

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ  
МОДЕЛЮВАННЯ  
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*За загальною редакцією  
професора З. М. Соколовської*

О д е с а  
«Астропринт»  
2 0 1 6

УДК 004.94:330.342  
ББК 32.965.7  
М34

Автори: **З. М. Соколовська**, д-р екон. наук (*передмова, параграф 2.2, розділи 3, 4, 6*);  
**В. М. Андрієнко**, канд. екон. наук (*розділ 8*);  
**І. Ю. Івченко**, канд. екон. наук (*розділ 1, параграф 2.1*);  
**О. А. Клепікова**, канд. екон. наук (*розділ 7*);  
**Н. В. Яценко**, ст. викл. (*розділ 5*)

Рецензенти: **І. О. Лапкіна**, д-р екон. наук, професор, завідувачка кафедри системного аналізу та логістики Одеського національного морського університету;  
**В. О. Діленко**, д-р екон. наук, професор кафедри прикладної математики та інформаційних технологій Одеського національного політехнічного університету

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
Одеського національного політехнічного університету  
(*протокол № 1 від 06.09.2016 р.*)

**М34** **Математичне** та комп'ютерне моделювання економічних процесів : [монографія] / **З. М. Соколовська, В. М. Андрієнко, І. Ю. Івченко** [та ін.] ; за заг. ред. **З. М. Соколовської**. — Одеса : Астропринт, 2016. — 308 с.  
ISBN 978—966—927—201—0.

Монографію присвячено теоретичним та прикладним проблемам застосування трьох видів математичного моделювання — економіко-математичного, імітаційного (комп'ютерного) і статистичного — в дослідженні складних економічних систем та процесів. Наведені прикладні моделі побудовані для економічних об'єктів різних типів на мікро-рівні. Розглянуті підходи до моделювання фондових індексів як провісників змін у реальному секторі економіки. Функціонування представлених моделей проілюстровано аналізом отриманих експериментальних результатів.

Книга розрахована на використання спеціалістами в галузі економіко-математичного, імітаційного та статистичного моделювання, фахівцями-економістами у різних предметних галузях. Книга також може бути корисною для студентів економіко-математичних спеціальностей та аспірантів.

УДК 004.94:330.342  
ББК 32.965.7

© Соколовська З. М., Андрієнко В.М., Івченко І. Ю. та ін., 2016

ISBN 978—966—927—201—0

## З М І С Т

<i>Передмова</i> . . . . .	5
<b>Розділ 1</b> <b>ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ КОМПЛЕКСНОГО ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА</b>	
1.1. Аналіз практики комплексного моделювання підприємства . . . . .	8
1.2. Особливості моделювання підприємства як складної економічної системи . . . . .	15
1.3. Моделювання процесів обслуговування виробничого апарату підприємства . . . . .	24
1.4. Оптимізація інноваційно-інвестиційної програми підприємства . . . . .	36
1.5. Проведення імітаційно-оптимізаційних експериментів на моделі комплексної оптимізації виробничої та інвестиційної діяльності підприємства . . . . .	43
1.6. Побудова динамічної оптимізаційної моделі фінансових потоків підприємства . . . . .	56
<b>Розділ 2</b> <b>ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ</b>	
2.1. Модель логістичної системи промислового підприємства . . . . .	67
2.2. Модель логістичної мережі торговельної компанії . . . . .	80
<b>Розділ 3</b> <b>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ</b> . . . . .	92
3.1. Концептуальні основи комп'ютерного моделювання . . . . .	92
3.2. Моделювання виробничо-збутової діяльності підприємства . . . . .	105
3.3. Планування імітаційних експериментів на моделях . . . . .	120
3.4. Імітаційна модель оцінки інвестиційних рішень . . . . .	135

Розділ 4

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА  
КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ**

- 4.1. Потоків діаграми матеріальних та фінансових ресурсів. . 144  
4.2. Імітаційна динаміка функціонування підприємства . . . . . 151

Розділ 5

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ  
ПІДПРИЄМСТВА РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

- 5.1. Структура моделі. . . . . 157  
5.2. Прогноз основних показників на базі імітаційних експе-  
риментів. . . . . 163

Розділ 6

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ІТ-ФІРМИ  
(ІТ-АУТСОРСИНГ)**

- 6.1. Модель аутсорсингової фірми. . . . . 172  
6.2. Постановка імітаційних експериментів. . . . . 178

Розділ 7

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФІНАНСОВОГО  
УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ**

- 7.1. Оцінка прибутку страхової компанії засобами комп'ютер-  
ного моделювання . . . . . 187  
7.2. Розробка моделей оцінки економічної спроможності стра-  
хової компанії з використанням сучасних технологій імі-  
таційного моделювання . . . . . 199  
7.3. Імітаційна модель страхової компанії як спосіб досягнення  
стратегічних фінансових цілей . . . . . 210

Розділ 8

**ІНСТРУМЕНТИ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**

- 8.1. Теоретичні та методологічні аспекти моделювання ста-  
тистичних рядів даних. . . . . 224  
8.2. Моделювання фондового індексу ПФТС в умовах фрак-  
тальної концепції ринку . . . . . 237  
8.3. Моделі аналізу стійкості фондових ринків. . . . . 243  
8.3.1. Відстеження критичної ситуації на регресійно-фак-  
торній моделі Українського фондового індексу ПФТС . . . 244  
8.3.2. Детермінований хаос і фрактали в моніторингу  
процесів на фондових ринках . . . . . 255

*Література* . . . . . 263

**ПЕРЕДМОВА**

Математичні методи і моделі є ефективним інструментом дослідження складних економічних систем на різних рівнях управління. Економіко-математичне моделювання активно розвивається не тільки як науковий напрямок, але і як засіб обґрунтування управлінських рішень в бізнесі, в аналізі й прогнозуванні соціально-економічних процесів і явищ.

В арсеналі економіко-математичного моделювання сьогодні — сучасні обчислювальні методи та комп'ютерна техніка. Бібліотеки економіко-математичних моделей є невід'ємною частиною архітектури систем підтримки прийняття рішень в конкретних сферах економіки.

Як будь-яка велика і складна галузь знань, математичне моделювання розвивається у різних напрямках, набуваючи нових гнучких методів дослідження, базуючись на нових апаратних, технологічних й програмних платформах. Бурхливий розвиток комп'ютерних технологій стимулює виникнення та становлення нових теоретичних та прикладних напрямків моделювання. Одним з таких напрямків є імітаційне (комп'ютерне) моделювання.

Поява імітаційного моделювання, його перетворення у ефективний засіб аналізу складних систем обумовлено потребами практики, а також розвитком статистичних методів дослідження — зокрема, методу статистичних випробувань (метод Монте-Карло). Це дає можливість моделювання різноманітних стохастичних факторів, які суттєво впливають на процес функціонування систем. Імітація ймовірнісних впливів в динаміці розвитку економічних систем й процесів притаманна даному напрямку моделювання.

У деякому сенсі імітаційне моделювання протистоїть аналітичному моделюванню. Імітаційна модель повинна з необхідною

повнотою (проблема необхідної та достатньої складності й адекватності моделі) відтворювати структуру та особливості функціонування об'єкту-оригіналу, а також орієнтуватися на отримання знань стосовно прототипу не шляхом аналітичного дослідження й одноразових чисельних розрахунків, а внаслідок проведення цілеспрямованих модельних експериментів. Однак на практиці часто імітаційні моделі комбінуються з аналітичними. Вибір конкретних методів моделювання залежить від задач, які потребують розв'язання, а також від кінцевих цілей дослідження.

Монографія присвячена питанням, пов'язаним з трьома видами математичного моделювання — класичним економіко-математичним (аналітичним), імітаційним (комп'ютерним) та статистичним моделюванням. Розглядаються прикладні моделі, побудовані для різних економічних систем на мікро- та макрорівнях.

Монографія містить вісім розділів. Перші сім розділів присвячені інструментам моделювання різноманітних аспектів діяльності підприємств. Перший та другий розділи висвітлюють можливості застосування методів економіко-математичного (аналітичного) моделювання; третій—сьомий розділи визначають можливості залучення апарату імітаційного (комп'ютерного) моделювання.

Об'єктами дослідження є підприємства, що належать до різних галузей державного господарства — підприємства виробничої (розділи 1—3), комунальної сфери (розділ 4); суб'єкти ресторанного господарства (розділ 5); IT-фірми (розділ 6); суб'єкти діяльності страхового ринку (розділ 7).

Наведені типи підприємств розрізняються специфікою господарювання, що обумовлює відмінність складових бізнес-процесів та систем управління ними. Згідно з цим в монографії розкриваються теоретичні та методичні основи комплексного економіко-математичного моделювання підприємств, а також деякі концептуальні аспекти (коротко) комп'ютерного моделювання. Базова методологія побудови представлених імітаційних моделей суб'єктів господарювання — метод системної динаміки, реалізований на програмній платформі технології Ithink.

Сучасні вітчизняні підприємства функціонують в умовах підвищеної ентропії економічного середовища. Тому дуже важливим чинником їх ефективного функціонування є своєчасне прогнозування поглиблення кризових явищ.

Провісниками змін в реальному секторі економіки можуть бути події на фондовому ринку. У свою чергу стан ринку визначають фондові індекси. У розділі 8 розглянуті підходи до моделювання фондових індексів з метою визначення факторів, що впливають на їх динаміку і стійкість. Приведені відповідні моделі світових фондових індексів, а також Українського фондового індексу ПФТС.

Головні результати, описані у монографії, отримані в процесі виконання наукової теми кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Одеського національного політехнічного університету. Вони використовуються в практиці роботи наведених об'єктів дослідження, а також в навчальному процесі в ході підготовки студентів за спеціальностями «Економічна кібернетика» та «Прикладна економіка».

