

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»

На правах рукопису

ЛИТВИН АНТОН ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 330.4::[658.15:368]

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО  
УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ УКРАЇНИ

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в  
економіці

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Науковий керівник  
Бридун Євгеній Володимирович  
кандидат економічних наук, доцент

Київ – 2015

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ .....</b>	<b>13</b>
1.1.    Сутність фінансової кризи на підприємстві .....	13
1.2.    Сутність та місце антикризового фінансового управління в діяльності страхової компанії.....	20
1.3.    Економіко-математичні методи моделювання процесів антикризового фінансового управління та їх застосування в страхових компаніях .....	31
Висновки до розділу 1.....	61
<b>РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКС ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНСЬКИХ СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ .....</b>	<b>63</b>
2.1.    Аналіз показників діяльності страхових компаній України та формування інформаційної бази моделювання.....	63
2.2.    Розробка комплексу економіко-математичних моделей виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях.....	90
2.3.    Побудова імітаційної моделі діяльності української страхової компанії.....	146
Висновки до розділу 2.....	174
<b>РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ НА ОСНОВІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....</b>	<b>177</b>
3.1.    Виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях з використанням побудованих моделей .....	177
3.2.    Сценарний аналіз показників діяльності страхової компанії на основі розробленої імітаційної моделі .....	193
3.3.    Шляхи вдосконалення моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях .....	208
Висновки до розділу 3.....	214

	3
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>217</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>220</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>247</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Умовою стабільного розвитку та зростання національної економіки є стале та результативне функціонування підприємств всіх галузей. Одним з найважливіших елементів національного господарства є фінансовий ринок, що значною мірою визначає ефективність формування та реалізації інвестиційного потенціалу держави. Страхові компанії є одними з основних учасників фінансового ринку, що надають унікальні послуги та реалізують важливі функції, серед яких захисна, заощаджувальна та інвестиційна. Забезпечення стабільності функціонування страховиків є базовим завданням як менеджерів компаній, які дбають про зростання фінансової результативності бізнесу, так і державного регулятора, зацікавленого у здатності компаній виконувати взяті зобов'язання. Втім, незважаючи на той факт, що в багатьох страхових компаніях впроваджуються елементи ризик-менеджменту та стратегічного планування, а державний регулятор страхового ринку активно реалізує практику пруденційного нагляду, об'єктивність та ефективність реалізації процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях залишається низькою.

У мінливих економічних умовах України загроза виникнення фінансової кризи є важливою проблемою для підприємств всіх галузей, у тому числі — страхових компаній. Результат боротьби з негативними проявами фінансової кризи прямим чином пов'язаний із точністю та якістю процесів аналізу загрози виникнення кризових явищ, а також адекватністю та обґрунтованістю заходів реагування на кризу. Використання економіко-математичних методів для моделювання ключових процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях має сприяти підвищенню об'єктивності управлінських рішень шляхом забезпечення управлінців та інших зацікавлених осіб релевантною та точною інформацією про поточний і перспективний стан фінансів страховика, можливі чинники розвитку кризових явищ та альтернативні шляхи виходу з кризи. Це матиме позитивний вплив не лише на рівень фінансового здоров'я

окремих страхових компаній, а й на загальний розвиток страхового ринку на макрорівні.

