_% = 0.6351*0.977^(time-2000)

ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В КРАЇНІ



- Токсини_у_процесі_розпаду(t) = Токсини_у_процесі_розпаду(t - dt) + (Середній_рівень_забруднення' - Нас_розпаду_токсинів) * dt
INIT Токсини_у_процесі_розпаду = 0
TRANSIT TIME = varies
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF
INFLOWS:
-> Середній_рівень_забруднення' = Середній_рівень_забруднення
OUTFLOWS:
-> Нас_розпаду_токсинів = CONVEYOR OUTFLOW
TRANSIT TIME = random(1,2)
- Електромагнітне_випромінювання = if Приріст_населення>1000 then 0.6 else if Приріст_населення>100 then 0.5 else if Приріст_населення>10 then 0.4 else 0.25
- Доля_забруднення_від_підприємств = if Кількість_підприємств>45000 then 0.7 else if Кількість_підприємств>38000 then 0.55 else if Кількість_підприємств>32000 then 0.43 else if Кількість_підприємств>28000 then 0.3 else 0.2
- Атмосфера = if Приріст_населення>1000 then 0.4 else if Приріст_населення>100 then 0.3 else if Приріст_населення>10 then 0.2 else 0.1
- Кількість_підприємств = if Приріст_населення>1000 then RANDOM(40000,50000) else if Приріст_населення>100 then RANDOM(35000,42000) else if Приріст_населення>10 then RANDOM(32000,38000) else RANDOM(25000,31000)
- Середній_рівень_забруднення = if Рівень_забруднення_після_розпаду_токсинів=0 then (Атмосфера+Доля_забруднення_від_підприємств+Електромагнітне_випромінювання+Рівень_шуму)/4 else Рівень_забруднення_після_розпаду_токсинів
- Рівень_забруднення_після_розпаду_токсинів = Нас_розпаду_токсинів/RANDOM(2,5)
- Рівень_шуму = if Приріст_населення>1000 then 0.1 else if Приріст_населення>100 then 0.05 else if Приріст_населення>10 then 0.03 else 0.01

ПРОГНОЗ РОСТУ**НАРОДОНАСЕЛЕННЯ**

- Нисельність_населення_України(t) = Нисельність_населення_України(t - dt) + (Народжуваність_та_вплив_екології_на_неї - Смертність_та_вплив_екології) * dt
INIT Нисельність_населення_України = 49291.2
INFLOWS:
-> Народжуваність_та_вплив_екології_на_неї = if time<=Рік_даних then Народжуваність else Прогноз_без_впливу_екології*(1-Прогноз_впливу_екології_на_темп_приросту_населення)
OUTFLOWS:
-> Смертність_та_вплив_екології = if time<=Рік_даних then Смертність else Прогноз_без_впливу_екології*(1-Прогноз_впливу_екології_на_темп_приросту_населення)
- Прогноз_впливу_екології_на_темп_приросту_населення = (Середній_рівень_забруднення+Темп_приросту_населення)/2

ЗРОСТАННЯ**НАРОДОНАСЕЛЕННЯ**

- Приріст_населення(t) = Приріст_населення(t - dt) + (Народжуваність - Смертність) * dt
INIT Приріст_населення = 0
INFLOWS:

- > Народжуваність = if time <= 2009 then Статистика_народжуваності else
Прогноз_без_впливу_екології*Фактори_впливу_на_народжуваність
- OUTFLOWS:
- > Смертність = if time <= 2009 then Статистика_смертності else
Прогноз_без_впливу_екології'
- Прогноз_без_впливу_екології' = FORCST(Статистика_смертності,(Рік_данех-2000+1),6)
- Прогноз_без_впливу_екології = FORCST(Статистика_народжуваності,(Рік_данех-2000+1),6)
- Фактори_впливу_на_народжуваність =
(Особливості_культури+Різниця_у_тривалості_життя_Н_і_Г+Співвідношення_Н_і_Г+Рівень_життя)/4
- Темп_приросту_населення = Народжуваність/Смертність
- Рік_данех = 2009
- Статистика_народжуваності = GRAPH(time)
-  (2000, 385), (2001, 376), (2002, 391), (2003, 409), (2004, 427), (2005, 426), (2006, 460), (2007, 473), (2008, 511), (2009, 513)
- Статистика_смертності = GRAPH(time)
-  (2000, 758), (2001, 746), (2002, 755), (2003, 765), (2004, 761), (2005, 782), (2006, 758), (2007, 763), (2008, 755), (2009, 707)
- ◇ Загальні фактори
 - Нисельність_Ноловіків = 21184.932
 - Нисельність_жінок = 24778.427
 - Особливості_культури = 0.96
 - Співвідношення_Н_і_Г = Нисельність_Ноловіків/Нисельність_жінок
 - Тривалість_життя_жінок = 73
 - Тривалість_життя_Ноловіків = 61
 - Різниця_у_тривалості_життя_Н_і_Г =
Тривалість_життя_Ноловіків/Тривалість_життя_жінок
- ◇ Рівень життя населення
 - Безпека_та_ризик = 71
 - Економіка = 42
 - Загальний_показник_якості_життя = 62
 - Здоров'я = 64
 - Клімат = 78
 - Культура_і_дозвілля = 61
 - Навколишнє_середовище = 64
 - Інфраструктура = 60
 - Прожитковий_мінімум' = 43
 - Свобода = 75
 - Рівень_життя =
(Безпека_та_ризик+Економіка+Інфраструктура+Клімат+Культура_і_дозвілля+Загальний_показник_якості_життя+Навколишнє_середовище+Прожитковий_мінімум'+Свобода+Здоров'я)/1000

Як вже підкреслювалося раніше, одним з позитивних моментів технології Ithink є можливість завдавати довільні значення параметрів моделі, що призводить до реалізації різноманітних планів проведення імітаційних експериментів. Крім того, ввід вхідних даних може бути автоматизований завдяки вбудованим стандартним блокам. Зупинимось більш докладно на проведенні імітаційних експериментів на моделі та аналізі отриманих результатів.

7.2. Аналіз розвитку людських ресурсів країни на базі результатів імітаційних експериментів

Розглянемо роботу побудованої моделі системної динаміки у часовому діапазоні від 2000 по 2020 рік. Крок імітації – рік.

На базі проведених імітаційних експериментів були отримані наступні головні результати.

На рис. 7.12 наведено прогнозу динаміку народжуваності населення України без врахування впливу будь-яких факторів – на основі наявної статистики народжуваності. Динаміка показника народжуваності з врахуванням впливу загальних факторів та факторів рівня життя (склад факторів наводився на рис. 7.3) наведена на рис. 7.13.

Як видно, після 2008 року спостерігається поступовий спад народжуваності населення. До того ж він більш значний на діаграмі з врахуванням факторних впливів. Це цілком природно з погляду на негативний вплив першої хвилі економічної та фінансової кризи (початок – 2009 р.) на рівень життя.

З 2014 року спостерігаються ще більш значні регресійні тенденції в економіці країни, що безпосередньо впливає на рівень прожиткового мінімуму, значне погіршення загального показника якості життя, показники здоров'я

нації. Політична ситуація в країні підвищує ризик та знижує рівень безпеки людини, обмежує показники свободи.

Суттєві зміни клімату та недостатні заходи стосовно охорони довкілля доповнюють загальну картину.

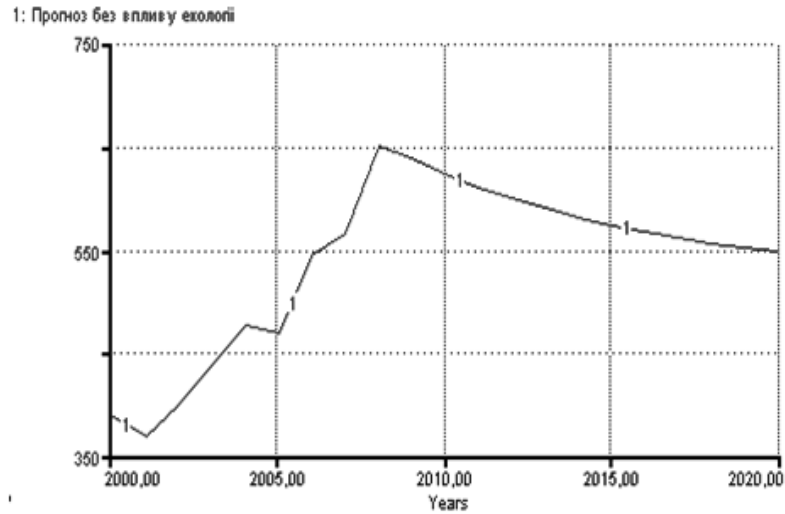


Рис. 7.12. Прогноз динаміки народжуваності без врахування факторного впливу (тис. осіб)

Поглиблення економічної, фінансової і політичної кризи та їх пролонгований негативний вплив призводять до стійкого падіння народжуваності протягом тривалого періоду (до 2020 року включно), що видно з прогнозної динаміки, наведеної на рис. 7.13. Звісно, з часом отримання нової статистичної інформації та проведення додаткових імітаційних експериментів на моделі дозволяють коректувати отримані попередні дані, уточнюючи прогнозні тенденції.

Динаміка смертності населення (рис. 7.14) має різку тенденцію до зниження починаючи з 2007 року, однак з 2010 року прогнозується поступове

підвищення її рівня, що теж підтверджує загальне зниження якості життя протягом кризового періоду економіки.

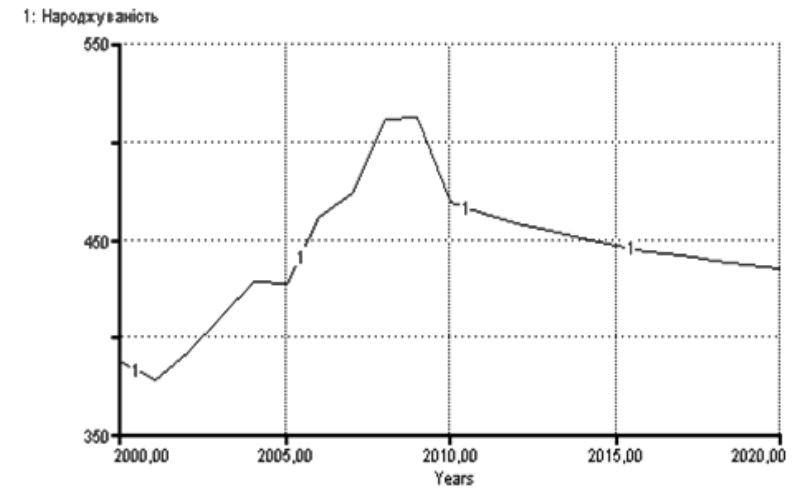


Рис. 7.13. Прогноз динаміки народжуваності з врахуванням факторного впливу (тис. осіб)

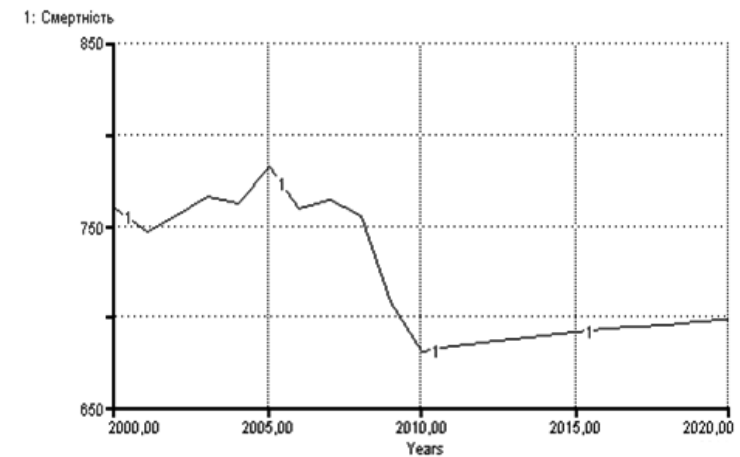


Рис. 7.14. Прогноз динаміки смертності в Україні (тис. осіб)

Наведені тенденції народжування та смертності в країні обумовлюють прогнозу динаміку приросту населення (рис. 7.15).

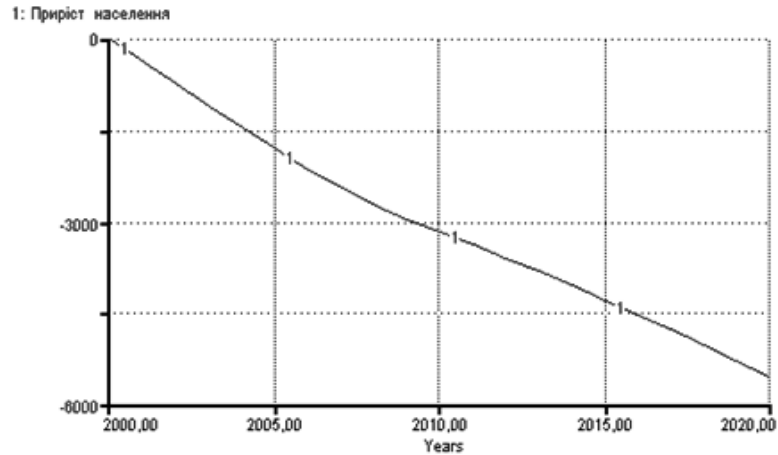


Рис. 7.15. Прогноз динаміки приросту населення України (тис. осіб)

Однак, достовірність прогнозу стосовно динаміки чисельності населення України не можна вважати достатньою без врахування екологічної ситуації в країні.

У всьому світі чисельність населення збільшується, що призводить до погіршення екологічної ситуації на планеті. Природно і на території України рівень забруднення навколишнього середовища достатньо високий. Для того, щоб визначити антропогенний вплив людини на довкілля, а також приріст населення в залежності від його стану, необхідно проведення експериментальних досліджень в динаміці та з врахуванням стохастичних впливів різноманітних факторів зовнішнього середовища. Треба також враховувати зворотну залежність чисельності населення та рівня забруднення довкілля.

Динаміка середнього рівня забруднення в моделі визначається на базі комплексу факторів, склад та кількість яких користувач може змінювати впродовж імітаційного експерименту. Згідно з обраним комплексом динаміка середнього рівня забруднення прогнозується на наступному рівні – рис. 7.16.