Книга розрахована на використання спеціалістами в галузі економіко-математичного, імітаційного та статистичного моделювання, фахівцями-економістами у різних предметних галузях. Книга також може бути корисною для студентів економіко-математичних спеціальностей та аспірантів.



Рис. 6.2.7 Прогнозна динаміка прибутку фірми

## Розділ 7

### КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ

#### 7.1. Оцінка прибутку страхової компанії засобами комп'ютерного моделювання

Досвід успішно функціонуючих страхових компаній показує, що в сучасних умовах ведення бізнесу необхідно, з одного боку, все більшою мірою орієнтуватися на бажання клієнтів, а з іншого боку, постійно підвищувати результативність роботи самої компанії. Для поєднання цих вимог страховику необхідно проводити постійний контроль операційної діяльності, оскільки вона є основою обліку фінансових потоків страхової компанії та відіграє ключову роль в побудові моделі управління [9].

Застосування методів та моделей імітаційного моделювання для обґрунтування оцінки фінансового стану страхової компанії може слугувати основою для аналізу поточного рівня розвитку бізнесу з перспективою на майбутнє. Для керівників і власників компанії це є засобом отримання достовірної інформації про її реальні можливості. Особливо це важливо для розробки різних сценаріїв розвитку в динамічному ризиковому середовищі [42].

Специфіка діяльності страхової компанії обумовлює необхідність визначення системи показників для моніторингу фінансових результатів. Система показників повинна характеризувати особливості функціонування страхової компанії, аналізувати вплив різних чинників на процеси управління. Проблема визначення системи показників постійно досліджується і є актуальною. Оскільки кількість досліджуваних чинників може бути різною, все залежить від повноти та деталізації проведення аналізу та цілей управління.

В умовах зростання фінансової конкуренції кожен страховик намагається працювати прибутково. Особливої актуальності

набуває управління витратами (адміністративними витратами, витратами на проведення процесу обслуговування, рівнем страхових комісій, резервуванням засобів для майбутніх виплат та ін.), у процесі яких страховики часто відходять від класичних методів управління, ігнорування якими часто призводить до негативних результатів [45; 53].

У зв'язку з цим розробка імітаційної моделі для оцінки та прогнозування фінансового результату страхової компанії на базі сучасних технологій комп'ютерного моделювання є актуальною проблемою, яка й обумовила вибір теми дослідження, його мету та завдання.

Діяльність страховика припускає не тільки відшкодування своїх витрат, але й одержання прибутку. Балансовий прибуток страховика забезпечується доходами, які він отримує у результаті виконання як страхових, так і нестрахових операцій.

Балансовий прибуток страховика складається з прибутку від страхової діяльності, прибутку від інвестування і розміщення тимчасово вільних коштів, прибутку від інших операцій.

Прибуток від страхових операцій — це такий позитивний фінансовий результат, при якому досягається перевищення доходів над витратами із забезпечення страхового захисту, коли страховик повністю виконує зобов'язання за договорами страхування, що укладені від його імені, за встановлений період часу [53].

Розглянемо більш детально рух фінансових ресурсів страхової компанії, тобто фінансові потоки страховика (рис. 7.1.1).

Як видно з рис. 7.1.1, у центрі діяльності страхової компанії знаходяться страховувальники, оскільки вони є основним джерелом отримання фінансових ресурсів у вигляді страхових платежів (премій) (рис. 7.1.1, 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.

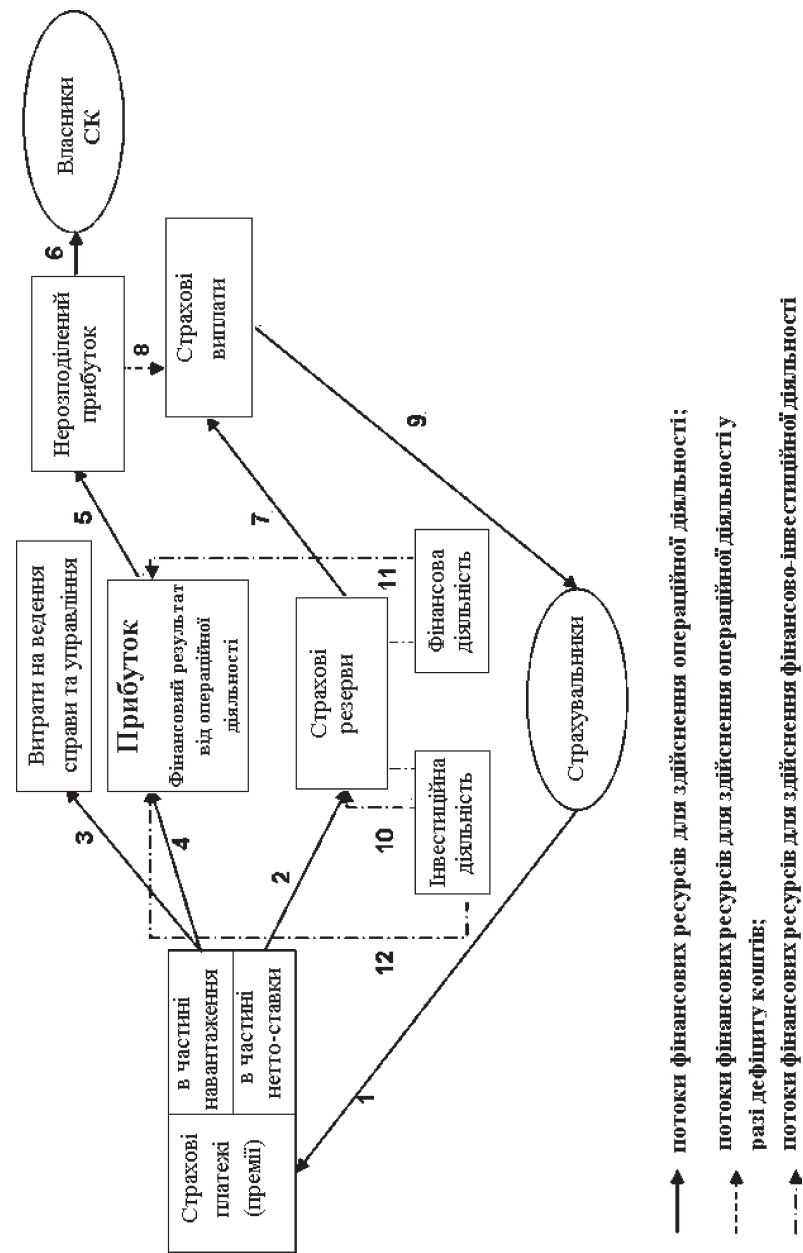


Рис. 7.1.1. Схема руху фінансових ресурсів страхової компанії у процесі операційної діяльності

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 приймати 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.

Враховуючи розглянуту послідовність формування фінансових потоків страхової діяльності, основні аспекти поточної страхової діяльності розроблено імітаційну модель (рис. 7.1.2).

Визначення кінцевого фінансового результату від операційної діяльності (прибутку) страхової компанії за схемою, вказаною на рис. 7.1.2, здійснюється розрахунком [53]:

$$\begin{aligned} \text{ПРИБУТОК} = & \text{ПСД} + \text{ПІФД} - \text{ВСП} - \text{УВ} - \\ & - \text{ВНС} - \text{ПП} - \text{ІВ}, \end{aligned} \quad (7.1.1)$$

де  $\text{ПСД} = \text{СП} - \text{СП} \times \text{П}\%/100$ ,  
 $\text{ПІФД} = (\text{НП} + \text{СК} + \text{СР} * (1 - \text{КВ})) \times \text{Д}\%/100 + \text{ІД}$ ,  
 $\text{ДПП} = \text{КП} + \text{ВП}$ ,  
 $\text{ВСП} = \text{СП} \times \text{Р}\%/100$ ,  
 $\text{УВ} = \text{СП} \times \text{У}\%/100$ ,  
 $\text{ВНС} = \text{СП} \times \text{ПС}\%/100$ ,  
 $\text{ПП} = (\text{ПІФД} + \text{ІД}) \times \text{В}\%/100$ ,  
 $\text{ІВ} = \text{СП} \times \text{К}\%/100$ ,

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; ПІФД — прибуток (збиток) від інвестиційної та фінансової діяльності; ІД — інші доходи; НП — нерозподілений прибуток; СК — статутний капітал;

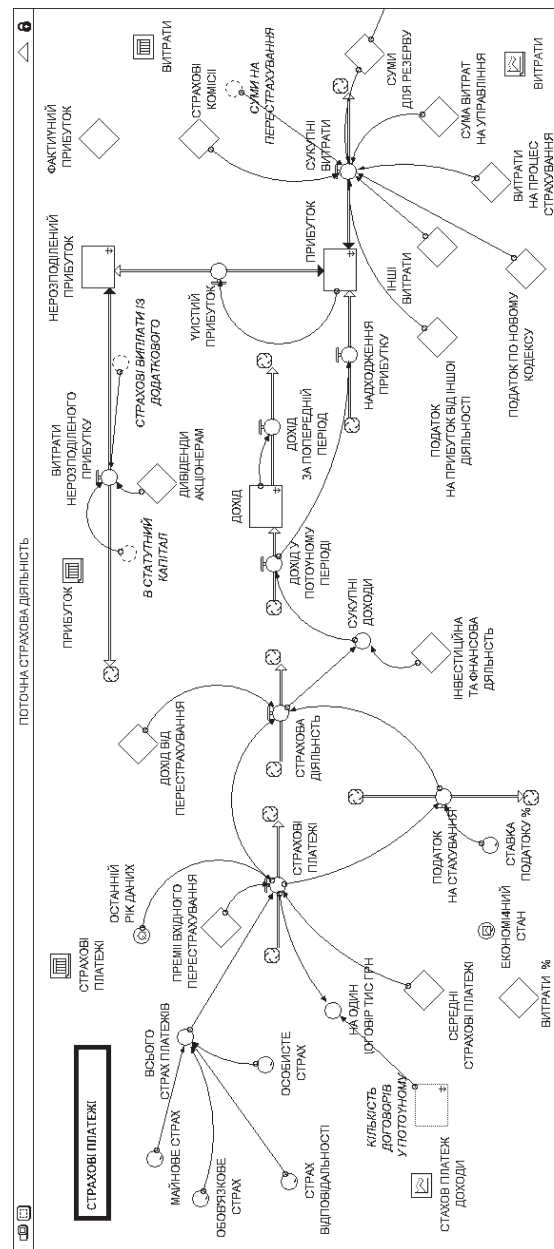


Рис. 7.1.2. Імітаційна модель оцінки та прогнозування страхової компанії



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; ВСР — 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.