Суттєвий внесок у дослідження теоретичних та практичних аспектів аналізу кризових явищ, антикризового управління та антикризового фінансового управління був зроблений такими вітчизняними вченими як І. А. Бланк, В. О. Василенко, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова, Л. О. Лігоненко, І. Г. Лук'яненко, В. М. Опарін, О. О. Терещенко, В. І. Фучеджи та іншими, а також зарубіжними — А. Г. Грязною, Дж. Клер, Й. Мітрофом, К. Пірсон, Ф. Удвадією, П. Шриваставою та іншими. Проблемам антикризового фінансового управління в страхових компаніях приділялася увага дослідниками С. А. Ачкасовою, Є. В. Бридуном, В. Й. Плисою, С. В. Семіколеновою, А. А. Супрун та іншими. Теоретико-методологічним та практичним питанням побудови та застосування економіко-математичних моделей у процесах антикризового фінансового управління було приділено значну увагу такими українськими науковцями як В. В. Вітлінський, А. Б. Камінський, Т. С. Клебанова, А. В. Матвійчук, М. В. Негрей, О. І. Черняк, О. Д. Шарапов, Д. В. Ящук та іншими, а також іноземними дослідниками Р. Айзенбайсом, Е. Альтманом, У. Бівером, Т. К. Богдановою, К. Завґрен, В. В. Ковальовим, Т. Королем, Г. Лі, Дж. Ольсоном, М. Ф. Салахієвою, Д. Суном та іншими. Моделювання процесів антикризового фінансового управління власне в страхових компаніях займає вагомe місце у працях таких вітчизняних вчених як К. С. Грозава, О. А. Клепікова, О. Л. Ольховська, З. М. Соколовська, В. В. Шпирко та інші, а також зарубіжних дослідників Я. Амброза, Б. Крамера, А. Клеффнер, Р. Лі, С. Салцедо-Санса, М. Сеговії-Варгас, А. Стадніка, Й. Сьюварда, Дж. Шарпа, Н. Ш'ета та інших.

Чимало наукових доробків вчених спрямовані на побудову моделей процесів антикризового фінансового управління на підприємстві, втім існують проблеми, пов'язані із застосуванням цих моделей в українській страховій практиці. По-перше, наявний досвід розробки та застосування економіко-математичних моделей процесів антикризового фінансового управління стосується переважно підприємств інших галузей. По-друге, значна частина

моделей будувалася для економічних умов зарубіжних країн і не може бути прямим чином використана в українських реаліях. По-третє, у багатьох розробках як вітчизняних, так і зарубіжних вчених не беруться до уваги важливі обмеження та припущення застосованих методів, що негативно впливає на характеристики розроблених економіко-математичних моделей. По-четверте, більшість побудованих моделей можуть бути використані виключно для оцінки загрози виникнення фінансової кризи в компаніях, в той час як процесам реагування на кризу та навчання присвячено незначну кількість прикладних досліджень.

Обрання теми та мети дисертаційної роботи обумовлене важливістю та нагальністю проблем розробки ефективних економіко-математичних моделей, направлених на вчасне виявлення загроз розвитку фінансової кризи в українських страхових компаніях, а також необхідністю підвищення об'єктивності процесу прийняття управлінських рішень, пов'язаних з реагуванням на виникнення кризових явищ та навчанням з досвіду антикризового фінансового управління.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано на кафедрі фінансів Національного університету «Києво-Могилянська академія» відповідно до планів держбюджетних науково-дослідних робіт «Методи оцінки стабільності фінансової системи та механізми залучення інвестицій в умовах реформування економіки» (номер державної реєстрації 0111U000743), «Теоретико-методологічне забезпечення та розробка сучасного математичного інструментарію формування взаємоузгодженої фінансово-бюджетної та монетарної політики в умовах макроекономічної нестабільності» (номер державної реєстрації 0114U001671), де автором розроблено комплекс економіко-математичних моделей, що використовуються для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях та для проведення імітаційних експериментів на основі побудованої динамічної моделі діяльності страховика.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України шляхом розробки комплексу економіко-математичних моделей

підтримки управлінських рішень з виявлення ознак фінансової кризи, реагування на виникнення кризових явищ та навчання з досвіду антикризового управління.

Для досягнення мети дисертаційної роботи поставлено і вирішено такі завдання:

- дослідити теоретичні аспекти моделювання процесів антикризового фінансового управління на підприємстві загалом та в страхових компаніях зокрема;

- сформулювати і проаналізувати інформаційну базу дослідження та обґрунтувати набори показників діяльності українських страхових компаній для використання в моделюванні;

- визначити економіко-математичні методи, найбільш придатні для ефективного моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях;

- розробити комплекс економіко-математичних моделей основних процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях;

- провести діагностику побудованих моделей з метою обрання моделей, найбільш придатних для використання на практиці;

- на підставі застосування розроблених економіко-математичних моделей, оцінити загрозу виникнення фінансової кризи та провести сценарний аналіз перебігу кризових явищ в діючих страхових компаніях України;

- окреслити напрямки вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях.