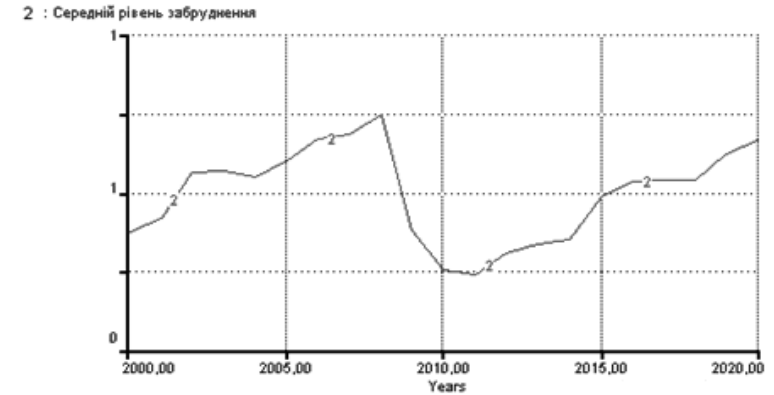


Рис. 7.16. Динаміка середнього рівня забруднення (у долях одиниці)

В ході подальшого аналізу виявлено, що найбільшу питому вагу у загальному рівні забруднення становить доля забруднення від підприємств (рис. 7.17) та середній рівень забруднення від розпаду токсинів.

На жаль, різкий спад забруднення з 2008 по 2011 рік пояснюється не проведенням ефективних природоохоронних заходів, а зменшенням кількості підприємств та закриттям шкідливих виробництв у зв'язку з економічною кризою.

Вплив екології на темп приросту населення країни збільшується приблизно з 2007 року (рис. 7.18). Згідно з цим прогнозна динаміка чисельності населення України прогнозується на наступному рівні – рис. 7.19.

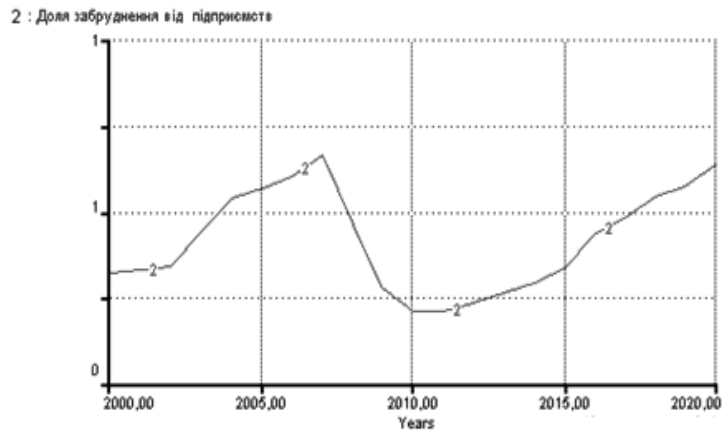


Рис. 7.17. Динаміка долі забруднення від підприємств (у долях одиниці)

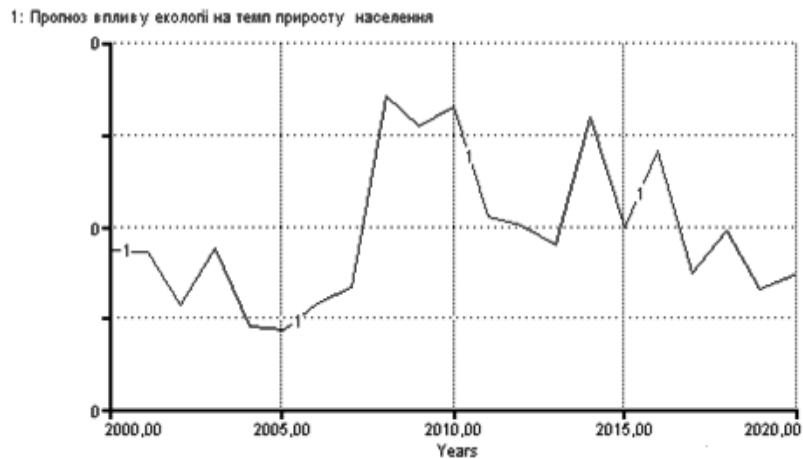


Рис. 7.18. Динаміка показника впливу екології на темп приросту населення (у долях одиниці)

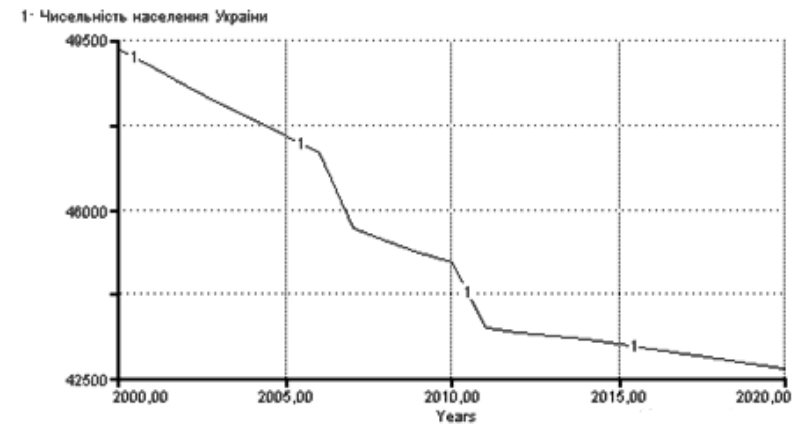


Рис. 7.19. Прогнозна динаміка чисельності населення України (тис. осіб)

Таким чином, спостерігається постійна тенденція скорочення населення країни, яка продовжиться до 2020 року. Тривала депопуляція, вкрай низька народжуваність (навіть після її зростання у 2002–2008 роках її рівень залишається одним з самих низьких у світі), висока смертність, особливо чоловіків працездатного віку та сільських мешканців – все це дає змогу кваліфікувати демографічну ситуацію в країні як кризову. Такий спад чисельності частково пояснюється погіршенням екології на території країни. Однак, результати моделювання також доводять, що у зв'язку з явним зменшенням населення поліпшується екологічна ситуація. Водночас, збільшення негативних впливів політичного та економічного характеру спричиняє значне погіршення демографічної ситуації в країні. Гальмувати зменшення населення України може тільки поступовий вихід з економічної, фінансової та політичної кризи.

Імітаційні експерименти довели наступну динаміку індексу середнього рівня ВВП на душу населення – GDPI – рис. 7.20. Зростання індексу уповільнювалося приблизно з кінця 2008 року, що відповідало кризовим

тенденціям в економіці та демографічній ситуації в країні. Різке та стійке падіння спостерігається з 2014 року та прогнозується приблизно до 2019 року.

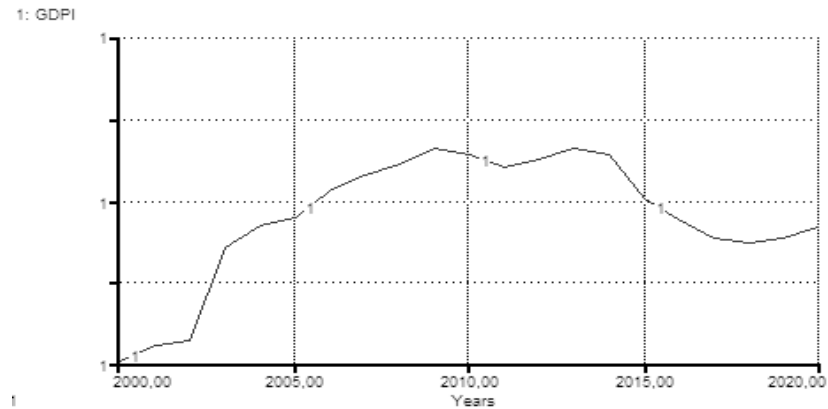


Рис. 7.20. Прогнозна динаміку індексу GDP I

Динаміка індексу середньої тривалості життя – LEI (рис. 7.21) є загалом позитивною до 2014 року, що обумовлюється підвищенням загальної тривалості життя як без врахування, так і з врахуванням впливу екології.

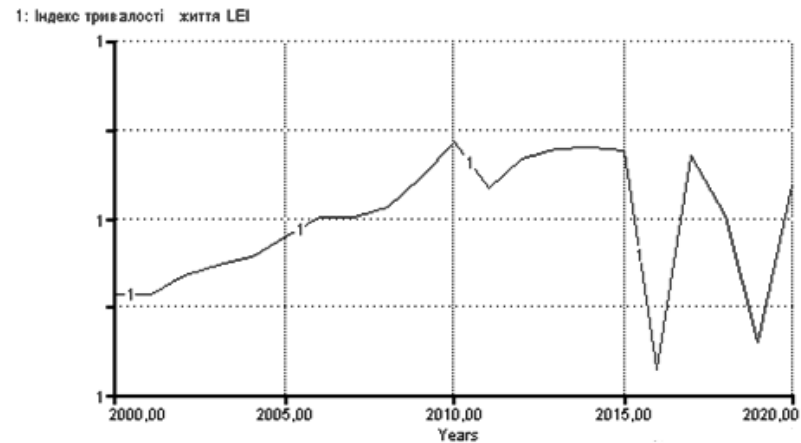


Рис. 7.21. Динаміка індексу середньої тривалості життя – LEI

Хоча, як видно з рис. 7.22, вплив екологічних факторів достатньо негативно впливає на цей фактор.

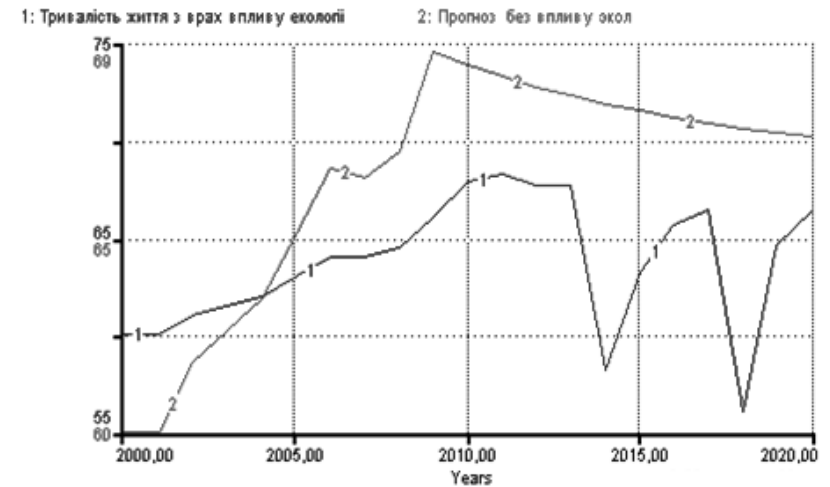


Рис. 7.22. Прогнозна динаміка тривалості життя (без та з врахуванням впливу екологічних факторів)

Однак, з 2015 року прогноз показує достатньо сильну нестабільність індексу. Тенденція індексу практично повторює тенденцію тривалості життя з врахуванням екології. Прогноз тривалості життя без врахування впливу екології є значно оптимістичнішим. Зважаючи на попередні дані, можна зробити висновок, що екологічна ситуація приблизно з 2014 року загрожуватиме сильно погіршуватися, що негативно впливатиме на тривалість життя населення України, якщо не будуть впроваджені відповідні заходи стосовно охорони довкілля.

Індекс середнього рівня освіти населення (EI – рис. 7.23) демонструє практично сталу тенденцію з 2000 по кінець 2008 року і обвальне падіння з початку 2009 року. За прогнозом, падіння індексу буде продовжуватися (при

незначних позитивних відхиленнях) фактично до 2020 року. Значною мірою така тенденція обумовлена демографічним спадом; падінням індексу сукупної долі населення, яке навчається (GEI – рис. 7.24), а також значним падінням якості освіти.

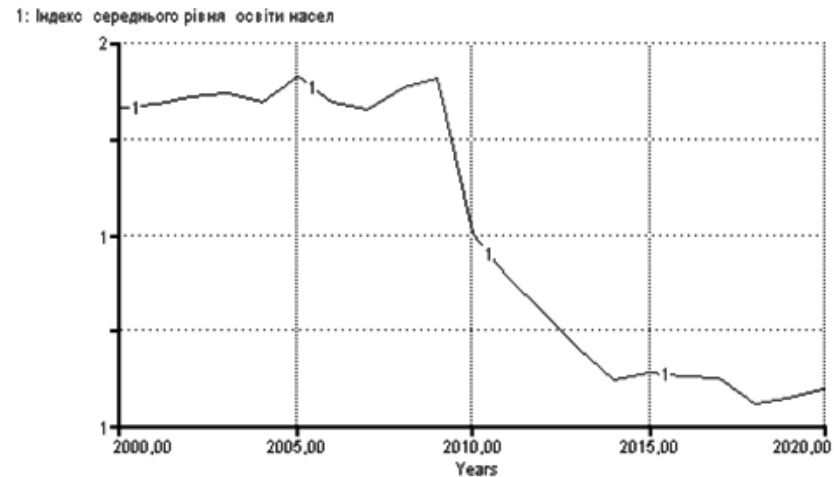


Рис. 7.23. Динаміка індексу середнього рівня освіти населення (EI)

Таким чином, характер демографічних процесів у суспільстві є вагомим фактором, який не може не враховуватися на рівні планування діяльності галузі освіти.

Значною мірою регресійна тенденція динаміки індексу освіти населення впливає на динаміку індексу розвитку людського потенціалу України (рис. 7.25). Як видно з наведених діаграм, динаміка індексу демонструє практично однакову загальну тенденцію згідно з обома прийнятими алгоритмами розрахунку: HDI1 – середньгеометричне, HDI2 – середньоарифметичне складових індексу.