Для оцінки та прогнозування прибутку (формула 1) та нерозподіленого прибутку з урахуванням можливих варіацій потоку страхових платежів розроблено імітаційну модель, яка побудована на основі системно-динамічного підходу в імітаційному моделюванні (рис. 7.1.2).

Імітаційна модель побудована у системі моделювання Ithink на основі системно-динамічного підходу імітаційного моделювання, особливості якого можна охарактеризувати таким чином:

- 1) прогнозний характер дослідження;
- 2) дослідження проводиться на агрегованому рівні, тобто експериментатора цікавлять загальні прогнозні тенденції розвитку об'єкта на будь-яку перспективу;
- 3) у ході дослідження імітацію проводять різними способами, в ході імітації може враховуватися вплив різноманітних чинників, у тому числі стохастичного характеру.

Системно-динамічний підхід має свою термінологію, свої алгоритми, об'єкти, концепції, абсолютно особливі і характерні для нього. Математичною основою методу системної динаміки є кінцево-різницеві рівняння, які вирішуються методом Ейлера або Рунге — Кутта [99; 101].

У імітаційній моделі (рис. 7.1.2) проводиться моделювання операційної діяльності страхової компанії. В рамках моделі забезпечується наповнення початковим капіталом страхової компанії та його подальший розподіл для забезпечення проведення страхової діяльності. Для якісного управління фінансовими ресурсами та зниження ризику визначаються ефективні пропорції розподілення капіталу за фондами страховика.

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

В межах імітаційної моделі 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 (рівень інфляції, дії конкурентів, кризові та посткризові дії та ін.). Процес імітації приводить до визначення основних результатів діяльності страховика (доходи, витрати, відрахування у страхові резерви, комісійні винагороди, адміністративні витрати, чистий прибуток, нерозподілений прибуток та ін.).

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 можуть використовуватись для встановлення фінансової стійкості страхової компанії.

Обрана система показників у імітаційній моделі охоплює всі важливі аспекти фінансової стратегії управління і, на нашу думку, є універсальною.

Серед головних показників, які визначаються у імітаційній моделі, такі [53]:

1. «Страхові платежі» характеризують величину коштів, одержаних страховиком за договорами страхування та перестраховування. Цей показник визначається в цілому по компанії, за окремими видами страхування і у розрахунку на один договір.

2. «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.

3. «Сукупні витрати страхової компанії» включають: виплати страхових сум та страхових відшкодувань за договорами



страхування й перестраховування; витрати на обслуговування процесу страхування і перестраховування; витрати на утримання страхової компанії та ін.

4. «Прибуток від інвестиційної діяльності» являє собою різницю між доходами і витратами, пов'язаними із інвестиційною діяльністю.

5. «Фактичний прибуток» являє собою різницю доходів за звітний період і понесених витрат страховика. Крім цього, на його величину впливають результати інвестиційної діяльності страховика.

Прибуток страхової компанії визначається у імітаційній моделі як фінансовий результат її діяльності за певний звітний період (квартал, півріччя, дев'ять місяців, рік). Фінансовий результат — це вартісна оцінка підсумків господарювання страховика. Він визначається як різниця між доходами і витратами. Оскільки страхова компанія проводить не лише основну (страхову), а ще й інвестиційну та фінансову діяльність, прибуток страховика також є підсумком фінансових результатів усіх перелічених видів діяльності. Прибуток страховика складається з прибутку від страхової діяльності, прибутку від інвестиційної та фінансової діяльності, прибутку від іншої звичайної операційної діяльності та надзвичайних операцій.

6. «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 [9; 95].

Сформована система показників оцінювання фінансового стану страхових компаній базується на загальнодоступній інформаційній базі (що надається в установленому порядку заставниками і контрольним органам).

На базі отриманих результатів імітаційної моделі у наступних кроках дослідження може обчислюватись група загальних показників фінансового стану страхової організації, яка характеризує макроекономічну ситуацію (структуру страхового портфеля, темпи зростання страхової премії і виплат, рівень виплат, збитковості та ін.) і включає основні кількісні характеристики діяльності страхової компанії — показники сукупної страхової премії і сукупних страхових виплат, в цілому і по окремих галузях і видах страхування, структуру страхового портфеля, сукупні доходи та

витрати страхової компанії, абсолютні і відносні показники. Значення абсолютних показників діяльності страхової організації використовується для оцінки масштабів її діяльності і визначення положення компанії на страховому ринку. Динаміка цих показників дозволяє простежувати тенденції розвитку, зміну фінансового положення компанії в часі. Аналітичній службі страхової організації надається можливість формування власної системи аналітичних показників із запропонованої безлічі показників з урахуванням специфіки діяльності конкретної страхової організації.

Розглянемо деякі результати діяльності страхової компанії «Європейський страховий альянс», отримані на основі імітаційної моделі.

«Страхові платежі» представляють основну статтю доходів страховика. У модельному комплексі даний показник визначається в цілому по компанії, по окремих видах страхування і у розрахунку на один договір.

До 2014 року приводяться фактичні дані по збору страхових платежів, а на період 2015—2016 рр. здійснюється прогноз. При цьому імітація здійснюється різними засобами: з використанням відповідних статистик та трендових функцій (табл. 7.1.1).

Одним із важливих аспектів забезпечення прибутку є розподілення витрат [53]. На базі імітаційної моделі страховик може прогнозувати результати майбутніх витрат (табл. 7.1.2, рис. 7.1.3).

Межі витрат можуть регулювати керівники та менеджери страхових компаній. 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 %.

Для забезпечення фінансової стійкості страхової компанії необхідне постійне перевищення доходів над витратами [9; 95]. На рис. 7.1.4 показано в динаміці порівняння доходу та витрат страхової компанії.

На період 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) [52; 87] (рис. 7.1.4).

Таблиця 7.1.1  
Находження страхових платежів по окремим видам страхування, тис. грн

Рік	Майнос	Обов'язкове	Особисте	Відповідальності	Вантажів та багажу	Транспорту
2004	19 449,70	2116,30	2818,20	4241,20	363,70	25 366,90
2005	11 855,60	13 713,00	4297,90	2471,60	509,90	34 486,90
2006	29 491,10	15 442,20	7409,60	3224,50	852,00	56 758,60
2007	36 772,50	13 827,30	7561,90	5283,10	524,60	65 948,10
2008	7867,90	14 357,30	14 971,10	5188,10	574,60	52 553,60
2009	5554,02	8394,26	4584,39	3334,77	315,05	34 283,65
2010	5228,41	9955,60	5171,91	3578,67	324,83	37 911,51
2011	5144,47	12 341,28	6098,59	4014,07	350,07	43 819,10
2012	5134,13	15 517,02	7293,95	4566,71	382,64	51 370,15
2013	4977,41	18 952,53	8474,36	5047,00	406,31	58 501,79
2014	4825,48	23 148,67	9845,80	5577,80	431,43	66 623,50
2015	4678,18	28 271,85	11 439,19	6164,42	458,11	75 872,73

Таблиця 7.1.2

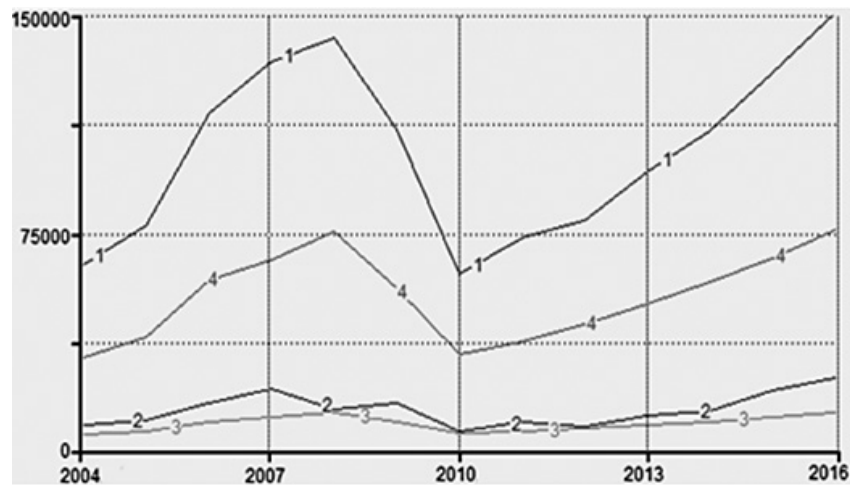
## Основні витрати страхової компанії (СК), тис. грн

Рік	Витрати на страховий резерв	Витрати на управління СК	Витрати на процес страхування	Сукупні витрати
2004	16 649,59	3699,91	6 074,03	38 194,19
2005	30 567,08	6792,68	12 657,05	69 057,75
2006	41 400,79	9200,17	12 859,10	89 219,85
2007	41 848,74	9299,72	11 607,77	83 708,71
2008	41 140,10	9142,24	10 914,36	80 966,06
2009	31 698,56	7044,12	12 568,60	73 199,31
2010	31 150,20	6922,27	11 515,56	70 541,94
2011	31 400,32	6977,85	5 233,61	58 804,26
2012	30 596,91	6799,31	12 631,37	78 604,08
2013	30 234,29	6718,73	12 278,32	64 637,75
2014	31 106,85	6912,63	12 164,56	74 740,28
2015	34 518,54	7670,79	7 587,28	73 763,58
2016	37 309,18	8290,93	9 345,96	80 092,22

Порівняльний аналіз сукупних доходів та сукупних витрат 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 імітаційної моделі можна встановити пріоритетні особливості функціонування страхової компанії [85].