*Об'єктом дослідження* дисертаційної роботи є процеси антикризового фінансового управління в страхових компаніях.

*Предметом дослідження* є економіко-математичні методи і моделі процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях України.

*Методи дослідження.* Для вирішення поставлених завдань використано як загальнонаукові, так і спеціальні методи пізнання. Зокрема застосовано методи аналізу, синтезу, системності, абстрагування та конкретизації в процесі

дослідження сутності понять фінансової кризи та антикризового фінансового управління в страхових компаніях. Порівняльний аналіз використовувався при дослідженні досвіду застосування економіко-математичних методів і моделей. Історичний метод та аналіз застосовувалися в процесі дослідження динаміки розвитку страхового ринку. Математико-статистичні методи застосовувалися для визначення характеристик сформованої інформаційної бази моделювання; методи індукції та дедукції — для обґрунтування вибору найбільш прийнятних методів і моделей. У процесі розробки економіко-математичних моделей використано метод опорних векторів, метод дерев рішень, метод умовної ймовірності (логістичну регресію) та імітаційне моделювання (системну динаміку). З метою обрання найбільш придатних моделей виявлення ознак фінансової кризи використовувалися методи тестування та порівняння. Метод конкретизації застосовано для адаптації побудованої динамічної моделі діяльності страховика, а сценарний аналіз та імітаційні експерименти — для тестування можливих змін у динаміці показників діяльності окремих страхових компаній. Моделювання та графічна візуалізація використані для створення доступного користувачького інтерфейсу імітаційної моделі.

*Інформаційною базою* дослідження слугували дані фінансової звітності українських страхових компаній, інформація про статус страховиків (виключення з Державного реєстру фінансових установ) за 2010–2014 роки, статистичні дані Державного комітету статистики України та Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг. Серед використаних джерел інформації — офіційні веб-сайти українських страхових компаній, Комплексна інформаційна система Держфінпослуг (на веб-сайті в назві збережено «Держфінпослуг»), веб-сайт Державного комітету статистики України, друковані номери видання Україна Бізнес Ревю. Процес моделювання відбувався з використанням програмного забезпечення RapidMiner Studio 6.3, StatSoft Statistica 10, iSee Systems iThink 10.0.6.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертації розроблено комплекс економіко-математичних моделей ключових процесів антикризового



фінансового управління в страхових компаніях України, що дозволяє підвищити результативність управлінських рішень, пов'язаних з виявленням ознак фінансової кризи, реагуванням на виникнення кризових явищ та навчанням з досвіду антикризового управління, а саме:

*вперше:*

– розроблено модельний комплекс, що включає моделі виявлення ознак фінансової кризи на основі методу опорних векторів, дерев рішень і логістичної регресії, які демонструють високу точність та враховують особливості діяльності українських страхових компаній, та імітаційну модель діяльності страховика, в яку інкорпоровано побудовані моделі виявлення ознак фінансової кризи, що дозволяє проводити сценарний аналіз з метою передбачення фінансової кризи, оцінки заходів реагування та навчання з досвіду антикризового фінансового управління;

*удосконалено:*

– методику відбору найбільш придатних для використання на практиці моделей, яка передбачає врахування зміни класифікаційних і прогностичних характеристик моделей, побудованих на початковій, субдискретизованій та супердискретизованій вибірках, та базується на оцінці агрегованого приросту загальної точності та чутливості класифікації;

– концепцію відбору ознак (змінних) для використання в процесі побудови економіко-математичних моделей шляхом застосування методу умовної кореляції та методу мінімальної надлишковості — максимальної доречності з додатковим врахуванням змін між періодами, що дозволило покращити класифікаційні характеристики моделей виявлення ознак фінансової кризи;

– методичні підходи до побудови імітаційної моделі діяльності страхової компанії шляхом врахування ключових ефектів зворотного зв'язку, що визначають динамічну поведінку бізнес-індикаторів та дозволяють тестувати важелі впливу на бізнес-систему страховика.