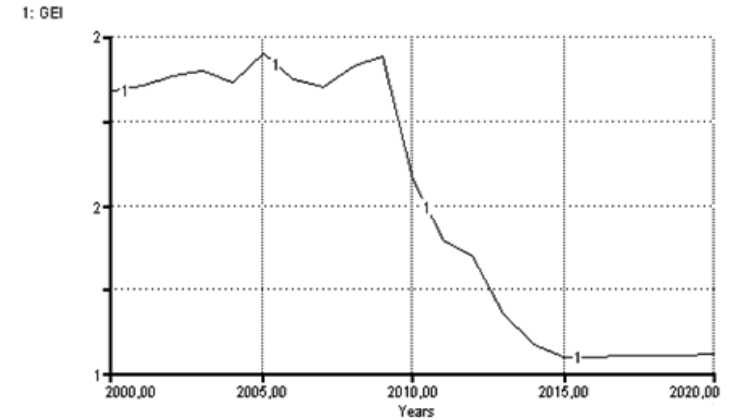


Рис. 7.24. Динаміка індексу GEI

В абсолютному вираженні значення індексів розвитку людського потенціалу та його складових наведені у наступній таблиці – табл. 7.1

Згідно з отриманими результатами модельних експериментів можливо зробити висновок, що у звітах ООН на подальші роки Україна посяде місце у групі країн з низьким рівнем розвитку людського потенціалу.

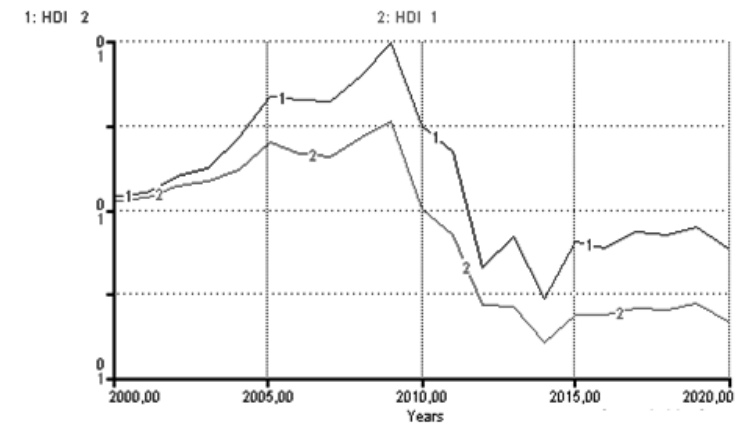


Рис. 7.25. Прогнозна динаміка індексу розвитку людського потенціалу України

Таблиця 7.1

Прогнозна динаміка складових індексу розвитку людського потенціалу
(у долях одиниці)

Years	GDPi	LEI	EI	HDI 1	HDI 2
2000	0,65	0,58	1,66	0,96	0,21
2001	0,65	0,60	1,68	0,98	0,22
2002	0,66	0,61	1,68	0,98	0,22
2003	0,71	0,62	1,66	1,00	0,24
2004	0,73	0,63	1,72	1,03	0,27
2005	0,74	0,65	1,66	1,01	0,26
2006	0,74	0,65	1,64	1,01	0,26
2007	0,75	0,66	1,70	1,04	0,28
2008	0,76	0,68	1,72	1,05	0,30
2009	0,77	0,73	1,37	0,95	0,25
2010	0,77	0,70	1,23	0,90	0,22
2011	0,78	0,71	1,22	0,90	0,23
2012	0,79	0,71	1,04	0,85	0,20
2013	0,80	0,55	0,96	0,77	0,14
2014	0,81	0,63	1,02	0,82	0,18
2015	0,81	0,68	0,98	0,83	0,18
2016	0,81	0,55	0,97	0,78	0,14
2017	0,82	0,69	0,95	0,82	0,18
2018	0,82	0,62	0,98	0,81	0,17
2019	0,82	0,69	1,01	0,84	0,19
2020	0,82	0,68	0,97	0,82	0,18

Відповідно до розглянутих тенденцій в Україні прогнозується подальший розрив рівня життя забезпечених та бідних верств населення. Про це свідчить динаміка їх доходів (рис. 7.26), а також динаміки долі населення з доходами нижче прожиткового мінімуму та питомої ваги доходів бідного населення у загальних доходах (рис. 7.27).

Як видно з діаграм, частка населення з доходами нижче прожиткового мінімуму за оптимістичним прогнозом може знизитися (хоча такі висновки потребують постійного уточнення на базі імітаційних експериментів). Однак, питома вага доходів бідного населення в загальному доході має ще більшу регресійну тенденцію.

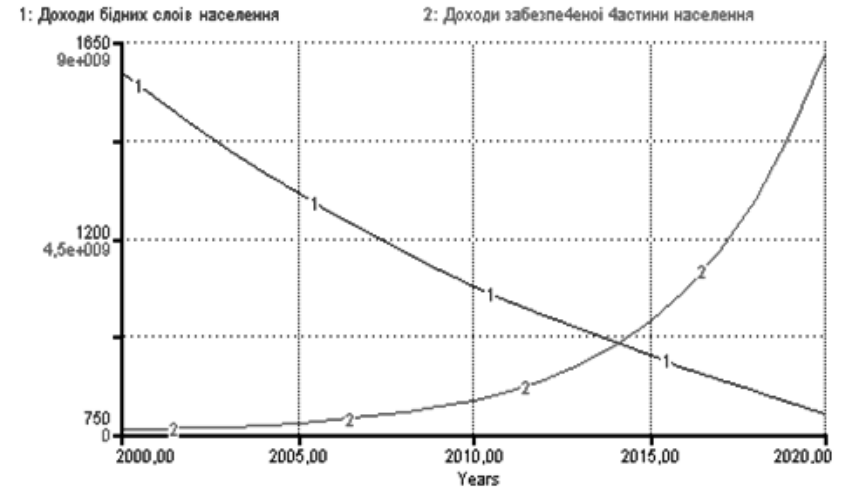


Рис. 7.26. Прогнозні динаміки доходів (тис. грн)
бідної та забезпеченої верств населення

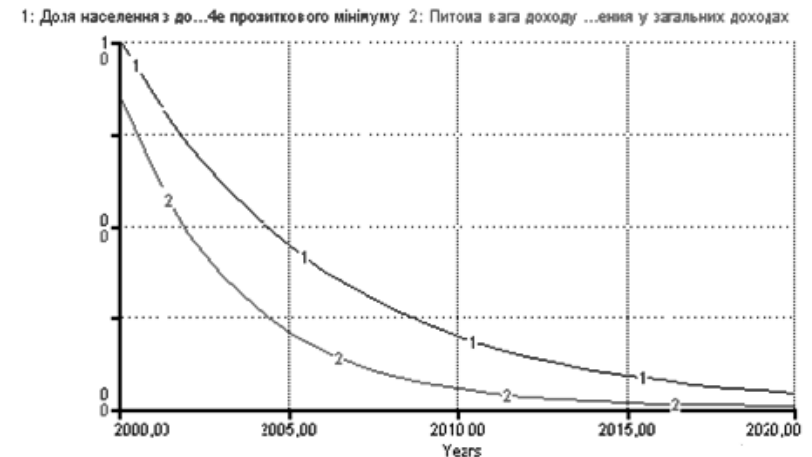


Рис. 7.27. Динаміки долі населення з доходами нижче прожиткового мінімуму та питомої ваги доходів бідного населення у загальних доходах

Додаткові демографічні дослідження доводять, що частіше інших до числа бідних належать мешканці західних регіонів країни та сільські мешканці; діти; особи, які не мають закінченої середньої освіти; робітники, які займаються некваліфікованою фізичною працею; безробітні.

Статус пенсіонера, а також відсутність закінченої середньої освіти (тобто можливість запропонувати на ринку некваліфікований фізичний труд) передбачають високі шанси попадання у число малозабезпечених. Приналежність до середніх верств та до забезпеченої частини населення більш за все пов'язана з проживанням у місті; зі статусом керівника або дипломованого фахівця; з наявністю середньо спеціальної або вищої освіти. У якій саме групі займе місце частина населення, що володіє наведеними характеристиками, залежить, перш за все, від конкретних умов локальних ринків праці, якості робочих місць, галузі зайнятості, оплати праці та від особистих якостей працівників.

Окрім показників бідності, заснованих на доході, методикою ООН введено новий показник – багатомірний індекс бідності, який відображає множинні депривації, з якими стикаються бідні верстви населення. Інформаційною базою розрахунку індексу є дані по домогосподарствах, які потім агрегуються та складають національну міру бідності. Значення багатомірного індексу бідності є результатом використання двох вимірників – багатомірного коефіцієнту бідності та коефіцієнту інтенсивності бідності.

Зростання тенденції збідніння населення України, окрім доходних показників, підтверджується і динамікою коефіцієнту бідності Н (рис. 7.28), що визначає долю населення, яке є багатомірно бідним.

З початком першої хвилі економічної кризи доля багатомірно бідних стрімко зростає. Однак, з 2011–2012 років визначається поступове, хоча і незначне падіння долі найбіднішого населення країни. З 2014 року починається стійка тенденція до збільшення коефіцієнту бідності, яка гальмує, за прогнозом, тільки у 2019 році.

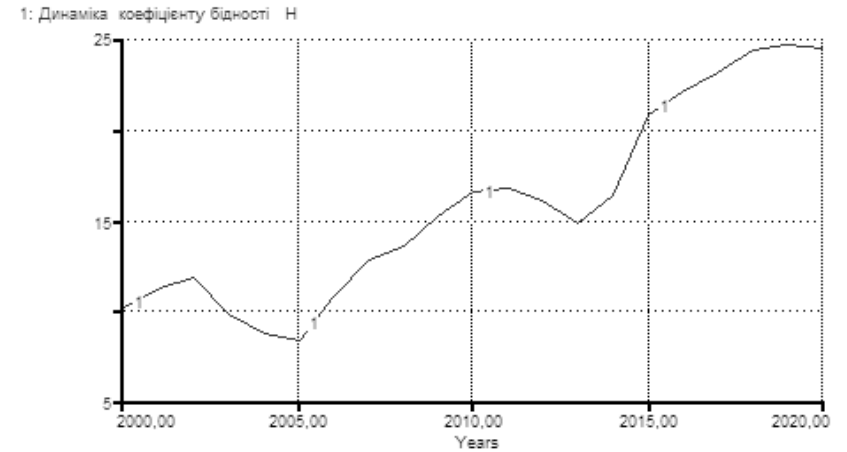


Рис. 7.28. Динаміка коефіцієнту бідності (%)

На рис. 7.29 представлена динаміка інтенсивності бідності. З 2008 року її зростання ще більш інтенсивне, чим зростання долі багатомірно бідних. За прогнозом, до кінця 2015 р. інтенсивність бідності в Україні сягне майже 77 %, а у 2018 році досягне приблизно 85 %. Нагадаємо, що масштаб депривацій населення охоплює депривації в галузі здоров'я, освіти та рівня життя.

Наведені тенденції вимірників – індексів Н та А – обумовлюють динаміку багатомірного індексу бідності на перспективу (рис. 7.30).

Як бачимо, за прогнозом індекс багатомірної бідності досягне у 2020 році значення майже 18-19 %, тобто в середньому люди будуть відчувати депривації по 19 % зважених індикаторів (рис. 7.30).

Серед державних заходів щодо зниження бідності визначають:

- Створення умов для росту виробництва та, відповідно, збільшення грошових доходів населення.
- Підтримка макроекономічної стабільності.
- Проведення антиінфляційної політики.
- Установлення мінімального розміру оплати праці.
- Розробка соціальних програм та механізмів їх реалізації.

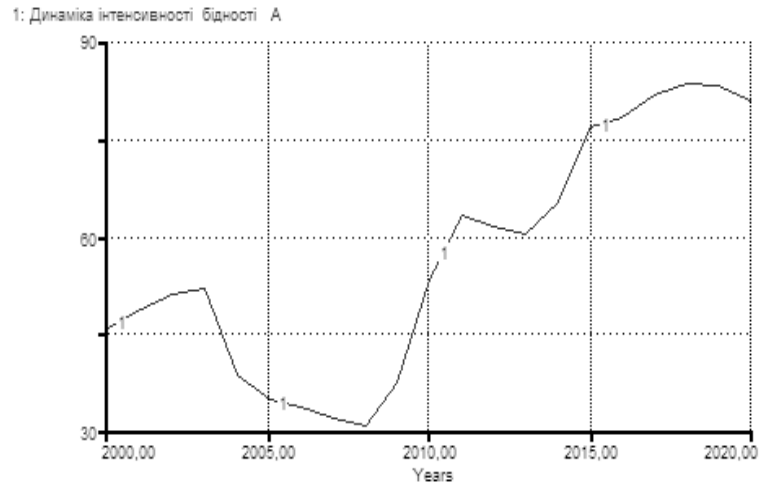


Рис. 7.29. Динаміка коефіцієнту інтенсивності бідності A (%)

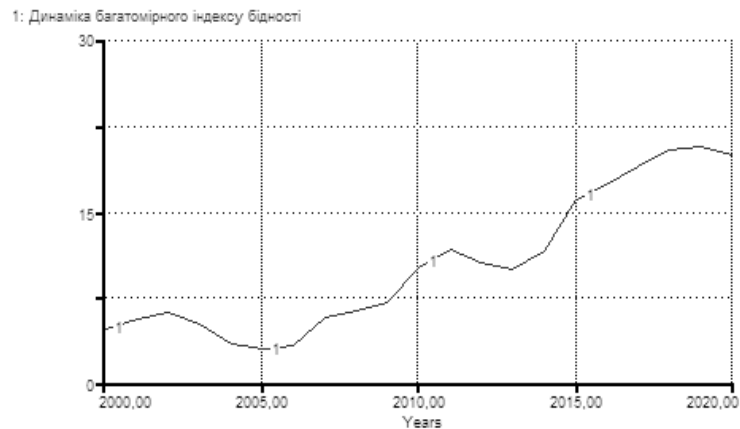


Рис. 7.30. Динаміка багатомірного індексу бідності (%)

Пріоритетною стратегічною метою перспективної соціальної політики повинно стати підвищення чисельності середнього класу, а трансформація соціально-економічної структури населення і підвищення долі середнього класу

повинні розглядатися в якості узагальнюючого індикатора успішності соціально-економічного розвитку країни.