З рис. 7.1.4 можна зробити висновок про прибуткову діяльність страхової компанії. За весь період моделювання спостерігається перевищення доходів над витратами.

Запропонований підхід оцінки прибутку страхової компанії на базі імітаційної моделі дозволяє в оперативному режимі оцінювати ефективність роботи страховика, підвищити точність актуарних розрахунків для встановлення достатності коштів,



(1 – СУКУПНІ ВИТРАТИ, 2 – СУМИ ВИТРАТ НА ПРОЦЕС СТРАХУВАННЯ, 3 – СУМИ НА УПРАВЛІННЯ, 4 – ВИТРАТИ НА РЕЗЕРВ)

Рис. 7.1.3. Основні витрати страхової компанії

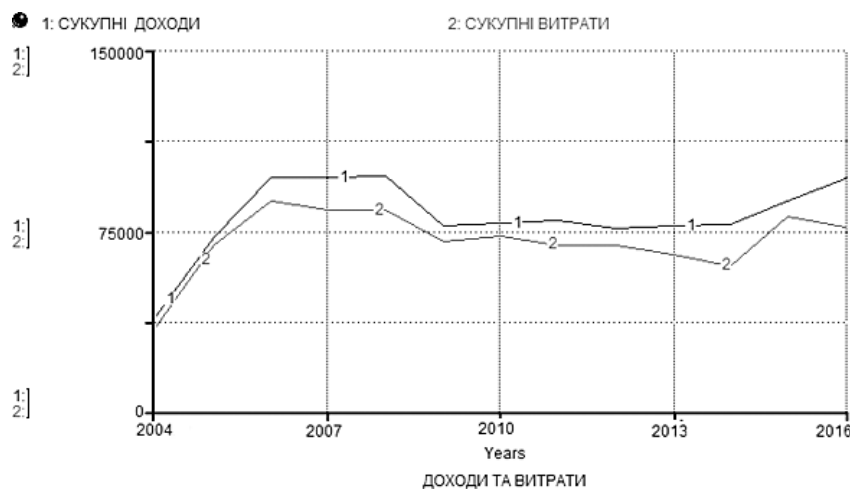


Рис. 7.1.4. Доходи та витрати страхової компанії

для виконання своїх зобов'язань перед страхувальниками за укладеними договорами та динамічне відрахування сум страхових внесків для формування страхових резервів. У розробленій імітаційній моделі вбудований і автоматично реалізується метод рівноваги, який реалізується за допомогою прямих та опосередкованих зворотних зв'язків, властивих методу системної динаміки. Переваги розглянутого підходу полягають у можливості своєчасно і оперативно прогнозувати фінансовий стан страхової організації, проводити оцінку ефективності актуарних розрахунків, відстежувати джерела здійснення страхових виплат, а також у можливості поточного визначення перспективного фінансового потенціалу страхової організації в рамках ведення бухгалтерського обліку.

## 7.2. Розробка моделей оцінки економічної спроможності страхової компанії з використанням сучасних технологій імітаційного моделювання

Реальні умови функціонування страхової компанії вимагають об'єктивного і всебічного аналізу процесів страхової діяльності, необхідність якого обумовлена проблемами управління фінансами, плануванням грошових потоків, обґрунтуванням інвестиційних проектів. Успішне функціонування страхової компанії значною мірою залежить від її економічної спроможності. Економічна спроможність страхової компанії — це важлива характеристика її ділової активності і надійності [53; 95].

Дослідження економічної спроможності є важливим для всіх учасників економічного процесу — страхувальників, керівництва і акціонерів страхової компанії, державних органів. Важливість оцінки фінансової стійкості страхової компанії обумовлена, перш за все, специфікою діяльності страховика, пов'язаною із чинниками стохастичного характеру, що потребує постійного контролю і управління платоспроможністю бізнесу. Обґрунтована оцінка фінансового стану страхової компанії дозволяє визначити реалії ведення бізнесу з перспективою на майбутнє. Для керівництва і власників компанії — це спосіб отримання достовірної якісної інформації про її реальні можливості. Особливо це важливо

для розробки стратегії виживання в нових економічних умовах, які викликані кризовими явищами сьогодення.

Саме тому актуальності набувають дослідження теоретико-методологічних та організаційно-методичних питань забезпечення економічної спроможності страхових компаній і розробка системи аналітичних засобів та інструментів її оцінки.

Своєчасне визначення «вузьких місць» у роботі страхової компанії та її конкурентних переваг є основою для прийняття менеджерами страхової компанії управлінських рішень відносно подальших умов та раціональності надання страхової послуги. Таким чином, оцінка економічної спроможності страхової компанії на базі сучасних технологій комп'ютерного моделювання є актуальною задачею, яка й обумовила вибір теми дослідження, його мету та завдання.

Однією із методик визначення фінансового стану з боку держави є оцінка діяльності страховика, що базується на так званих «тестах раннього попередження» [95]. Такий аналіз фінансового стану проводиться за допомогою аналізу відносних коефіцієнтів, їх динаміки, а також динаміки ключових абсолютних показників (платоспроможності, рентабельності, ліквідності та ін.).

Більшість науковців використовують поняття фінансової стійкості як головного індикатора економічної спроможності страхової компанії, тобто спроможності виконувати свої зобов'язання перед страхувальниками в умовах негативного впливу різних зовнішніх і внутрішніх чинників [53; 95].

На сьогодні в Україні майже немає комплексних спеціальних досліджень, пов'язаних з проблемами фінансової надійності страхових компаній та методами її підвищення. Фінансова стійкість — це одна з найважливіших характеристик поведінки будь-якої організації в ситуації зовнішніх і внутрішніх змін. Від правильності визначення факторів фінансової стійкості залежить точність кількісних та якісних показників діяльності страхових організацій. На сьогодні немає чіткого визначення поняття фінансової стійкості. Найчастіше стійкість стосується одного, двох або декількох чинників [9; 95].

До складу фінансових коефіцієнтів, що пропонуються для використання, різні компанії використовують свою групу показників. Вони розраховуються на матеріалах звітнього (або аналітичного) балансу підприємства, прості для розрахунку і практичного

використання. Основним недоліком такого підходу є — статичність оцінки. Страхові компанії, як правило, не розглядають можливість виникнення ситуацій банкрутства як результат розвитку кризи підприємства.

У проведеному дослідженні 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.

Необхідно зупинитися на системі фінансових коефіцієнтів, які регулюються законодавством. У Законі України «Про страхування» одним із основних індикаторів фінансової стійкості страхової компанії є платоспроможність. З точки зору державного регулювання діяльності страхових компаній проблематиці забезпечення платоспроможності страхових компаній, тобто унеможливлення доведення компанії до банкрутства, приділяється особлива увага органами державного регулювання різних країн. Це актуально, оскільки неспроможність страховика покрити страховий ризик може призвести до порушення безперервності проведення процесу страхування, спричинити банкрутство [9; 53; 95].

Необхідно відзначити і той факт, що в міжнародній страховій практиці навіть за умови стабільної макроекономічної ситуації заходи з забезпечення платоспроможності страхових компаній періодично переглядаються та регулярно підвищуються вимоги до їхньої фінансової стійкості. Описані в літературі результати досліджень свідчать про недостатність моніторингу стану платоспроможності страхових компаній.

Суть механізму оцінки платоспроможності в страхуванні полягає у співставленні фактичної маржі платоспроможності з нормативним її значенням. При цьому нормативна маржа платоспроможності відображає той мінімальний розмір власних коштів, який повинна мати страхова компанія з врахуванням прийнятих зобов'язань, а фактична маржа платоспроможності відображає фактично наявну величину власних вільних коштів. Згідно представленої моделі 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 закордонній страховій практиці для характеристики платоспроможності страховика використовується показник рівня достатності покриття власними коштами (CapitalAdequacyRatio або CAR). У розробленій імітаційній моделі оцінюється діяльність страхової компанії розрахунком показників платоспроможності, які відповідають як законодавству України, так і закордонній практиці [53]. Величина показника платоспроможності залежить, у першу чергу, від величини активів страховика. Для закордонних страховиків, які здійснюють ризикове страхування, рекомендовані параметри оцінювання платоспроможності наведено в табл. 7.2.1.

Таблиця 7.2.1

**Інтегральне якісне оцінювання платоспроможності страховика**

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

Фрагмент імітаційної моделі для оцінки платоспроможності наведено на рис. 7.2.1.