*дістали подальшого розвитку:*

- концептуальні підходи до визначення сутності корпоративних фінансових криз та антикризового фінансового управління завдяки формуванню вичерпних узагальнюючих дефініцій, що сприяють конкретизації завдань системи антикризового фінансового управління;
- методологічне забезпечення процесу обрання методів для моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній шляхом проведення критичного порівняльного аналізу їхніх переваг і недоліків, що враховує новітні тенденції у практиці застосування економіко-математичних методів в антикризовому фінансовому управлінні;
- методичні аспекти застосування інформаційних технологій завдяки оснащенню розробленого комплексу моделей засобами графічної візуалізації та елементами управління імітаційними експериментами.

**Практичне значення одержаних результатів** дисертаційної роботи полягає у можливості використання комплексу розроблених економіко-математичних моделей управліннями страхових компаній та державним регулятором страхового ринку з метою виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях та тестування можливих напрямків реагування на неї. Інкорпорація побудованих моделей виявлення ознак фінансової кризи в імітаційну модель діяльності страховика значно спрощує практичне застосування зазначених моделей та дозволяє здійснювати аналіз поточної ситуації та можливих сценаріїв її розвитку шляхом проведення та візуалізації імітаційних експериментів за допомогою розробленого користувачького інтерфейсу. Використання побудованих економіко-математичних моделей сприятиме зростанню об'єктивності управлінських рішень та підвищенню результативності процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях.

Прикладні результати дослідження використано у практиці управління ПрАТ «Страхова компанія «ПРЕСТИЖ» (довідка №09-01-0154/1 від 01.09.2015 р.); частково впроваджені у роботі Універсальної Страхової Агенції

ТОВ «Ю Єй Інвест Консалт» (довідка №42185/1 від 30.06.2015 р.); частково враховані в роботі Інституту економічних досліджень та політичних консультацій (довідка №250815/00095 від 25.08.2015 р.); використовувалися в роботі Центру соціальних та економічних досліджень (довідка №010915/001 від 01.09.2015 р.).

Основні результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес при викладанні курсів «Фінанси підприємств», «Страхові послуги», «Соціальне страхування» та «Страховий менеджмент» на спеціальностях «Фінанси» та «Економічна теорія» в Національному університеті «Києво-Могилянська академія» (довідка від 09.09.2015 р.).

**Особистий внесок автора** Дисертація є оригінальною, самостійною і завершеною науковою працею. Наукові результати, висновки та рекомендації, які виносяться на захист, одержані безпосередньо автором.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дослідження були представлені автором на 7 всеукраїнських і міжнародних конференціях, зокрема: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Економічна та фінансова політика в умовах трансформації економіки» (25 січня 2013 р., м. Київ), Міжнародній науково-практичній конференції «Форми і методи державного регулювання національних економік» (23–24 серпня 2013 р., м. Київ), Міжнародній науково-практичній конференції «Формування та ефективність використання фінансових ресурсів в економічній діяльності» (11–12 квітня 2014 р., м. Чернігів), Міжнародній науково-практичній конференції «Фінансово-економічний збалансований розвиток України: проблеми та шляхи їх подолання» (12–13 вересня 2014 р., м. Дніпропетровськ), Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка та управління підприємствами, регіонами і країнами в умовах ризиків» (27–28 листопада 2014 р., м. Чернігів), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Системний аналіз фінансових процесів в умовах макроекономічної нестабільності» (24 січня 2014 р., м. Київ), 33-й Міжнародній конференції Товариства системної динаміки «Reinventing Life on a Shrinking Earth» (19–23 липня 2015 р., м. Кембридж, США).