Головну роль у підвищенні економічного потенціалу населення, на нашу думку, відіграють фактори, не пов'язані напряму з показниками економічного росту країни. У поточний час – це механізми розподілу, які відповідають інтересам саме найбільш забезпечених верств населення. Це породжує та постійно відтворює високий рівень нерівності у розподілі суспільного багатства (плоска шкала оподаткування фізичних осіб, неефективна система індексації доходів значної частини зайнятого та незайнятого населення, відсутність дійсно ефективних важелів протидії пересуванням доходів на користь монополій та та ін.). Тому доходи представників нижчих слоїв населення зростають значно повільніше доходів середнього й верхнього слою та забезпечених верств населення. Якщо і надалі буде зберігатися таке інституціональне середовище, перехід нижчих слоїв до середнього класу буде займати не одне десятиліття.

Наведені результати імітаційних експериментів фрагментарно доводять можливості розробленої моделі. Однак, цього достатньо для демонстрації бази прийняття ефективних управлінських рішень на макрорівні. Прогнозний характер розглянутих процесів створює умови для підвищення своєчасності управлінських впливів.

7.3. Моделювання динаміки людського потенціалу регіону

Тенденції економічного зростання та структурні зміни в економіці країни напряму залежать від показників розвитку регіонів. В процесі оцінки діяльності регіонів розглядається сукупність економічних показників та політичних факторів, показників виконання бюджету, а також характеристики міжбюджетних відносин і макроекономічної політики.

місцевості (СМ). Чисельність населення за наведеними територіями моделюється за допомогою відповідних фондів (рис. 7.34).

Потоки «Народжуваність у міських поселеннях» («Народжуваність у сільській місцевості») та «Смертність у міських поселеннях» (Смертність у сільській місцевості) формують рівень наведених фондів. До того ж в моделі враховується вплив на процеси народжуваності та смертності комплексів факторів, склад яких на прикладі МП наведено на рис. 7.36. Наприклад:

Народжуваність_у_міських_поселеннях = if time<=Рік даних then
Статистика_народжуваності_МП else Прогноз_народжуваності_МП *
Загальний_вплив

Смертність_у_міських_поселеннях = if time<=Рік даних then
Статистика_смертності_МП else Прогноз_смертності_МП *
Рівень_життя_

Статистики народжуваності та смертності завдаються функцією GRAF(time). Прогноз народжуваності та смертності визначається за допомогою функції FORCST. Наприклад:

Прогноз_народжуваності_МП=FORCST(Статистика_народжуваності_МП,
(Рік_даних – 2000 + 1), 11)

Потоки «Відтік у СМ» та «Відтік у МП» визначаються як випадкові змінні.

Наприклад:

Відтік_у_МП=(Населення_у_сільській_місцевості*RANDOM(10, 13))/100

Таким чином,

Населення_у_міських_поселеннях(t) = Населення_у_міських_поселеннях(t
- dt) +(Народжуваність_у_міських_поселеннях+Відтік_у_МП–
Смертність_у_міських_поселеннях – Відтік_у_СМ) * dt

Повний алгоритм розрахунків наведено нижче.

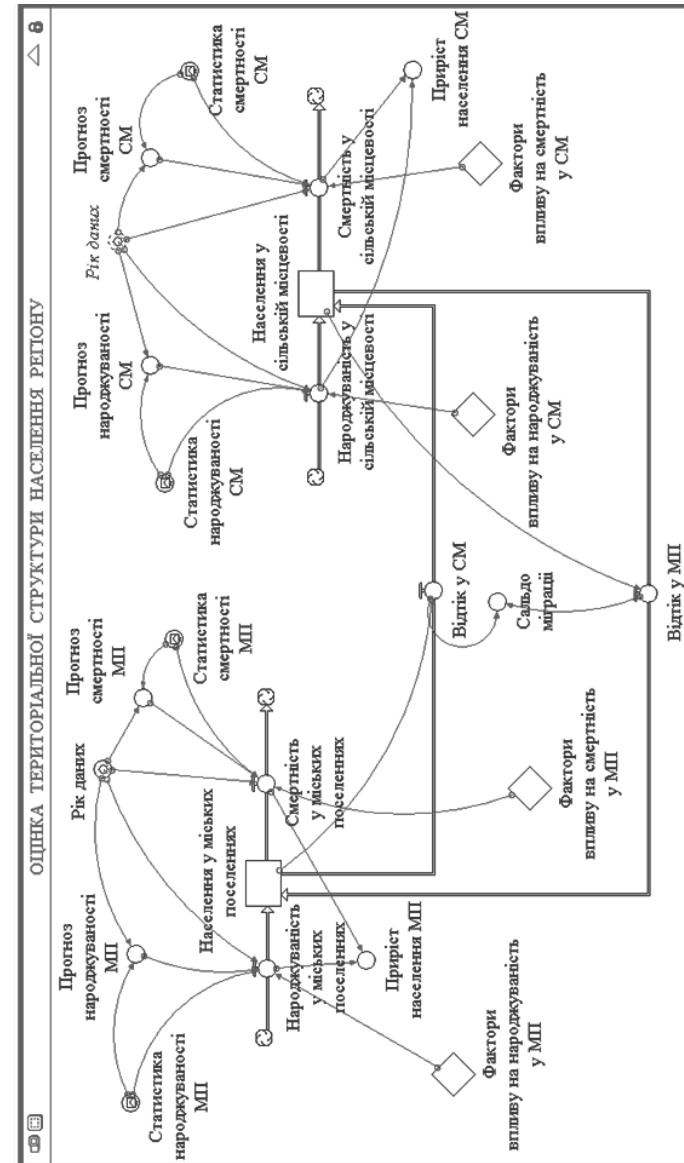


Рис. 7.32. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Оцінка територіальної структури населення регіону»

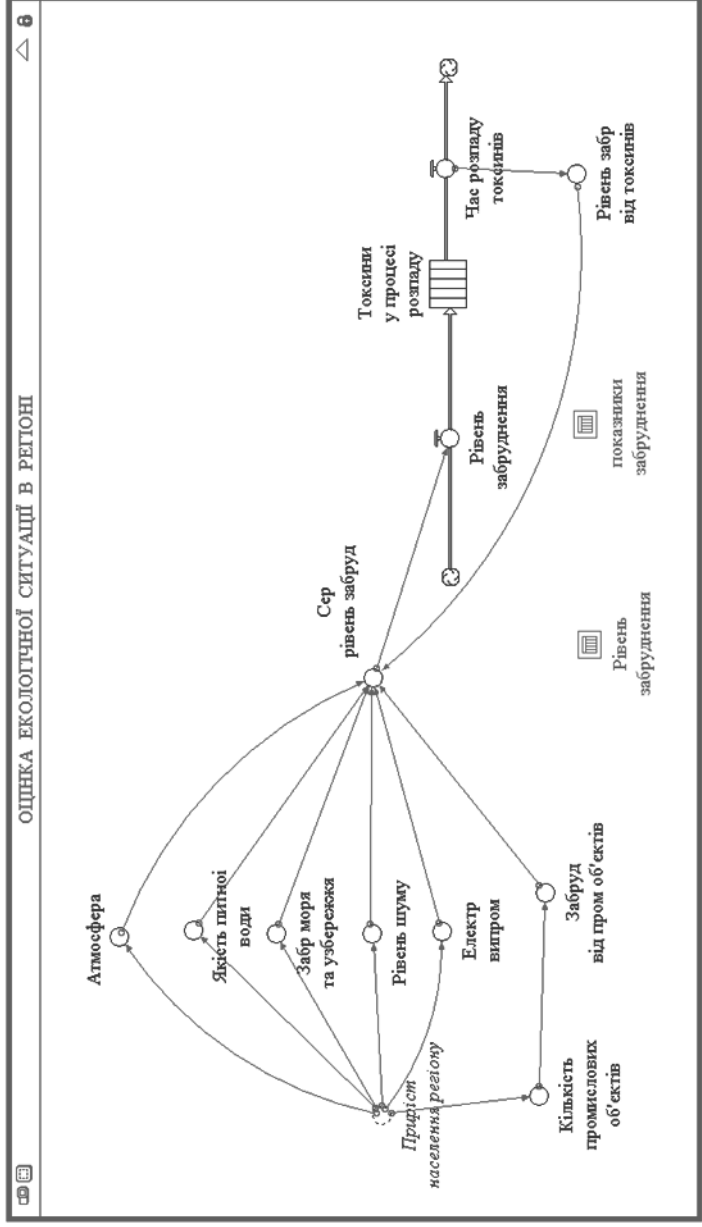


Рис. 7.33. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Оцінка екологічної ситуації в регіоні»

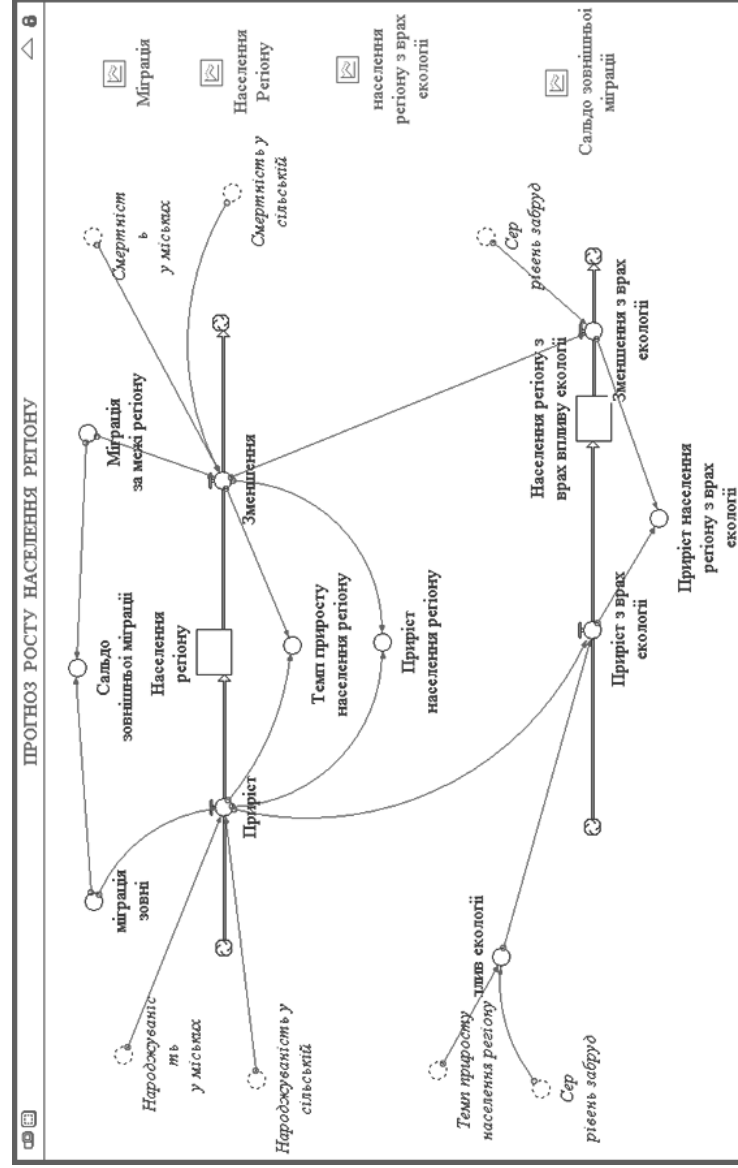


Рис. 7.34. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Прогноз росту населення регіону»

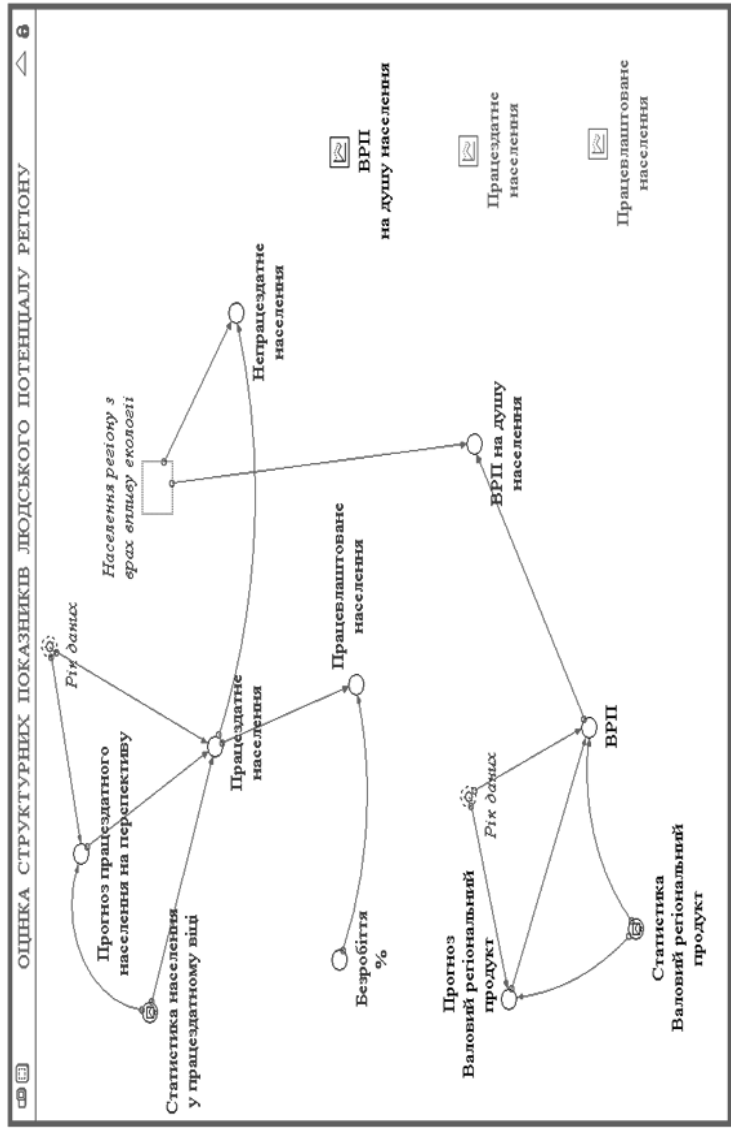


Рис. 7.35. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків модуля «Оцінка структурних показників людського потенціалу регіону»