Побудова імітаційної моделі та експерименти здійснено у середовищі Ithink. За результатами проведених досліджень та аналізу діяльності страховиків можна зробити висновок, що платоспроможність українських страховиків знаходилася на достатньо високому рівні. Цей факт також підтверджують експерименти на обраних страхових компаніях [53; 85].

$$\begin{aligned} < \text{Фактичний запас платоспроможності} > = \\ = < \text{Валюта балансу} > - < \text{Нематеріальні активи} > - \\ - < \text{Заявлені страхові виплати} >; \end{aligned}$$

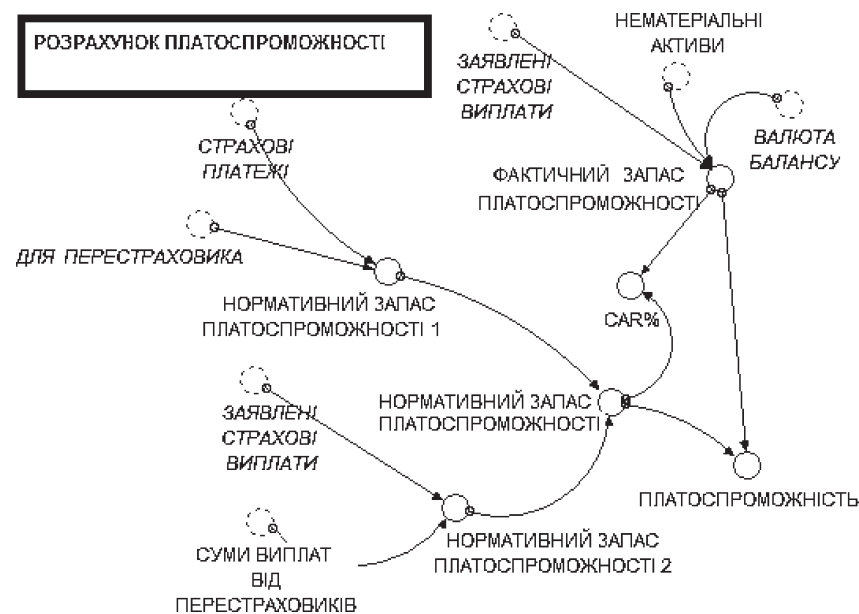


Рис. 7.2.1. Фрагмент імітаційної моделі оцінки платоспроможності страхової компанії

$$\begin{aligned} < \text{Нормативний запас платоспроможності 1} > = \\ = (< \text{Страхові платежі} > - \\ - < \text{Для перестраховика} > \times 0.5) \times 0.18; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} < \text{Нормативний запас платоспроможності 2} > = \\ = (< \text{Заявлені страхові виплати} > - \\ - < \text{Суми виплат від перестраховиків} > \times 0.5) \times 0.26; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} < \text{Нормативний запас платоспроможності} > = \\ = \text{MAX}(< \text{Нормативний запас платоспроможності 1} >, \\ < \text{Нормативний запас платоспроможності 2} >); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} < \text{Платоспроможність} > = \\ = < \text{Фактичний запас платоспроможності} > - \\ - < \text{Нормативний запас платоспроможності} >; \end{aligned}$$



$$\text{CAR\%} = \frac{(\langle \text{Фактичний запас платоспроможності} \rangle - \langle \text{Нормативний запас платоспроможності} \rangle) / \langle \text{Нормативний запас платоспроможності} \rangle}{\langle \text{Нормативний запас платоспроможності} \rangle} \times 100.$$

Переваги використання розробленої імітаційної моделі полягають у тому, що вона може дати оцінку реальної платоспроможності та фінансової стійкості страховика з врахуванням стохастичного характеру діяльності та здійснити прогноз на майбутнє.

Тому для проведення оцінки економічної спроможності та своєчасного виявлення ознак погіршення фінансового стану страхової компанії, особливо в умовах фінансової кризи, запропоновано доповнити наведену групу показників оцінкою ризику банкрутства. Така оцінка є комплексною оцінкою групи фінансових показників страхової компанії, дозволяє виявити «вузькі місця» в роботі страхової компанії, причини їх виникнення і на основі отриманих результатів виробити конкретні рекомендації по покращенню ситуації.

Як у зарубіжних, так і вітчизняних літературних джерелах існує декілька загально визнаних методів і методик оцінки ризику банкрутства підприємства. Доцільно розглянути найбільш поширені методики оцінки ризику банкрутства страхової компанії [53]:

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

Модель Альтмана побудована з використанням апарату мультиплікативного аналізу дискримінанта (Multiple-discriminant analysis МДА), який дозволяє підібрати такі показники, дисперсія яких між групами була б максимальною, а усередині групи — мінімальною.

Модель Альтмана дає достатньо точний прогноз імовірності банкрутства з тимчасовим інтервалом 1—2 роки.

На основі моделі Альтмана існують модифікації для конкретних країн — модель Спрингейта, Таффлера, Р. Ліса, Р. С. Сайфуліна, Г. Г. Кадилова — це прогнозні моделі платоспроможності, які дозволяють дати картину фінансового стану підприємства, тобто можуть бути використані для оцінки ризику банкрутства.

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

Сутність такого підходу полягає в тому, що формується набір показників, які дозволяють зробити обґрунтований аналіз фінансової діяльності страховика в сучасних умовах і визначити рівень його фінансового стану. Серед різноманітності фінансових показників обираються такі, які мають особливо важливе значення для визначення позиції компанії і можуть бути використані для аналізу стратегічних проблем.

Для аналізу можна вибрати різні структури нейронних мереж, серед найбільш поширених: нелінійна авторегресійна нейронна мережа із зворотними зв'язками (NARX), нейронна мережа прямого розподілу (Feed forward Neural Network), нейронна мережа Елмана (Elman Neural Network) та ін.

Більшість програмних продуктів, розроблених для підтримки нейромережевого моделювання, дозволяють формувати кількість шарів і кількість елементів в шарах залежно від потреб у моделі. У всіх структурах нейронних мереж можна застосовувати необхідну кількість нейронів прихованого шару, різні активізаційні функції. Вибір кількості шарів нейронної мережі і кількості нейронів кожного шару є компромісом між швидкістю навчання нейронної мережі і точністю отримуваних результатів.

Для того, щоб отримувати достовірні дані, нейромережу необхідно навчати. Для навчання нейронних мереж необхідно узяти вибірку даних вхід-вихід по страхових компаніях, одні з яких стабільні, а інші — банкрути. На навченій нейронній мережі можливо проводити оцінку фінансового стану страхової компанії, судити про фінансову стабільність, визначити ступінь стабільності або банкрутства.

Нейромережеве прогнозування дозволяє виявляти тенденції до погіршення або поліпшення фінансового стану страхової компанії і внести зміни до стратегії розвитку страхової компанії. На наш погляд, цей підхід можна використовувати для початкових, загальних вивчень соціально-економічних систем, оскільки



нейромережа є «чорною скринькою» і принципово не може дати однозначні висновки.

3. Для дослідження рівня фінансової стійкості та діагностики ризику банкрутства використовується апарат нечіткої логіки, за допомогою якого можливо ураховувати усю наявну інформацію про об'єкт дослідження (зокрема, експертні знання), проводити ефективно налагодження моделей на базі реальних статистичних даних, приймати рішення щодо банкрутства в умовах невизначеності. Основні переваги цього апарату полягають у такому:

1) можливість використання, окрім кількісних, якісних чинників;

2) облік неточної, приблизної інформації про значення чинників.

Прогноз можливостей банкрутства — це багатокритеріальна задача. На імовірність банкрутства страхової компанії впливають різноманітні фактори, велика частина яких належить до класу якісних (дія яких може бути лише слабо формалізована або зовсім не підлягає формалізації).

Серед методів нечіткої математики, які можуть бути використані для оцінки ризику банкрутства, можна віднести метод максимінної згортки, адитивної згортки, методу лінгвістичних векторних оцінок, метод нечіткого логічного висновку, метод аналізу ієрархій, евристичний підхід. Усі наведені методи реалізують різні підходи до прийняття рішень, тому дають різні результати. Кожен підхід має свої обмеження та особливості.

Основною проблемою багатокритеріального вибору з використанням нечітких моделей є, на погляд автора розділу, надання інформації про взаємодію між критеріями і способи обчислення інтегральних оцінок. Більшість нечітких методів прийняття рішень показують слабку стійкість результатів відносно вхідних даних, тому потребують розвитку комбінованих методів прийняття рішень з використанням нечітких представлень, теоретичних підходів до опису складних взаємовідносин між критеріями, широкого використання інтелектуальних методів на основі нечіткої логіки.

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. Це моделі, які дозволяють подивитись на проблему платоспроможності та виникнення ризику банкрутства

в комплексі з використанням математичного апарату та теорії ризику у фінансах та страхуванні.

Для першого етапу оцінки ризику банкрутства в імітаційній моделі використовується модель Крамера — Лунберга [53]. Мотивами такого вибору є:

1) модель Крамера — Лунберга вивчає імовірність банкрутства страхової компанії в ситуаціях, коли процес отримання страхових премій (платежів) має складну структуру з урахуванням різних факторів фінансових та страхових ризиків;

2) усі вхідні параметри моделі Крамера — Лунберга (потоки страхових платежів та страхових виплат у динаміці) вивчаються, досліджуються і оцінюються в імітаційній моделі;

3) модель Крамера — Лунберга дозволяє використовувати початковий капітал страхової компанії з урахуванням інвестиційних стратегій компанії.

На розробленій імітаційній моделі запропоновано проводити процедуру визначення імовірності банкрутства страхової компанії в два етапи:

— проведення імітаційних експериментів на базі модельного комплексу з використанням класичної моделі Крамера — Лунберга теорії ризику у фінансах та страхуванні;

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

Фрагмент моделі, за допомогою якого проводиться розрахунок імовірності банкрутства, наведено на рис. 7.2.2.

Змінна «СТРАХОВІ ПЛАТЕЖІ» описує величину зібраних страхових платежів у момент часу  $t$ , — це конвертер; змінна «ЗАЯВЛЕНІ СТРАХОВІ ВИПЛАТИ» — очікувані страхові виплати у момент часу  $t$ . Математичне сподівання страхових виплат — це змінна «СЕРЕДНІ СТРАХОВІ ВИПЛАТИ».

$$\begin{aligned} & \langle \text{Ймовірність банкрутства} \rangle = \\ & = 1 - (1 - (1 / (1 + \langle \text{Коефіцієнт навантаження} \rangle))) \times \\ & \times \text{EXP}(- \langle \text{Коефіцієнт навантаження} \rangle \times \langle \text{Власний} \\ & \text{капітал} \rangle / ((1 + \langle \text{Коефіцієнт навантаження} \rangle) \times \langle \text{Середні} \\ & \text{страхові виплати} \rangle)). \end{aligned}$$

Початковим капіталом страхової компанії є «ВЛАСНИЙ КАПІТАЛ», який обчислюється з урахуванням як початкового

капіталу, так і інвестиційної політики, яку проводить страхова компанія. Повністю імітаційну модель наведено у п. 7.3, рис. 7.3.2.