**Публікації.** Основні положення та висновки дисертаційної роботи відображені в 11 наукових працях загальним обсягом 5,6 друк. арк., у тому числі: 3 — у наукових фахових виданнях, 2 — у наукових фахових виданнях України, що зареєстровані у міжнародних наукометричних базах, 6 — в інших виданнях.

## РОЗДІЛ 1

# ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ

### 1.1. Сутність фінансової кризи на підприємстві

У сучасних мінливих соціально-економічних умовах економічні суб'єкти потребують захисту від різноманітних видів технічних, екологічних, природних, фінансових та інших видів ризику, і саме страхування дозволяє задовольнити цю потребу. Страхіві компанії є фінансовими установами, що надають особливий вид послуг і реалізують важливі функції захисту та компенсації, підтримуючи стабільність економічної системи держави. Незважаючи на те, що основна діяльність страховиків полягає у залученні страхових премій та здійсненні страхових виплат, особливу роль у функціонуванні страхових компаній грає інвестиційна складова. Страхіві організації є одними з найбільших інституційних інвесторів, що акумулюють та вкладають значні обсяги фінансових ресурсів, сприяючи розширеному відтворенню економіки. Втім, незважаючи на те, що український страховий ринок фактично пройшов фазу становлення, наразі його роль у національному господарстві залишається незначною: зокрема, покриття страхового поля не перевищує 10%, в той час як у Європі цей показник сягає 90%. Сукупність негативних факторів середовища функціонування страхових компаній, а також недосконалості у системі управління страховиками роблять їх вразливими до проявів фінансової кризи та обмежують повноцінну реалізацію резервів розвитку страхового ринку.

Інсайдери підприємств усіх галузей, у тому числі страхових компаній, дбають про результативність бізнесу, більшість — приділяють увагу розвитку ризик-менеджменту, багато — розробляють плани діяльності у непередбачуваних ситуаціях, проте лише незначна кількість власників виокремлює антикризове управління в якості важливого напрямку управління підприємством.

Для ефективного впровадження антикризових заходів необхідно мати чітке уявлення про об'єкт антикризового управління. Втім, тлумачення поняття «криза» залишається доволі дискусійним, і на даний момент не існує єдиного погляду на його точне визначення [150, с. 9-10]. Неузгодженими лишаються й багато аспектів, пов'язаних із кризовими процесами у компаніях.

Загалом, багато науковців та практиків дотримуються широкого погляду на концепт кризи як на малоймовірну та неоднозначну подію. К. Пірсон називає кризу «подією значного впливу, яка загрожує життєздатності організації та характеризується неоднозначністю причин, наслідків та шляхів вирішення, а також впевненістю у тому, що рішення мають прийматися швидко» [199 с. 60].

Р. Мюллер також слідує подібному підходу, зазначаючи, що криза на підприємстві є небажаною подією, яка загрожує майбутньому існуванню фірми і має кілька особливих рис. На його думку, криза може виникнути через нездатність компанії утриматись на ринку, постійну неможливість досягнути корпоративних цілей, або ж через нездатність розраховуватися за зобов'язаннями [190, с. 39].

К. Герман визначає кризу як ситуацію, коли основні цілі осіб, що приймають рішення, опиняються під загрозою, час для реакції є обмеженим, а виникнення кризового явища є неочікуваним [142]. Ю. Розенталь також наголошує на загрозі та невизначеності кризи [213]. Л. Бартон, окрім акценту на непередбачуваності кризових явищ, привертає увагу до можливих негативних наслідків, поширюючи їх не лише на майно компанії, а й на її працівників, продукти, послуги та репутацію [101].

Наведені підходи до визначення кризових явищ на підприємстві мають відмінності, проте збігаються у розумінні певних властивостей кризи, таких як загроза компанії, малоймовірність настання, обмеженість часу для прийняття рішень, непевність наслідків. При цьому, згадані автори розглядають кризу як відокремлену подію. Однак, багато сучасних науковців переходять до розуміння кризових явищ на підприємстві у якості процесів, поширених у часі. Наголос на динаміці перебігу криз дає змогу дослідити тривалі ефекти їхнього розвитку.