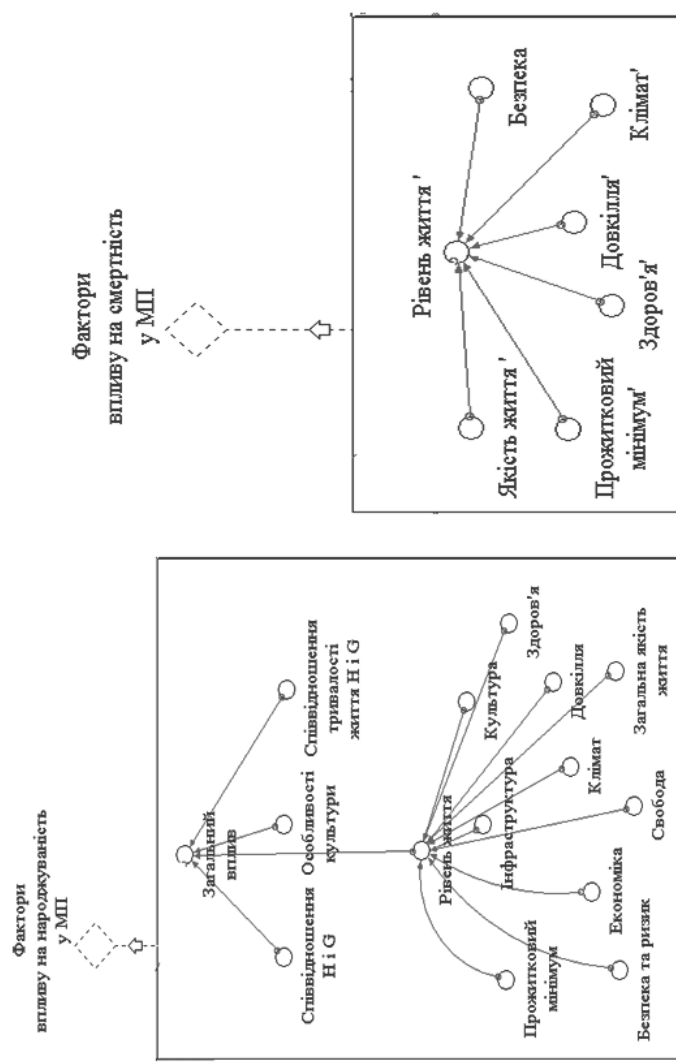


Рис. 7.36. Фактори впливу на рівень народжуваності та смертності в регіоні

□ Населення_у_міських_поселеннях(t) = Населення_у_міських_поселеннях(t - dt) +
 (Народжуваність_у_міських_поселеннях + Відтік_у_МП - Смертність_у_міських_поселеннях -
 Відтік_у_СМ) * dt
 INIT Населення_у_міських_поселеннях = 1653200
 INFLOWS:
 ☞ Народжуваність_у_міських_поселеннях = if time<=Рік_даних then
 Статистика_народжуваності_МП else Прогноз_народжуваності_МП*Загальний_вплив
 ☞ Відтік_у_МП = (Населення_у_сільській_місцевості * RANDOM(10,16)) /100
 OUTFLOWS:
 ☞ Смертність_у_міських_поселеннях = if time<=Рік_даних then Статистика_смертності_МП else
 Прогноз_смертності_МП*Рівень_життя'
 ☞ Відтік_у_СМ = (Населення_у_міських_поселеннях * RANDOM(1,1,5)) /100
 □ Населення_у_сільській_місцевості(t) = Населення_у_сільській_місцевості(t - dt) +
 (Народжуваність_у_сільській_місцевості + Відтік_у_СМ - Смертність_у_сільській_місцевості -
 Відтік_у_МП) * dt
 INIT Населення_у_сільській_місцевості = 897200
 INFLOWS:
 ☞ Народжуваність_у_сільській_місцевості = if time<=Рік_даних then
 Статистика_народжуваності_СМ else Прогноз_народжуваності_СМ*Загальний_вплив'
 ☞ Відтік_у_СМ = (Населення_у_міських_поселеннях * RANDOM(1,1,5)) /100
 OUTFLOWS:
 ☞ Смертність_у_сільській_місцевості = if time<=Рік_даних then Статистика_смертності_СМ else
 Прогноз_смертності_СМ*Рівень_життя"
 ☞ Відтік_у_МП = (Населення_у_сільській_місцевості * RANDOM(10,16)) /100
 □ Населення_регіону_з_врах_впливу_екології(t) = Населення_регіону_з_врах_впливу_екології(t - dt) +
 (Приріст_з_врах_екології - Зменшення_з_врах_екології) * dt
 INIT Населення_регіону_з_врах_впливу_екології = 2510400
 INFLOWS:
 ☞ Приріст_з_врах_екології = Приріст-Приріст*Вплив_екології
 OUTFLOWS:
 ☞ Зменшення_з_врах_екології = Зменшення+Зменшення*Сер_рівень_забруд
 □ Населення_регіону(t) = Населення_регіону(t - dt) + (Приріст - Зменшення) * dt
 INIT Населення_регіону = 2510400
 INFLOWS:
 ☞ Приріст =
 Народжуваність_у_міських_поселеннях+Народжуваність_у_сільській_місцевості+міграція_зовні
 OUTFLOWS:
 ☞ Зменшення =
 Міграція_за_межі_регіону+Смертність_у_міських_поселеннях+Смертність_у_сільській_місцевості
 □ Токсини_у_процесі_розпаду(t) = Токсини_у_процесі_розпаду(t - dt) + (Рівень_забруднення -
 Нас_розпаду_токсинів) * dt
 INIT Токсини_у_процесі_розпаду = 0
 TRANSIT TIME = varies
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

INFLOWS:
 ☞ Рівень_забруднення = Сер_рівень_забруд
 OUTFLOWS:
 ☞ Нас_розпаду_токсинів = CONVEYOR OUTFLOW
 TRANSIT TIME = RANDOM(1,2)
 ○ Безробіття_% = 0.1149*0.922^(time-2000)
 ○ Електр_випром = if Приріст_населення_регіону>100000 then 0.6 else if
 Приріст_населення_регіону>10000 then 0.5 else if Приріст_населення_регіону>1000 then 0.4 else 0.2
 ○ Вплив_екології = (Сер_рівень_забруд+Темп_приросту_населення_регіону)/2
 ○ Атмосфера = if Приріст_населення_регіону>100000 then 0.6 else if Приріст_населення_регіону>10000
 then 0.5 else if Приріст_населення_регіону>1000 then 0.3 else 0.2
 ○ ВРП = if time<=Рік_даних then Статистика_Валовий_регіональний_продукт else
 Прогноз_Валовий_регіональний_продукт
 ○ ВРП_на_душу_населення = ВРП/Населення_регіону_з_врах_впливу_екології
 ○ Забруд_від_пром_об'єктів = if Кількість_промислових_об'єктів >4500 then 0.5 else if
 Кількість_промислових_об'єктів >3800 then 0.4 else if Кількість_промислових_об'єктів >3200 then 0.3 else
 if Кількість_промислових_об'єктів >2800 then 0.3 else 0.2
 ○ Забр_моря_та_узбережжя = if Приріст_населення_регіону>100000 then 0.7 else if
 Приріст_населення_регіону>10000 then 0.6 else if Приріст_населення_регіону>1000 then 0.5 else 0.3
 ○ Кількість_промислових_об'єктів = if Приріст_населення_регіону>100000 then RANDOM(4000,5000) else
 if Приріст_населення_регіону>10000 then RANDOM(3500,4200) else if Приріст_населення_регіону>1000
 then RANDOM(3200,3800) else RANDOM(2500,3100)
 ○ Непрацездатне_населення = Населення_регіону_з_врах_впливу_екології-Працездатне_населення
 ○ Міграція_за_межі_регіону = 35500*1.025^(time-2000)
 ○ міграція_зовні = 10500*1.015^(time-2000)
 ○ Працевлаштоване_населення = Працездатне_населення * (1 - Безробіття_%)
 ○ Працездатне_населення = if time<=Рік_даних then Статистика_населення_у_працездатному_віці else
 Прогноз_працездатного_населення_на_перспективу
 ○ Приріст_населення_МП = Народжуваність_у_міських_поселеннях-Смертність_у_міських_поселеннях
 ○ Приріст_населення_СМ = Народжуваність_у_сільській_місцевості-Смертність_у_сільській_місцевості
 ○ Приріст_населення_регіону = Приріст-Зменшення
 ○ Приріст_населення_регіону_з_врах_екології = Приріст_з_врах_екології-Зменшення_з_врах_екології
 ○ Прогноз_Валовий_регіональний_продукт =
 FORCST(Статистика_Валовий_регіональний_продукт,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Прогноз_народжуваності_МП = FORCST(Статистика_народжуваності_МП,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Прогноз_народжуваності_СМ = FORCST(Статистика_народжуваності_СМ,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Прогноз_працездатного_населення_на_перспективу =
 FORCST(Статистика_населення_у_працездатному_віці,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Прогноз_смертності_МП = FORCST(Статистика_смертності_МП,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Прогноз_смертності_СМ = FORCST(Статистика_смертності_СМ,(Рік_даних-2000+1), 11)
 ○ Сальдо_зовнішньої_міграції = міграція_зовні-Міграція_за_межі_регіону
 ○ Сальдо_міграції = Відтік_у_МП-Відтік_у_СМ

- Сер_рівень_забруд = if Рівень_забр_від_токсинів = 0 then (Електр_випром+Атмосфера+Забруд_від_пром_об'єктів+Забр_моря_та_узбережжя+Рівень_шуму+Якість_питної_води)/6 else Рівень_забр_від_токсинів
- Темп_приросту_населення_регіону = Приріст/Зменшення
- Рівень_забр_від_токсинів = Нас_розпаду_токсинів/RANDOM(2,5)
- Рівень_шуму = if Приріст_населення_регіону > 100000 then 0.1 else if Приріст_населення_регіону > 10000 then 0.05 else if Приріст_населення_регіону > 1000 then 0.015 else 0.01
- Рік_даних = 2009
- Якість_питної_води = if Приріст_населення_регіону > 100000 then 0.7 else if Приріст_населення_регіону > 10000 then 0.6 else if Приріст_населення_регіону > 1000 then 0.5 else 0.3
- Статистика_Валовий_регіональний_продукт = GRAPH(time)

(2000, 1.8e+007), (2001, 2e+007), (2002, 1.9e+007), (2003, 2e+007), (2004, 1.9e+007), (2005, 2e+007), (2006, 2.5e+007), (2007, 3.3e+007), (2008, 4.7e+007), (2009, 4e+007)
--
- Статистика_населення_у_працездатному_віці = GRAPH(time)

(2000, 1.5e+006), (2001, 1.5e+006), (2002, 1.5e+006), (2003, 1.5e+006), (2004, 1.5e+006), (2005, 1.5e+006), (2006, 1.5e+006), (2007, 1.5e+006), (2008, 1.5e+006), (2009, 1.5e+006)
--
- Статистика_народжуваності_МП = GRAPH(time)

(2000, 11425), (2001, 11822), (2002, 12325), (2003, 13394), (2004, 14212), (2005, 14650), (2006, 14984), (2007, 16106), (2008, 17511), (2009, 17577)
--
- Статистика_смертності_МП = GRAPH(time)

(2000, 22135), (2001, 22249), (2002, 22669), (2003, 23195), (2004, 22816), (2005, 23388), (2006, 23005), (2007, 22984), (2008, 22454), (2009, 21038)
--
- Статистика_смертності_СМ = GRAPH(time)

(2000, 15756), (2001, 15415), (2002, 16248), (2003, 16212), (2004, 16048), (2005, 16687), (2006, 16178), (2007, 15851), (2008, 15497), (2009, 14821)
--
- Статистика_народжуваності_СМ = GRAPH(time)

(2000, 8617), (2001, 8601), (2002, 8902), (2003, 8932), (2004, 9131), (2005, 9265), (2006, 10129), (2007, 10653), (2008, 11269), (2009, 11409)
--
- Sketch_of_Працевлаштоване_населення = GRAPH(TIME)

(2000, 0.00), (2001, 0.00), (2002, 0.00), (2003, 0.00), (2004, 0.00), (2005, 0.00), (2006, 0.00), (2007, 0.00), (2008, 0.00), (2009, 0.00), (2010, 0.00), (2011, 0.00), (2012, 0.00), (2013, 0.00), (2014, 0.00), (2015, 0.00), (2016, 0.00), (2017, 0.00), (2018, 0.00), (2019, 0.00), (2020, 0.00), (2021, 0.00)
--
- Sketch_of_Працездатне_населення = GRAPH(TIME)

(2000, 0.00), (2001, 0.00), (2002, 0.00), (2003, 0.00), (2004, 0.00), (2005, 0.00), (2006, 0.00), (2007, 0.00), (2008, 0.00), (2009, 0.00), (2010, 0.00), (2011, 0.00), (2012, 0.00), (2013, 0.00), (2014, 0.00), (2015, 0.00), (2016, 0.00), (2017, 0.00), (2018, 0.00), (2019, 0.00), (2020, 0.00)
--

Фактори впливу на смертність у МП:

- Безпека = 71
- Довкілля' = 64
- Здоров'я' = 64
- Клімат' = 78
- Прожитковий_мінімум' = 43
- Рівень_життя_' = (Безпека+Довкілля'+Здоров'я'+Клімат'+Прожитковий_мінімум'+Якість_життя_)/1000
- Якість_життя_' = 62

Фактори впливу на народжуваність у МП:

- Безпека_та_ризик = 71
- Економіка = 42
- Довкілля = 64
- Загальна_якість_життя = 62
- Загальний_вплив = (Особливості_культури+Співвідношення_Н_i_G+Співвідношення_тривалості_життя_Н_i_G+Рівень_життя)/4
- Здоров'я = 64
- Клімат = 78
- Культура = 61
- Інфраструктура = 60
- Особливості_культури = 0.96
- Прожитковий_мінімум = 43
- Свобода = 75
- Співвідношення_Н_i_G = 0.45
- Співвідношення_тривалості_життя_Н_i_G = 0.83
- Рівень_життя = (Безпека_та_ризик+Економіка+Довкілля+Загальна_якість_життя+Здоров'я+Клімат+Культура+Інфраструктура+Прожитковий_мінімум+Свобода)/1000

Фактори впливу на народжуваність у СМ:

- Безпека'' = 90
- Економіка'' = 30
- Довкілля'' = 70
- Загальний_вплив'' = (Н_i_G+Особливості_культури'+Співвідношення_тривалості_життя_Н_i_G_' +Рівень_життя'')/4
- Здоров'я'' = 85
- Клімат'' = 78
- Культура'' = 50
- Н_i_G = 0.45
- Інфраструктура'' = 45
- Особливості_культури'' = 0.70
- Прож_мінімум = 38
- Свобода'' = 80
- Співвідношення_тривалості_життя_Н_i_G_' = 0.87
- Рівень_життя'' = (Безпека''+Економіка''+Довкілля''+Здоров'я''+Клімат''+Культура''+Інфраструктура''+Прож_мінімум'+Свобода''+Якість_життя'')/1000
- Якість_життя'' = 45

Фактори впливу на смертність у СМ:

- Безпека''' = 90
- Довкілля''' = 70
- Здоров'я''' = 85
- Клімат''' = 78
- Прож_мінімум''' = 38
- Рівень_життя''' = (Безпека''' +Довкілля''' +Здоров'я''' +Клімат''' +Прож_мінімум''' +Якість_життя''')/1000
- Якість_життя''' = 45

Проілюструємо роботу моделі на інформаційній базі Одеського регіону. Тривалість імітаційного періоду – з 2000 р. по 2020 рік. Крок імітації – рік.