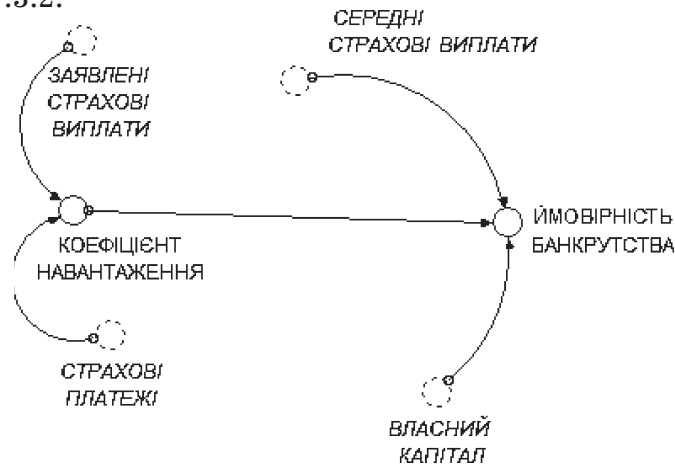


Рис. 7.2.2. Фрагмент імітаційної моделі для оцінки ризику банкрутства страхової компанії

Схема оцінки економічної спроможності страховика як на базі системи фінансових показників, так і технології проведення імітаційних експериментів, наведена на рис. 7.2.3.

Оскільки всі імітовані процеси носять стохастичний характер, то висновок про ступінь близькості до банкрутства конкретної страхової компанії можна зробити на базі представницької статистичної сукупності отриманих результатів імітаційних експериментів, при чому у кожному конкретному випадку сукупність може бути різною.

Розроблено серію планів імітаційних експериментів для зупинки і постімітаційного аналізу результатів експериментів, математичною основою яких є послідовна теорія планування експерименту.

Зокрема, використовуються дві основні процедури Полсона (перевірка гіпотези про середнє) і оцінки математичного сподівання, представлені в роботі на матеріалах ряду страхових компаній. Основні гіпотези, що перевіряються:

- 1) близькість страхової компанії до банкрутства;
- 2) економічна спроможність, як альтернатива до банкрутства.



Рис. 7.2.3. Структурологічна схема оцінки економічної спроможності страховика

Сучасний менеджмент страховика розглядає процес управління як комплекс заходів, що охоплюють усі сфери управлінської діяльності: фінанси, маркетинг, відносини з клієнтами та ін. На державному рівні розроблені методики комплексного аналізу показників діяльності страхової компанії, що максимально відображають фінансовий стан за допомогою системи збалансованих показників (платоспроможності, коефіцієнту забезпеченості власними коштами, рентабельності страхової послуг та ін.). Але такі оцінки діяльності страховика, як правило, носять статичний характер, не враховують стохастичний характер та оцінку платоспроможності на майбутнє. Запропонований підхід більш ґрунтовно підходить до питання оцінки економічної спроможності, оскільки висновок відносно економічної спроможності страхової компанії в імітаційній моделі здійснюється як на базі стандартних фінансових показників, так і за наслідками проведених імітаційних експериментів.

### 7.3. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ЯК СПОСІБ ДОСЯГНЕННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ФІНАНСОВИХ ЦІЛЕЙ

Ефективність управління в страховому бізнесі все більшою мірою залежить від якості і достовірності фінансового аналізу, методів оцінки і обробки інформації, технології вибору управлінських рішень. Діяльність страхової компанії як господарюючого суб'єкту в умовах ринку відрізняється значною специфікою, оскільки страховики беруть участь як у страховій, так і фінансовій та інвестиційній діяльності. Усі види діяльності мають свою категорію ризику [95].

На рис. 7.3.1 представлена блок-схема імітаційної моделі «Управління страховою компанією», побудованої на основі системно-динамічного підходу імітаційного моделювання в середовищі Ithink [53].

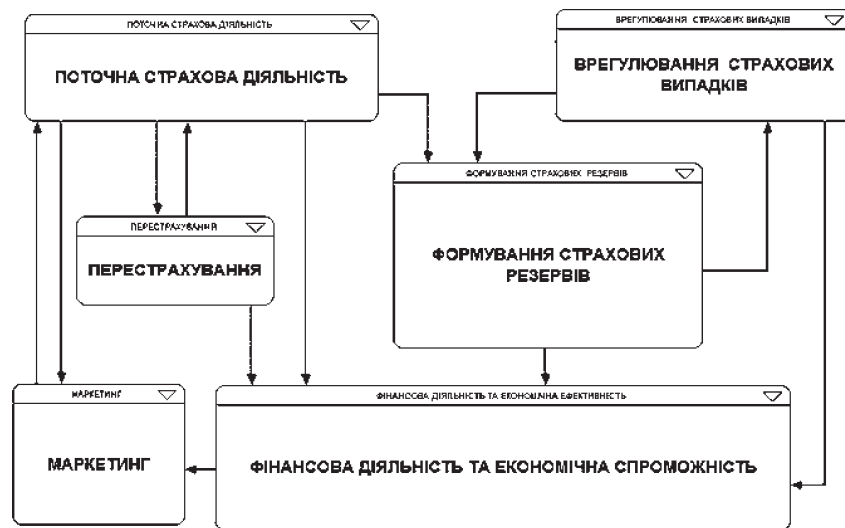


Рис. 7.3.1. Блок-схема імітаційної моделі «Управління страховою компанією»

Проблеми фінансового управління страхових компаній здебільшого носять стохастичний характер, тому потребують комплексного аналізу операційної та фінансово-інвестиційної

діяльності з урахуванням різних факторів зовнішнього і внутрішнього ризикового середовища. Існує необхідність подальшого наукового дослідження в області аналізу, прогнозування і моделювання фінансових процесів, здійснення яких неможливе без використання відповідного інструментарію, зокрема, сучасних технологій імітаційного моделювання [53].

Як видно з рис. 7.3.1, головні процеси (блоки) комплексу — «Поточна страхова діяльність», «Формування страхових резервів», «Врегулювання страхових випадків», «Перестраховування», «Фінансова діяльність та економічна спроможність», «Маркетинг» — взаємодіють між собою.

Стратегічні цілі страхової компанії будуються на акумуляції та розподіленні фінансових потоків страховика. Конкурентоспроможність страхової компанії на ринку страхових послуг залежить від ефективного управління та використання усіх фінансових ресурсів. Страхова компанія, з точки зору системного аналізу, є об'єктом із прямими та зворотними зв'язками. Тому для її управління необхідно застосовувати як сучасні інформаційні технології у поєднанні із економіко-математичним моделюванням.

Розроблена імітаційна модель відображає усі основні закономірності роботи страхової компанії та дозволяє:

- дослідити динаміку розвитку страхової компанії в умовах невизначеності страхового ринку;
- отримати множину ймовірнісних характеристик результатів страхових, перестрахових та інвестиційних операцій;
- проводити оцінку чутливості результатів діяльності страхової компанії до впливу різноманітних стохастичних чинників;
- здійснити оцінку альтернативних стратегій розвитку страхових операцій та знайти кількісні параметри управлінських рішень;
- реалізувати прогнози головних характеристик бізнес-процесів на задану часову перспективу;
- адекватно відображати стан справ в компанії і бути основою для отримання цілісного уявлення про стратегію розвитку бізнесу і його автоматизації;
- вдосконалювати, модифікувати, вносити зміни в бізнес-процеси;
- провести аналіз діяльності страхової компанії та виявити причини, що заважають компанії досягти своєї мети;

— розробити рекомендації по ліквідації «вузьких місць» і покращенню діяльності компанії в цілому.

Акцент в питаннях управління страховою компанією на основі розробленого модельного комплексу на базі методу системно-динамічного підходу імітаційного моделювання ставиться на фінансовому управлінні, а саме [9; 53; 52]:

— визначенні завдань фінансової стратегії страхової компанії з врахуванням економічної ситуації в Україні;

— можливостях страхової компанії щодо реагування на негативні зміни у зовнішньому економічному середовищі;

— корегуванні фінансової стратегії з урахуванням цих змін.

Успішність фінансового управління залежить від повної і точної інформації про фінансовий стан страхової компанії. Сучасний стан технологій імітаційного моделювання дозволяє забезпечити моніторинг та об'єктивну оцінку складових фінансового стану дискретно в часі.

Для страхової компанії фазовим вектором управління вважається набір показників, які характеризують її фінансовий стан і відображають дію різноманітних чинників як зовнішніх, так і внутрішніх. Кількість цих чинників може різнитися для кожної страхової компанії.

У процесі дослідження запропоновано систему показників для оцінки фінансового стану страхової компанії (п. 7.2, рис. 7.2.3). Система показників враховує різноманітні чинники, охоплює всі важливі аспекти проблеми, є ненадмірною (показники не дублюють один одного), дієвою (корисною для аналізу і аналітики) і мінімальною (розмірність системи показників не виходить за межі можливостей її оцінювання) [53; 85].

Усі наведені показники розраховуються на базі імітаційної моделі у блоці «Фінансова діяльність та економічна спроможність» (рис. 7.3.2).