Одеська область належить до одного з найбільш урбанізованих регіонів – чисельність населення у міських поселеннях значно більша, чим у сільській місцевості. Тому природно, що, за прогнозом, така тенденція буде спостерігатися і надалі – до 2020 року (рис. 7.37). Після 2000 року спостерігається значне падіння населення у сільській місцевості. Це обумовлюється цілою низкою факторів, серед яких найважливішими є падіння народжуваності та міграція у міські поселення.



Рис. 7.37. Населення у МП та СМ без врахування екології та зовнішньої міграції (осіб)

Дійсно, народжуваність у сільській місцевості нижча за міські поселення (рис. 7.38 та рис.7.39). Загалом достатньо стрімке зростання народжуваності, починаючи з 2000 року, після 2010 р. має тенденцію до зниження. Це

характерно для всієї території регіону, хоча більш різке падіння притаманне сільській місцевості.

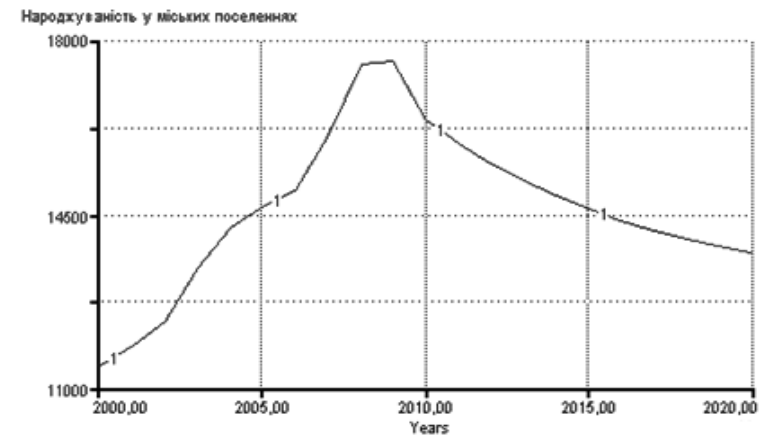


Рис. 7.38. Народжуваність у МП без врахування екології (осіб)

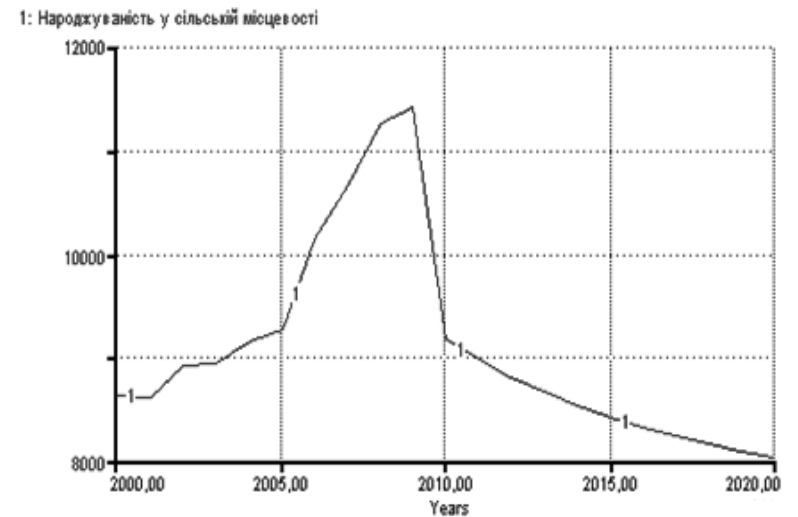


Рис. 7.39. Народжуваність у СМ без врахування екології (осіб)

Сальдо міграції свідчить на користь міських поселень (рис. 7.40). Особливо значна міграція з сільської місцевості у міські поселення мала місце до 2010 року. За прогнозом, на майбутнє десятиліття спостерігатиметься значно менша структурна міграція в межах регіону.

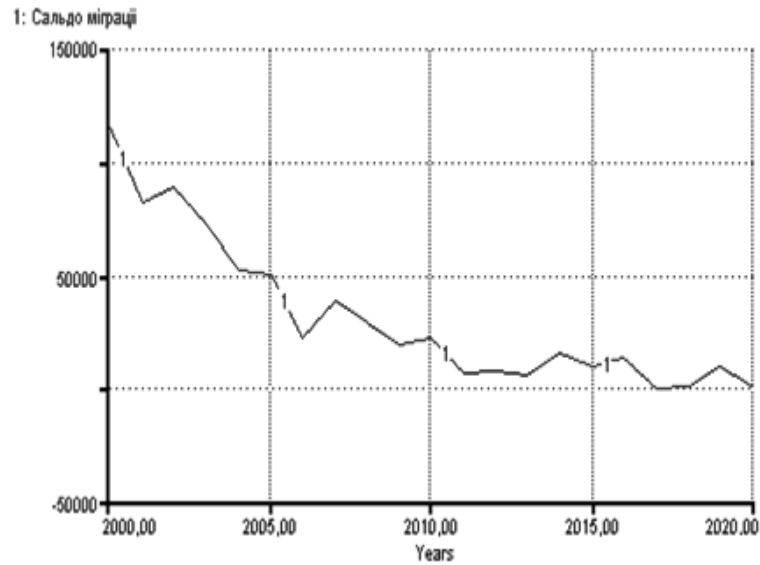


Рис. 7.40. Сальдо міграції (МП – СМ), осіб

Позитивною тенденцією є достатньо значне падіння смертності, починаючи з 2009 року, на всій території регіону (рис. 7.41 – 7.42). До того ж смертність у сільській місцевості нижча за міські поселення. За прогнозом, до 2020 року смертність залишиться на достатньо стабільному і порівняно невисокому рівні.

Не зважаючи на це, практично до 2009 року спостерігається від’ємний приріст населення (смертність перевищує народжуваність).

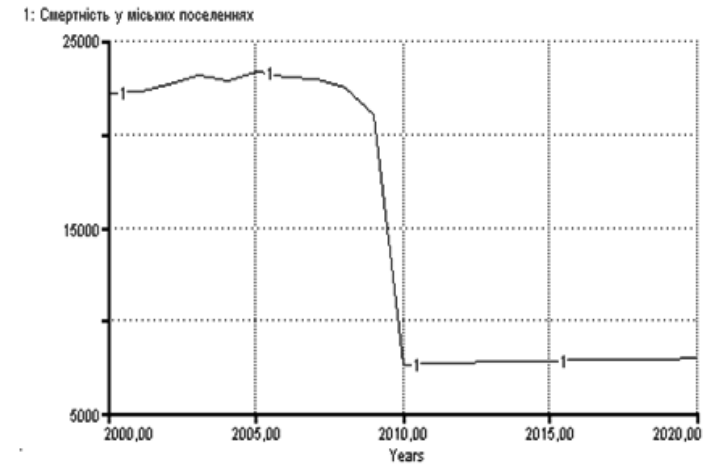


Рис. 7.41. Смертність у МП без врахування екології (осіб)

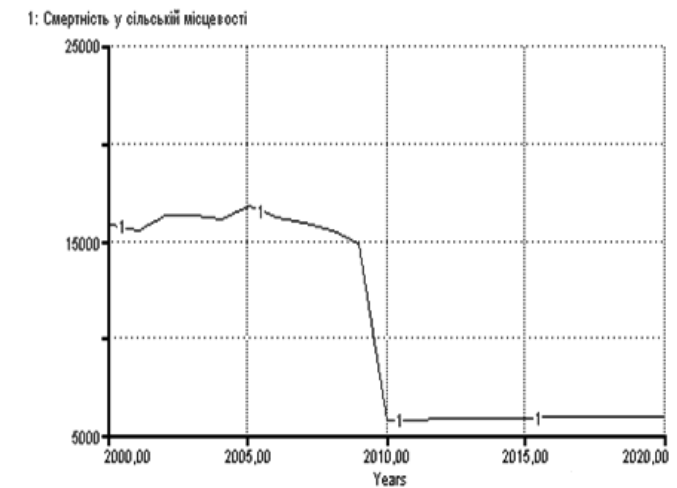


Рис. 7.42. Смертність у СМ без врахування екології (осіб)

Однак з 2010 року ситуація, за прогнозом, змінюється на краще по усій території регіону – хоча і незначний та повільний, але додатний приріст населення (рис. 7.43).

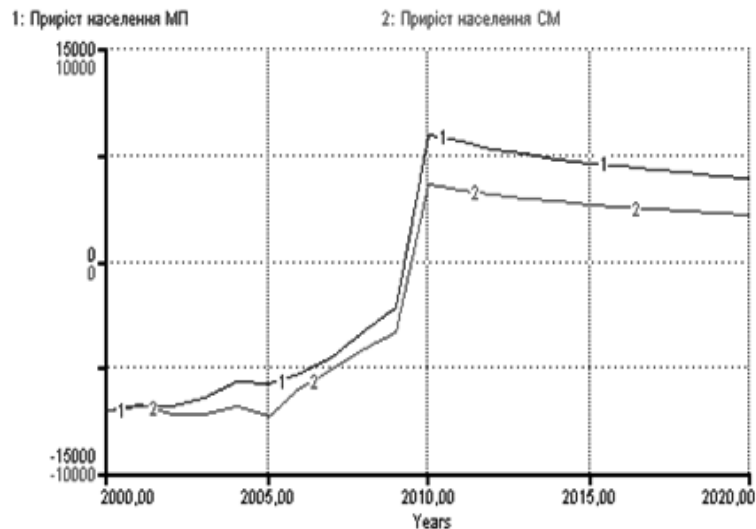


Рис. 7.43. Приріст населення без врахування екології та зовнішньої міграції (осіб)

У блоці «Прогноз росту населення регіону» в ході визначення загальної чисельності (фонд «Населення регіону») враховується зовнішня міграція – людські потоки в регіон та за його межі. Для визначення величини вхідного потоку використовується експоненціальне рівняння виду:

$$\text{Конвертер «міграція_зовні»} = 10500 * 1.015 ^ {(\text{time}-2000)}$$

Вихідний потік – конвертер

$$\text{«Міграція_за_межі_регіону»} = 35500 * 1.025 ^ {(\text{time}-2000)}$$

На рис. 7.44 наведено сальдо зовнішньої міграції. Конвертер «Сальдо_зовнішньої_міграції» = «міграція_зовні» - «Міграція_за_межі_регіону»

Як видно з рис. 7.44, сальдо зовнішньої міграції по регіону від'ємне, тобто за межі регіону від'їзжає більша чисельність населення, ніж прибуває до нього. За прогнозом, така тенденція прогресує до 2020 року. Це пояснюється

порівняно незначним розвитком промисловості в Одеській області, а також кризовими явищами в економіці.

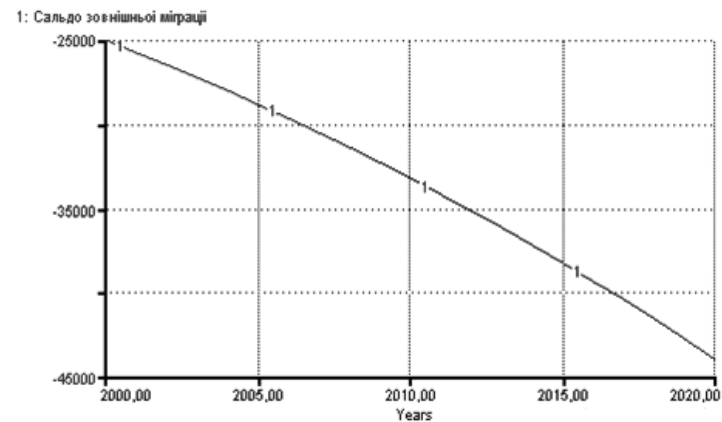


Рис. 7.44. Сальдо зовнішньої міграції регіону (осіб)

Динаміка населення регіону з врахуванням зовнішньої міграції наведена на рис. 7.45. Спостерігається значне падіння чисельності населення області. Пік падіння прогнозується на 2020 рік.