Як видно з рис. 7.3.2 система показників містить такі показники, що характеризують положення компанії на страховому ринку:

— структуру страхового портфеля, показники темпів зростання страхової премії і виплат, показники рівня виплат, збитковості та ін.;

— показники надійності, що характеризують платоспроможність, фінансову стійкість, ліквідність активів, стан страхових резервів, рівень перестрахового захисту, якість інвестиційної діяльності;

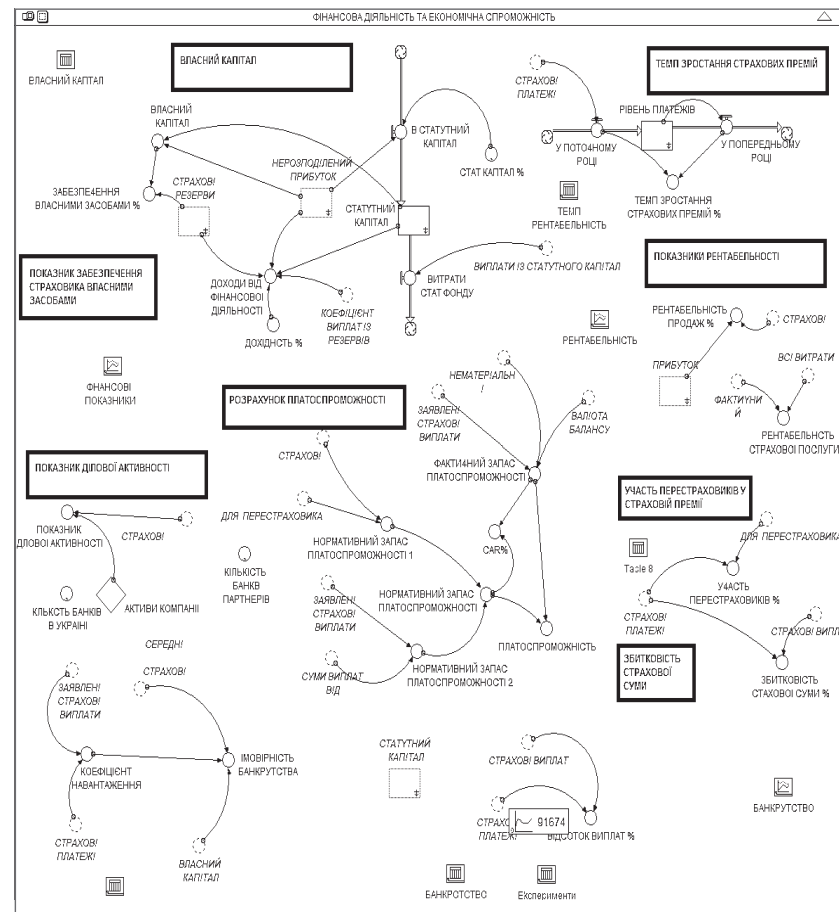


Рис. 7.3.2. Фрагмент блоку імітаційної моделі «Фінансова діяльність та економічна спроможність»

— показники ефективності діяльності (показники рентабельності страхових операцій, капіталу);

— ймовірність банкрутства страхової компанії.

Значення розрахованих фінансових показників може використовуватись керівниками та менеджерами для визначення положення страхової компанії на ринку страхових послуг як у поточному періоді, так і у майбутньому. Дозволяє своєчасно

відстежити тенденції та зміни фінансового положення в динаміці, структуру страхових платежів і виплат по галузях, найбільш популярні та прибуткові види страхування.

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.

У табл. 7.3.1 наведені показники для досліджуваної страхової компанії «Європейський страховий альянс».

Значне зменшення темпів зростання страхових премій свідчить про порушення збалансованості страхової діяльності, що загрожує фінансовій стабільності страховика.

Таблиця 7.3.1

**Темпи зростання страхових платежів**

Рік	Темпи зростання страхових премій, %	Страхові премії, тис. грн
2004	1,22	54 356,00
2005	23,88	67 334,90
2006	49,51	100 670,20
2007	12,42	113 178,00
2008	14,79	129 917,90
2009	—26,48	95 512,60
2010	—22,67	73 861,00
2011	—7,91	68 017,56
2012	3,33	70 284,82
2013	10,00	77 313,30
2014	4,50	80 792,40
2015	15,26	93 123,87
2016	10,00	102 436,25

Показник збитковості страхової суми для страхової компанії «Європейський страховий альянс» знаходиться в межах 27—55 % (табл. 7.3.2).

Таблиця 7.3.2

**Збитковість страхової суми**

Рік	Збитковість страхової суми, %
2004	27,32
2005	38,31
2006	30,79
2007	46,43
2008	42,88
2009	54,71
2010	52,88
2011	55,00
2012	54,08
2013	48,15
2014	50,43
2015	45,77
2016	43,74

Страхова компанія є реально працюючою, в змозі мати постійний прибуток та у достатній кількості формувати страхові резерви для виконання своїх зобов'язань, проводити фінансово-інвестиційну політику.

За допомогою імітаційної моделі можливо аналізувати та контролювати рівень власного капіталу в динаміці. Власний капітал виступає додатковою гарантією зобов'язань, особливо це важливо при їх відхиленні від розміру розрахункових величин. Усі складові власного капіталу розраховуються у моделі в динаміці. 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.

Зіставлення обсягів власного капіталу і статутного капіталу проводиться графічно — рис. 7.3.3.

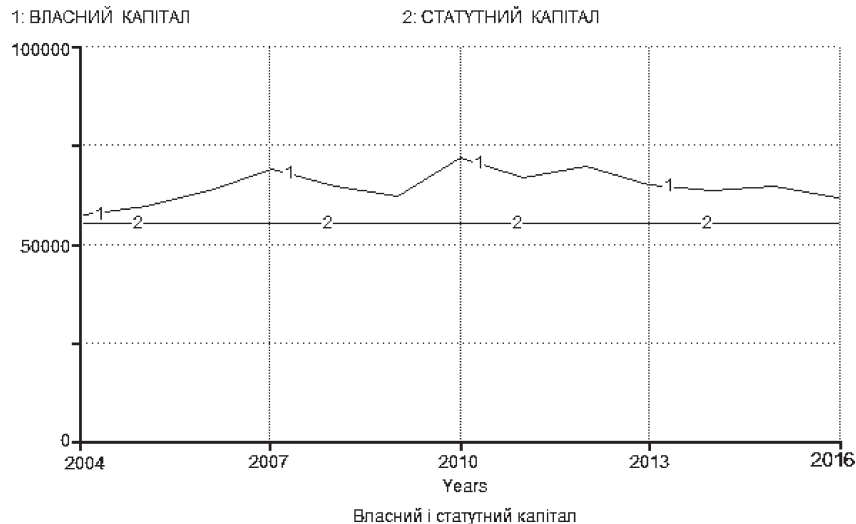


Рис. 7.3.3. Зіставлення обсягів власного капіталу і статутного капіталу у динаміці

Розрахунок дасть змогу провести такий аналіз: якщо обсяг власного капіталу перевищує обсяг статутного капіталу, то таке співвідношення характеризує прибуткову діяльність страховика. Зростання дає змогу страховій компанії здійснювати виплати дивідендів, реінвестувати капітал і та ін. Якщо обсяг статутного капіталу перевищує обсяг власного капіталу, то це свідчить про збиткову діяльність страховика, про заборгованість засновників стосовно сплати статутного капіталу. Чим вищий рівень сплаченого статутного капіталу, тим вищий рівень зацікавленості власників капіталу в розвитку страхової компанії [53; 85].

Для дослідження надійності страхової компанії використовуються показники фінансової стійкості та платоспроможності. Для цього проводиться аналіз аналітичних показників (платоспроможність страховика згідно законодавчих норм, динаміка

і структура власних засобів, забезпеченість зобов'язань страховика власними засобами та страховими резервами, достатність капіталу, ефективність проведення інвестиційної політики, участь перестраховування в страхових операціях (в страхових преміях, виплатах та страхових резервах) та ін. (п. 7.1).

Наведені показники доповнені показниками прибутковості та ефективності діяльності страхової компанії (рентабельності страхових операцій та капіталу страховика) як по видах страхування, так і в загальному по компанії.

У табл. 7.3.3 наведені результати розрахунків показників рентабельності за наведеними формулами по всій сукупності видів страхування у динаміці.

Таблиця 7.3.3

Показники рентабельності

Рік	Рентабельність продаж, %	Рентабельність страхової послуги, %
2004	9,20	16,83
2005	14,30	18,75
2006	12,56	5,65
2007	5,44	3,04
2008	2,95	11,28
2009	15,67	5,34
2010	7,61	22,06
2011	24,55	8,58
2012	9,53	25,31
2013	23,29	16,33
2014	15,98	22,12
2015	19,12	11,12
2016	11,11	11,54

Показники рентабельності досліджуваної страхової компанії знаходяться в межах 25 %, тобто рентабельність компанії залишається на відносно високому рівні, це свідчить про прибутковість страхової діяльності компанії та про вибір правильної схеми ведення страхового бізнесу. Значення рентабельності



понад 100 % буде перш за все говорити про недостовірність даних фінансової звітності; завищені тарифи; роботи за схемою кептива; дуже ризикові фінансові операції з тимчасово вільними коштами та ін. У такій ситуації необхідно провести додатковий аналіз всіх даних про діяльність страхової компанії.

За допомогою цих показників можлива оцінка впливу структури страхового портфеля, рівня витрат на ведення справи, рівня виплат та ін. Дана система показників доповнена методами і прийомами фінансового аналізу діяльності страхової організації, нормативними (пороговими) значеннями показників, способами представлення та інтерпретації результатів.

Оцінка ймовірності банкрутства страхової компанії проводиться на базі розробленої імітаційної моделі, більш детально розглядається у п. 7.2, рис. 7.2.2.

Управління на базі розробленої імітаційної моделі відноситься до наступних областей діяльності: управління джерелами засобів, розподіл фінансових ресурсів (інвестиційна політика і управління активами), дивідендна політика, фінансові рішення поточного характеру.