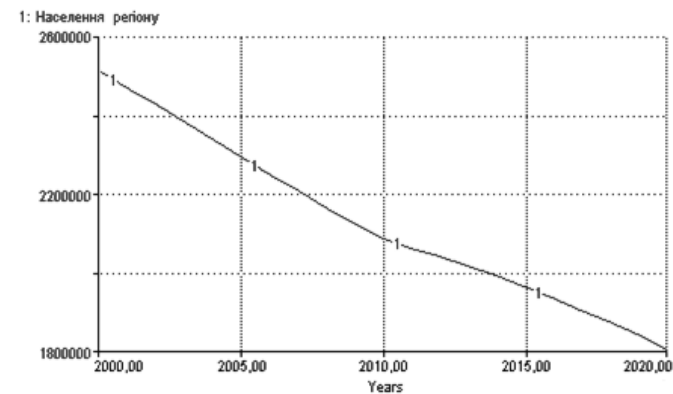


Рис. 7.45. Динаміка населення регіону з врахуванням зовнішньої міграції (осіб)

Ще більш песимістичну картину демонструє прогноз чисельності населення Одеського регіону, визначений з врахуванням впливу екологічного стану (модуль «Оцінка екологічної ситуації в регіоні») – рис. 7.46.

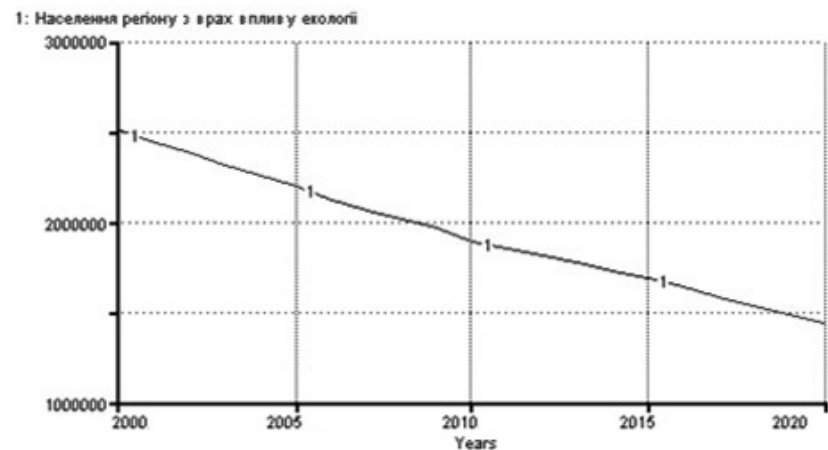


Рис. 7.46. Динаміка населення регіону з врахуванням впливу екології (осіб)

Наведена динаміка доводить значне погіршення екологічної ситуації в області. У табл. 7.2 наведені значення показників забруднення довкілля.

Отримані результати свідчать, що найбільший вплив на середній рівень забруднення оказують забруднення від промислових об'єктів, якість питної води, забруднення моря та узбережжя і атмосфера. Хоча у зв'язку зі значним падінням кількості промислових об'єктів на території області відповідний рівень забруднення знизився, він все ще залишається достатньо високим. Якщо у перспективі спостерігатиметься поживлення економічної ситуації, це призведе до появи нових промислових об'єктів, що, в свою чергу, поставить питання будівлі очисних споруд замість наявних, морально і фізично застарілих та здебільшого зруйнованих. Якщо оперативно не будуть впроваджені відповідні заходи щодо охорони довкілля, реальна картина може бути ще гіршою.

Таблиця 7.2

Показники стану екології Одеського регіону (у долях одиниці)

Year	Забрудн. під пром. об'єктами	Забрудн. моря та узбережжя	Рівень шуму	Якість питної води	Атмосфера	Емисія випром.	Рівень забр. під тиском	Середній рівень забрудн.
2000	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2001	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2002	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,10
2003	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,14
2004	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,22
2005	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,10
2006	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2007	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,04
2008	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,06
2009	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,01
2010	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,03
2011	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,01
2012	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2013	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2014	0,20	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,20
2015	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2016	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2017	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,04
2018	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00
2019	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,01
2020	0,30	0,30	0,30	0,01	0,30	0,20	0,20	0,00

У результаті роботи модуля «Оцінка структурних показників людського потенціалу регіону» отримані наступні прогнозні дані по області.

Як видно з рис. 7.47, динаміка чисельності працездатного населення Одеського регіону негативна. Це відповідає загальному падінню чисельності населення та його природному старінню.

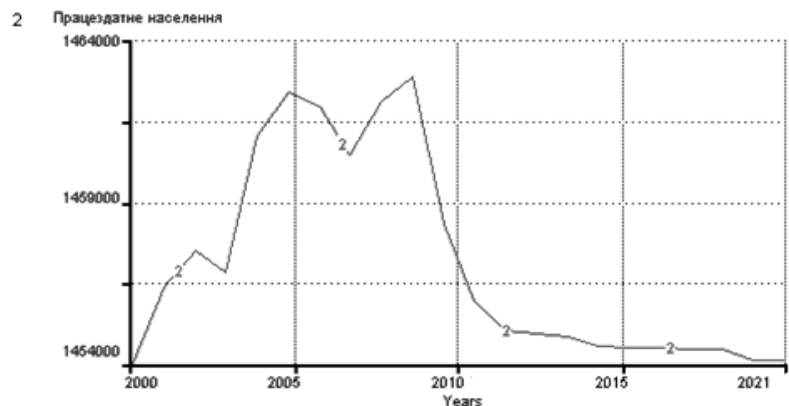


Рис. 7.47. Динаміка працездатного населення Одеського регіону (осіб)

Динаміка працевлаштованого населення наведена на рис. 7.48.

Таким чином, з 2014 року спостерігається різкий ріст безробіття. Ця тенденція, за прогнозом, продовжиться практично до 2018 року, після чого можливе деяке нарощування чисельності працевлаштованого населення.

З 2000 року показник валового регіонального продукту має тенденцію росту. Найбільшого значення він отримує у 2008 році, після чого спостерігається значне зниження. Це, безумовно, пояснюється негативним впливом першої хвилі економічної та фінансової кризи на економіку регіону. Деяке підвищення значення показника у 2012–2013 рр. змінюється різким падінням з 2014 року. За прогнозом, деякі позитивні зрушення можна очікувати тільки з 2018 року.

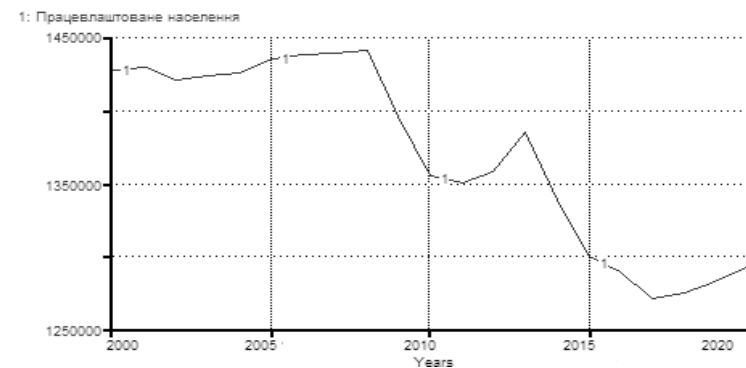


Рис. 7.48. Динаміка працевлаштованого населення Одеського регіону (осіб)

Динаміка валового регіонального продукту на душу населення наведена на рис. 7.49.

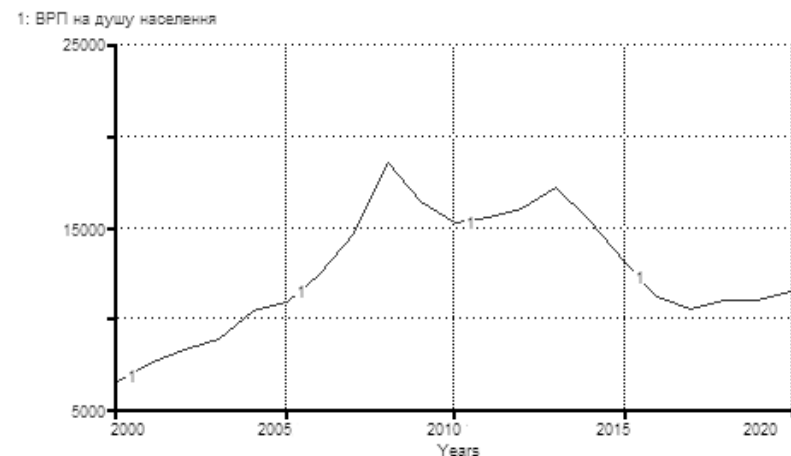


Рис. 7.49. Динаміка ВРП на душу населення по Одеському регіону (грн/особу)

Результати проведених модельних експериментів дозволили узагальнити оцінку людського потенціалу Одеського регіону.

Згідно з отриманими прогнозними даними на довгострокову перспективу демографічна ситуація в області характеризується тенденцією до скорочення загальної чисельності населення, що обумовлено зменшенням рівня народжуваності, від'ємним або незначним додатним природним приростом та значним міграційним відтоком за межі області. Показники природного руху населення відрізняються у сільській та міській місцевостях. Народжуваність у міських поселеннях вища, але і більш високий рівень смертності порівняно із сільською місцевістю.

Як доводять імітаційні експерименти, у формуванні населення області значну роль відіграють міграції. Масштаби переміщення населення із сіл в міста – найбільші в країні. Спостерігається значна міграція за межі області. Аналіз існуючого становища доводить, що основні напрямки виїзду населення за межі регіону – Київська, Вінницька, Хмельницька та Чернівецька області.

Міграційні процеси суттєво торкаються і динаміки основного джерела формування трудових ресурсів – населення в працездатному віці. Як і по всій Україні, в Одеському регіоні за останні роки склалася несприятлива тенденція, яка визначається скороченням частки населення молодшого від працездатного і працездатного віку і збільшенням частки населення старшого працездатного віку. Це підтверджується розглянутою вище динамікою даного показника.

Значним по області є також рівень безробіття, що видно з динаміки працевлаштованого населення.

Характерним для досліджуваних років був перетік робочої сили із провідних галузей матеріального виробництва до сфери фінансових, торгово-посередницьких послуг, так званої нерегламентованої зайнятості. Спостерігалось зменшення зайнятих у народному господарстві, особливо серед молоді, зростання долі працівників, зайнятих у режимі неповного робочого дня, тижня.

Продовжувався розвиток підприємництва, самозайнятості та інші види економічної діяльності. Працевлаштування незайнятих громадян стримується скороченням потреби в працівниках на підприємствах області та прихованим безробіттям у зв'язку з економічною та фінансовою кризою.

Наведені процеси обумовлюють регресійну тенденцію показника валового регіонального продукту на душу населення на прогнозну перспективу.

Одеський регіон знаходиться в несприятливій екологічній ситуації і потребує екологічного оздоровлення навколишнього середовища. Складна екологічна ситуація зумовлена об'єктивними природними факторами, такими як маловодність краю, підвищене забруднення північно-західної частини Чорного моря стоками великих річок – Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра; недостатність в природній зоні Одеської області розвинутої лісопаркової зони, яка б виконувала санітарно-захисні функції. Несприятлива екологічна ситуація є наслідком господарської діяльності і не досить ефективної еколого-економічної політики.

В числі актуальних і найгостріших проблем – зростаюче скорочення чисельності населення за рахунок природного і механічного зменшення; високий рівень захворюваності, пов'язаний із незадовільним екологічним станом міського середовища, недостатньо якісною питною водою, низьким рівнем життя населення; проблема забезпечення житлом; неповна зайнятості населення і приховане безробіття; недостатній рівень медичного обслуговування значної частини населення, низький рівень доходів населення і слабка соціальна захищеність малозабезпечених сімей і громадян.

Проведені імітаційні експерименти дозволяють зробити ряд висновків, необхідних для визначення реальної демографічної ситуації в регіоні. Це, в свою чергу, сприятиме прийняттю управлінських рішень відповідними керуючими органами області з метою найбільш ефективного використання людського потенціалу регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрейчиков А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А. В. Андрейчиков. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
2. Андриенко В. Н. Модели реинжиниринга систем управления / В. Н. Андриенко. – Донецк: ДонНУ, 2001. – 181 с.
3. Аутсорсинг как развивающийся вид бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biznesmax.ru/view/outsorsing-kak-razvivayuschisya-vid-biznesa/>
4. Базилевич В. Д. Страхова справа / В. Д. Базилевич, К. С. Базилевич. – [6-те вид.]. – К. : Знання, 2008. – 351 с.
5. Борщев А. Применение имитационного моделирования в России – состояние на 2007 год / А. Борщев // Бизнес-информатика. – 2008. – № 4 (06). – С. 64–68.
6. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / А. В. Борщев // Ехронтента Pro. – 2004. – № 3–4. – С. 38–47.
7. Григорьев О. В. Управление стратегическими рисками грузового порта с применением имитационного моделирования / О. В. Григорьев, И. О. Бондарева, Э. А. Латыпова // Вестник АГТУ. – Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2013. – № 1. – С. 155–161.
8. Джестон Дж. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов / Дж. Джестон, Й. Нелис. – М. : Символ-Плюс, 2008. – 343 с.
9. Девятков В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем / В. В. Девятков. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.

10. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про страхування» від 04.10.2001 № 2745-III [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>.

11. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про страхування» від 7 липня 2005 р. №2774-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://portal.rada.gov.ua>.

12. Закон України «Про страхування» від 07.03.1996 № 85/96-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>.

13. Интернет-журнал о страховании «Фориншурер» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://forinsurer.com>.

14. Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – М. : Олимп-Бизнес, 2003. – 304 с.

15. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic / Ю. Карпов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 457 с.

16. Калинина Л. Аутсорсинговые услуги в области информационных технологий: оценка качества. [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stq.ru>

17. Киндинова В. В. Имитация сложных систем и логистический реинжиниринг / В. В. Киндинова, Е. О. Кринецкий, Е. В. Кузнецова, Ю. А. Шебеко // Имитационное моделирование. Теория и практика: материалы конф. ИММОД-2013. – Казань: Изд. «ФЭН» АН РТ, 2013. – С. 170–172.

18. Кобелев Н. Б. Большие системы и их имитационное моделирование / Н. Б. Кобелев. – М.: ПРИНТ-СЕРВИС, 2011. – 260 с.

19. Клепікова О. А. Моделювання маркетингової стратегії страхової компанії // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – 2013. – № 6 (147). – С. 55–60.

20. Клепікова О. А. Оцінка прибутку страхової компанії засобами імітаційного моделювання // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – 2014. – № 9 (162). – С. 89–95.