В процесі управління здійснюється формування і використання страхових резервів, інвестування фінансових ресурсів, оптимізація перестрахової діяльності і оптимізація фінансового результату, що є сукупним підсумком діяльності страховика. За допомогою імітаційної моделі фінансовий менеджер може здійснювати керуючі (управляючі) дії для досягнення поставленої мети. Управляючим впливом (дією) для страхової організації можна розглядати зміну тарифної політики, склад і методи формування страхових резервів (стосується двох сфер діяльності компанії — страхової і інвестиційної), рівня перестрахового захисту та ін. Таким чином, керуюча дія — це деякий вектор.

Усі управляючі дії взаємозв'язані між собою: якщо змінилася одна управляюча дія (наприклад, введені нові види страхування), то допустимий діапазон вибору для інших управлінь (перестрахової та інвестиційної політики) міняється. Наприклад, тарифна політика страхової компанії впливає на склад і структуру страхових резервів, що не може не позначитися на складі і структурі інвестиційного портфеля і, відповідно, на виборі раціонального інвестиційного портфеля.

Важливою управляючою дією є політика резервування засобів (для майбутніх виплат) на вихідні параметри об'єкту

управління. Технічні страхові резерви заслуговують пріоритетної уваги для оптимізації фінансового результату. Формування страхових резервів в недостатньому об'ємі означає неможливість відповідати за страховими зобов'язаннями, а в завищеному (зменшують операційний прибуток страховика) — недостовірно відображає розмір зобов'язань страховика і оцінку фінансового стану страхової організації.

Розроблена імітаційна модель значно полегшує процедуру прийняття управлінських рішень, оскільки наглядно демонструє усі взаємозв'язки керованої системи та, при необхідності, може бути легко доповнена новими.

За допомогою імітаційної моделі можна оцінити вплив збудованих чинників як внутрішнього, так і зовнішнього характеру. Велике значення мають зовнішні фактори, до яких страхова компанія повинна пристосовуватися, хоча на них впливати не може.

Серед зовнішніх чинників, які впливають на фінансову стійкість, можна назвати такі: інфляційні процеси, податкове законодавство, порядок ліцензування, стан суспільного господарства, економіки, підходи до визначення маржі платоспроможності та ін. Для їх подолання необхідне використання нових фінансових інструментів, дослідження яких можливе на базі імітаційної моделі з використанням аналізу фінансового стану як страхової компанії, так і в цілому страхового ринку, орієнтуючись на постійні зміни в бізнес-середовищі [53; 95].

На основі поточного фінансового стану і наявних фінансових ресурсів страховика можливо дослідити зміни зовнішніх чинників, таких як рівень інфляції, дії конкурентів, зміни маржі платоспроможності та ін. Щоб досягти поставлених цілей, на кожному кроці моделювання необхідно корегувати досліджувані параметри. Таким чином, можливо привести цілі у відповідність з власними можливостями та встановити, за рахунок яких чинників їх можливо досягти.

Внутрішні фактори, які впливають на фінансову стійкість, стосуються чинників та параметрів діяльності страхової компанії, які вона в змозі контролювати: цінова політика, збалансованість страхового портфеля, обсяги клієнтської бази та її стійкість, політика перестраховування, склад та рівень страхових резервів та ін.

Модель дозволяє в динаміці спостерігати за зміною основних показників діяльності страхової компанії. На рис 7.3.4 зображені

в динаміці рівень страхових резервів, потоки страхових виплат та потоки страхових платежів.

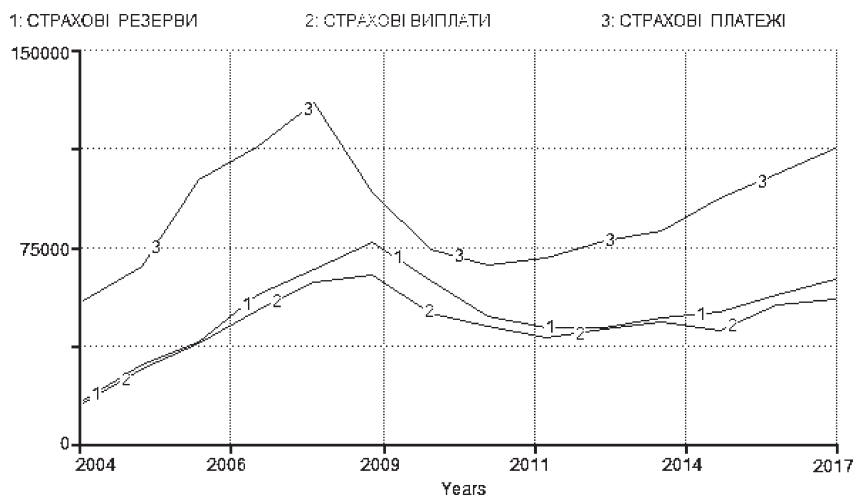


Рис. 7.3.4. Порівняльна характеристика основних показників діяльності страхової компанії у динаміці

З рис. 7.3.4 можна зробити висновок, що страхова компанія отримує достатній рівень страхових платежів, формує достатній рівень страхових резервів для відшкодування збитків своїм страхувальникам.

Управління на основі розробленої імітаційної моделі відповідно до встановлених цілей, здійснюється на принципі зворотного зв'язку.

На початку моделювання керівник або фінансовий менеджер на основі фінансового аналізу встановлює вектор цілей і завдань з урахуванням фінансового стану страхової компанії. Завдання корегуються в процесі моделювання з використанням прогнозування, механізмів фінансового планування і контролю. У визначені моменти модельного часу проводиться порівняння результатів моделювання (вектор завдань) з вектором поточного фінансового стану і обчислюється між ними різниця. Метою користувачів імітаційної моделі є зведення до мінімуму розбіжності між цими векторами.

За наслідками проведених імітаційних експериментів оцінюється ефективність діяльності: аналізується динаміка надходження страхових премій та страхових виплат, зіставляються темпи зростання витрат на ведення справи з динамікою надходжень та ін. Усі розрахунки проводяться як у цілому по компанії, так і в розрізі окремих видів страхування. На основі розбіжностей приймаються обґрунтовані управлінські рішення, оскільки вони використовуються як вхідна інформація у процесі моделювання [53; 83].

Імітаційна модель реалізує усі основні процеси, їх взаємозв'язки, прямі та зворотні впливи. Це здійснюється за допомогою сукупності таких стохастичних потоків: фінансових (рух грошових коштів страхової компанії); інформаційних (маркетингова діяльність та інформаційні потоки зовнішнього середовища); потоку клієнтів страхової компанії. На базі модельного комплексу можна проводити управління страховою компанією в таких напрямках: вирішення поточних задач компанії; контролювання питань платоспроможності (здатність відповідати за своїми зобов'язаннями) і фінансової стійкості (можливість зберегти свою платоспроможність на тривалому часовому інтервалі при будь-яких внутрішніх і зовнішніх збурюючих діях); визначати загальну потребу у фінансових ресурсах, прогнозувати структури джерел фінансування, створювати систему контролю за виконанням планів і процедуру внесення змін в систему планів прийняття і здійснення рішень, націлених на довгостроковий розвиток компанії; контроль діяльності страхової компанії та ін.

Імітаційна модель дозволяє здійснити прогнозний розрахунок; зробити оцінку діяльності страхової компанії як з позиції потенційних клієнтів, так й з позиції страховика; комплексно оцінити фінансовий стан страхової компанії з відповідною множиною параметрів управління; оцінити альтернативні стратегії розвитку страхових операцій. Проведення прогнозування та виявлення тенденцій — вирішальний чинник у процесі моделювання та планування розвитку компанії [83; 85].

Проведення прогнозування в імітаційній моделі засновано на тому, що для кожного наступного кроку моделювання використовується попередній. Основою такого прогнозу є залежності та алгоритми, отримані на основі економіко-математичних методів, аналітичних процедур, засновані на дослідженні конкретних чинників моделі, їх стабільності та мінливості, екстраполяції

на майбутнє. Прогноз на базі імітаційної моделі можливо застосувати паралельно з методами прогнозування, заснованими на використанні лінійних і нелінійних регресійних математичних моделей [62; 99].

Для дослідження діяльності страхової компанії розроблено декілька прогнозних сценаріїв (оптимістичний, реалістичний і песимістичний) [53]:

— оптимістичний прогноз: збитковість страхової суми в межах 50 %, рівень відрахувань у страхові резерви в обсязі 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 обсязі 60—70 % від отриманого потоку страхових платежів, витрати 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 понад 70 %, рівень відрахувань у страхові резерви в обсязі 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).

Страхові компанії використовують в своїй діяльності різноманітне інформаційне забезпечення — корпоративні інформаційні системи. В ході впровадження інформаційних технологій виникає безліч проблем, від рішення яких залежить ефективність системи управління страхової організації. Корпоративні інформаційні системи, в основному, забезпечують виконання операційної діяльності. Імітаційна модель може слугувати проміжним етапом в у виборі оптимального програмного забезпечення, обслуговуючого процеси створення бюджетів, їх виконання, обліку і контролю, обґрунтувати застосування бізнес-процесів, які найбільшою мірою відповідали б стратегії страхової компанії. Результати імітаційних експериментів дозволять фінансовому менеджеру оцінювати реакцію системи на будь-яку управляючу дію.

Дослідження на базі імітаційної моделі дають змогу вирішити завдання побудови ефективного інструментарію управління діяльністю страхової компанії, визначити необхідну орієнтацію на страховому ринку, оцінити фінансовий стан страхової компанії, підвищити обґрунтованість прийняття управлінських рішень з метою запобігання наближеності страховика до кризового стану. На наш погляд, запропонований підхід дозволяє вирішити складну та багатобічну проблему фінансового управління страховою компанією.