21. Клепікова О. А. Моделювання бізнес-процесів страхової компанії за допомогою сучасних інформаційних технологій / О. А. Клепікова // Формування ринкової економіки в Україні: Збірник наукових праць Львівського нац. ун-ту. – Львів, 2010. – № 22. – С. 160–164.

22. Клепікова О. А. Моделі системної динаміки в управлінні стрховими компаніями: дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.11 «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» / О. А. Клепікова. – Хмельницьк, 2012. – 239 с.

23. Клепікова О. А. Напрямки використання спеціалізованих мов програмування в економічних дослідженнях / О. А. Клепікова, Н. В. Яценко // Вісник соціально-економічних досліджень: Збірник наукових праць ОДЕУ. – Одеса, 2008. – № 31. – С. 139–147.

24. Клепікова О. А. Особливості впровадження реінжинірингу бізнес-процесів в сучасній практиці управління страховими компаніями / О. А. Клепікова // Молодь у світі сучасних інформаційних технологій: доповіді Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, 21-22 травня 2010 р.: тези. – Херсон. – С. 58–62.

25. Клепікова О. А. Ситуаційне моделювання бізнес-процесів страхової організації / О. А. Клепікова // Вісник Київського нац. університету технологій та дизайну. – Київ, 2010. – № 5. – С. 55–59.

26. Котлер Ф. Маркетинг-менеджмент / Ф. Котлер, К. Келлер. – [12-е издание]. – СПб. : Питер, 2007. – 312 с.

27. Кузнецов А. Л. Имитационная модель в порту Тамань /А. Л. Кузнецов, И. М. Русу, М. Н. Горынцев, С. Н. Протопович, А. М. Коршунова // Морские порты. – 2013. – № 7 (118). – С. 34–38.

28. Кузнецов А. Л. Имитационное моделирование: как это работает / А. Л. Кузнецов, И. М. Русу, М. Н. Горынцев, С. Н. Протопович, А. М. Коршунова // Морские порты. – 2013. – № 8 (119). – С. 26–30.

29. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов / Н. Н. Лычкина. – М.: Академия АйТи, 2005. – 164 с.

30. Лычкина Н. Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений / Н. Н. Лычкина // III Международная конференция «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04. – М. : ИПУ РАН, 2004. – С. 123–127.

31. Лычкина Н. Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятиях / Н. Н. Лычкина // Бизнес-информатика. 2007. – № 1. – С. 67–78.

32. Лычкина Н. Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития / Н. Н. Лычкина // Имитационное моделирование. Теория и практика: материалы конф. ИММОД-2009.– СПб: ОАО «ЦТСС», 2009. – Т. 1. – С. 48–56.

33. Матвій І. Є. Особливості розвитку ІТ-аутсорсингу в Україні / І. Є. Матвій // Вісник нац. університету «Львівська політехніка». – 2013. –№ 754: Проблеми економіки та управління. – С. 185–190.

34. Майоров Н. Н. Факторы выбора имитационного моделирования как универсального средства для исследования транспортных процессов / Н. Н. Майоров // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы междунар. науч. конф. – СПб.: Реноме, 2012. – С. 224–228.

35. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Т. Нейлор; [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1975. – 502 с.

36. Николенко Н. П. Реинжиниринг страховой компании / Н. П. Николенко. – М. : Страховое ревю, 2001. – 100 с.

37. Никоненко С. В. Моделирование процессу управління соціальним капіталом страхових компаній / С. В. Никоненко // ВІСНІК СК «ПЗУ Україна страхування життя». – 2010. – С. 7–10.

38. Ойхман Е. Г. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии / Е. Г. Ойхман, Э. В. Попов. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 336 с.

39. Олейник П. П. Корпоративные информационные системы : учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2012. – 176 с.

40. Островерха Р. Е. Податкове регулювання попиту і пропозиції страхових послуг / Р. Е. Островерха // Науковий вісник Національного університету ДПС України (економіка, право). – 2009. – № 3 (46). – С. 114–121.

41. Офіційний сайт Держкомфінпослуг. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dfp.gov.ua>.

42. Офіційний сайт компанії Ithink software и Stella software [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iseesystems.com>

43. Клепікова О. А. Розробка моделей оцінки економічної спроможності страхової компанії з використанням сучасних технологій імітаційного моделювання / О. А. Клепікова // Вісник соціально-економічних досліджень: збірник наукових праць ОНЕУ. – 2013. – Випуск 2 (49). – С. 32–39.

44. Офіційний сайт Ліга страхових організацій України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uainsur.com>.

45. Офіційний сайт страхової компанії «ТАС» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tas-insurance.com.ua>.

46. Объем внутреннего ИТ рынка Украины. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://itvesti.com.ua/news>

47. Податковий кодекс України. – К. : ДП «ІВЦ ДПА України», 2010. – 336 с.

48. Позднякова Л. О. Формування ефективної діяльності страхового ринку за рахунок впровадження нових фінансових послуг та страхових продуктів / Л. О. Позднякова // Всеукр. наук.-практ. конф. «Розвиток фінансово-кредитних відносин в Україні». – К. : Інститут банківської справи, 2004. – С. 209–215.

49. Пономаренко В. С. Інформаційні системи і технології в економіці / В. С. Пономаренко. – К. : Академія, 2002. – 544 с.

50. Петришина Т. О. Страхування промислових підприємств від ризиків втрат майна і доходів : дис. канд. екон. наук : спец. 08.00.08 «Гроші, фінанси і кредит» / Т. О. Петришина. – К., 2010. – 218 с.

51. Плюсы и минусы аутсорсинга. Риски сторон. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.top-personal.ru/issue.html?1552>.

52. Полянский Ю. А. Критерии оценки эффективности отдельных видов функций, передаваемых на аутсорсинг, перспективы развития рынка аутсорсинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zdt-magazine.ru>

53. Плотников А. М. Анализ современного состояния и тенденции развития имитационного моделирования в Российской Федерации / А. М. Плотников, Ю. И. Рыжиков, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Имитационное моделирование. Теория и практика: материалы конф. ИММОД-2013. – СПб. : Тр. СПИИРАН, 2013. – Вып. № 2 (25). – С. 42–112.

54. Репин В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – [6-е изд.]. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2008. – 355 с.

55. Сергеева Л. Н. Моделирование структуры экономических систем и процессов / Л. Н. Сергеева. – Запорожье : ЗГУ, 2002. – 88 с.

56. Серова Е. Современные методологические и инструментальные подходы моделирования бизнес-задач / Е. Серова // The paper is selected from XIVth International Conference «Knowledge-Dialogue-Solution» KDS 2008, Varna, Bulgaria, June-July 2008. – 470 с.

57. Стратегія розвитку страхового ринку України на 2011–2020 роки. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://ufu.org.ua/ua>.

58. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / В. Ф. Ситник. – К. : КНЕУ, 2004. – 614 с.

59. Соколовская З. Н. Моделирование экономического анализа деятельности предприятия : монографія / З. Н. Соколовская. – Одесса, 1996. – 280 с.

60. Соколовська З. М. Комп'ютерне моделювання складних економічних систем : [монографія] / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова. – Одеса : Астропринт, 2011. – 512 с.

61. Соколовська З. М. Засоби імітаційного моделювання економічних систем: навч. посібник / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко. – Одеса : ОДЕУ, 2003. – 240 с.

62. Соколовська З. М. Досвід використання моделей системної динаміки в управлінні страховими компаніями / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова // Проблеми економічної кібернетики : Науковий збірник за ред. проф. В. М. Вовка; Львівський нац. ун-т. – Львів: Інтереко, 2006. – Спецвип. 16. – С. 443–452.

63. Соколовська З. М. Засоби моделювання бізнес-процесів страхової компанії / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова // Модели управления в рыночной экономике: сб. науч. тр. [под. Ред. Ю. Г. Лысенко]. – Донецк : ДонНУ, 2008. – Спец. вып. – С. 443–452.

64. Соколовська З. М. Моделі бізнес-процесів виробничо-збутової сфери підприємства / З. М. Соколовська // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД). – Київ, – 2010. – № 5 (55). – С. 54–58.

65. Соколовська З.М. Моделювання фінансових потоків страхових компаній / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова // Актуальні проблеми економіки. – Київ, 2008. – № 5 (83). – С. 238–245.

66. Соколовська З. М. Моделі системної динаміки страхових процесів у середовищі Ithink / З. М. Соколовська, О. А. Клепікова // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: збірник наукових праць. – Одеса: ОНМУ, 2008. – № 27. – С. 163–180.

67. Соколовська З. М. Системно-динамічні моделі в прогнозуванні розвитку складних економічних систем / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко // Бізнес Інформ. – 2014. – № 5. – С. 121–132.

68. Соколовська З. М. Імітаційні дослідження діяльності морського порту / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко // Розділ у монографії «Моделювання та інформаційні технології в дослідженні соціально-економічних систем». – Бердянск: ФЛ-П Ткачук А. В., 2014. – С. 355–382.

69. Соколовська З. М. Засоби гібридного імітаційного моделювання у розв'язанні економічних задач / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко // Зб. наук. праць ДНУ «Моделі управління у ринковій економіці». – Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2013. – Вип. 16. – С. 267–276.

70. Соколовська З. М., Яценко Н. В. Прикладне імітаційне моделювання як аналітична основа прийняття управлінських рішень / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко // Бізнес Інформ. – 2013. – № 6. – С. 69–76.

71. Соколовська З. М. Методи комплексної оцінки інвестиційних альтернатив на рівні підприємств / З. М. Соколовська // Економіка: реалії часу. – 2014. – № 1 (11). – С. 5–15.

72. Соколовська З. М. Імітаційне моделювання бізнес-процесів складних економічних систем / З. М. Соколовська // Праці ОНПУ: науковий збірник. – Одеса : ОНПУ, 2011. – Вип. 3 (37). – С. 135–141.

73. Соколовська З. М. Моделювання бізнес-процесів підприємств на платформі Ithink / З. М. Соколовська // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова, Серія «Економіка». – Одеса : ОНУ, 2010. – Т. 15. Вып. 20. – С. 187–199.

74. Соколовська З. М. Моделювання діяльності аутсорсингової фірми / З. М. Соколовська, Н. В. Яценко // Бізнес Інформ. – 2015. – № 3. – С. 60–70.

75. Спарроу Э. Успешный IT-аутсорсинг / Э. Спарроу ; пер. с англ. – М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 288 с.

76. Стратегія розвитку морських портів України до 2038 року // Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України [Електр. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mtu.gov.ua/uk/news/35064.html>

77. Ткаченко Н. В. Забезпечення фінансової стійкості страхових компаній: теорія, методологія та практика [Текст] : монографія / Н. В. Ткаченко ; Нац. банк України, Ун-т банк. справи. – Черкаси : Черкаський ЦНТЕІ, 2009. – 570 с.

78. Трахтенгерц Э. А. Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений / Э. А. Трахтенгерц. – М. : СИНТЕГ, 2001. – 256 с.

79. Украинская IT-отрасль в цифрах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.prostoweb.com.ua/zarabotok_v_internete/novosti/ukrainskaya_it_otrasl_v_tsifrah_statistika_ot_maksa_ischenko.

80. Формування і використання інформаційної системи управління економічним розвитком підприємства : монографія / О. Є. Кузьмін, Н. Г. Георгіаді. – Львів : Львівська політехніка, 2006. – 368 с.

81. Форрестер Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер ; [пер. с англ. М. Г. Орловой]. – М. : Прогресс, 1974. – 287 с.

82. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер ; [пер. с англ. Д. М. Гвишиани]. – М. : Наука, 1978. – 156 с.

83. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия / Дж. Форрестер ; [пер. с англ. Д. М. Гвишиани]. – М. : Прогресс, 1971. – 765 с.

84. Цисарь И. Ф. Моделирование экономики в Ithink_Stella. Кризисы, налоги, информация, банки / И. Ф. Цисарь. – М. : ДИАЛОГ_МИФИ, 2009. – 224 с.

85. Шегда А. В. Ризики в підприємстві : навч. посіб. / За ред. А. В. Шегди. / А. В. Шегди, М. В. Голованенко. – К. : Знання, 2008. – 271 с.

86. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон. – М. : Мир, 1978. – 356 с.

87. Щодо потенціалу і перспектив розвитку IT-аутсорсингу в Україні. Аналітична записка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1301/>

88. Яцкив И. В. Проблема валидации имитационной модели и ее возможные решения / И. В. Яцкив // Материалы конференции ИММОД. – 2003. – С. 211–217.

89. Melnikov A. V. Risk analysis in finance and insurance. Champin&Hall/CRC, 2004. – 253 p.

90. Chakrabarty S. Strategies for Business Process Outsourcing: An Analysis of Alternatives, Opportunities and Risks. In J. Sounderpandian, & T. Sinha (Eds.) E-Business Process Management: Technologies and Solutions, 1 ed.: 204–229. Hershey, PA: IGI Publishing, 2007

91. Legato P., R. Trunfio A simulation modelling paradigm for the optimal management of logistics in container terminals // Proceedings of the 21st European Conference on Modelling and Simulation. Prague, Czech Republic. P. 479–488.

92. Martagan T. A simulation model of port operations during crisis conditions / T. Martagan, B. Eksioğlu, S. Eksioğlu, A. Greenwood // Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. P. 2832–2843.

93. Najib M. A container terminal management system / M. Najib, A. El Fazziki, J. Boukachour // Proceedings of the International Conference on Harbour Maritime and Multimodal Logistics M&S, 2012. P. 118–127.

94. Oren T. I., Zeigler B. P. Concepts for Advanced Simulation Methodologies, Simulation. North-Holland Publishing company, pp. 78–88, 2009.

Наукове видання

**СОКОЛОВСЬКА Зоя Миколаївна
КЛЕПІКОВА Оксана Ананіївна**

**ПРИКЛАДНІ МОДЕЛІ
СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ**

Монографія

Надруковано з готового оригінал-макета

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 17,90.
Тираж 300 прим. Зам. № 352 (84).

Видавництво і друкарня «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855
www.astroprint.odessa.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.