Б. Топпер вважає, що необхідно відійти від розгляду криз як ізольованих випадковостей [232, с. 5]. Відмова від дискретності кризи означає, що певна ситуація може бути названа кризою лише у порівнянні із некризовими подіями, періодами, станами [238, с. 17].

П. Шривастава також вказує на розтягнутість кризових явищ у часовому вимірі [222], а П. Гарт називає кризи тривалими потоками соціальної взаємодії [138]. Розгляд кризових ситуацій у якості процесів зсуває акцент дослідження на до- та післякризові етапи, не обмежуючись відповіддю управлінців на прояв кризи. Більшого значення набуває аналіз розвитку кризи, її динамічна взаємодія із організаційною структурою. При цьому настання кризи може одночасно розглядатися як результат акумуляції прорахунків управління, так і як можливість вдосконалення компанії [238, с. 22].

Більшість дослідників погоджуються, що криза може мати негативний вплив, такий як матеріальна шкода, невизначеність, загроза зростанню та розвитку компанії тощо [214, с. 2]. Дж. Робінсон визначає кризу, роблячи акцент на загрозі організаційним цінностям [143]. Т. Пошан пропонує розглядати кризу як фізичний перебіг в системі, який загрожує її підвалинам та екзистенційному ядру [196, с. 237]. Через корпоративну кризу шкоди може зазнати не лише підприємство, а й суспільство загалом [214, с. 9]. О. Лербінжер вважає, що кризи на підприємствах можна розглядати у якості катастроф, викликаних людьми, організаційними структурами, економікою або технологією, які негативно впливають як на соціальне, так і на природне середовище. При цьому на рівні фірми найбільше страждають фінанси та репутація, а також зростання та існування фірми [168, с. 283]. Для кризових явищ також характерні затримки, перевантаження та викривлення інформації, які перешкоджають ефективній реалізації процесу прийняття рішень [120, с. 189].

Однак варто зауважити, що кризові явища на підприємстві є неоднозначними, і питання щодо негативності чи позитивності результатів антикризових дій залишається відкритим [199, с. 60]. Так, Д. Фішман пропонує під кризою на підприємстві розуміти кардинальну зміну, яка провокує неочікувані

події і впливає на значну кількість взаємозв'язків в організації [129]. Вітчизняні науковці мають подібний погляд і зазначають, що криза може бути як негативною, так і позитивною зміною параметрів системи, що призводить до протилежної зміни інших параметрів цієї системи [27, с. 165-170; 42]. При цьому часу для формування та впровадження адекватних рішень виявляється недостатньо [129], і саме від здібностей управлінців, а також від природи кризової ситуації, залежить результат антикризового управління [120, с. 182].

Деякі вітчизняні науковці поділяють вищезгадані позиції, звертаючи увагу не лише на негативні аспекти кризових явищ. Наприклад, А. Ткаченко вважає, що криза є широкомасштабною, непередбаченою, переломною подією, яка може призвести як до негативних наслідків у господарській діяльності, що зумовлюють розбалансування системи підприємства, так і до позитивних результатів, які підвищують ефективність діяльності підприємства і приводять в дію трансформаційні сили, сприяючи його еволюції [76, с. 61]. Подібний погляд має І. Дацюк: криза — це об'єктивний процес, що призводить до оптимізації системи або до її знищення у разі неспроможності адаптуватися до нових умов та розвиватися [27, с. 165-170].

Хоча наведені визначення загалом відповідають новітньому погляду на сутність кризових явищ на підприємстві, вони є у дечому суперечливими. По-перше, як вже зазначалося, західні науковці більше не вважають кризи відокремленими подіями. Окрім цього, не варто ототожнювати зміни, викликані кризою, із результатом еволюційного розвитку підприємства, адже їх непередбачуваність та унікальність більше відповідає суті революційних змін.

З метою формування специфічного погляду на перебіг криз у компаніях науковці та практики класифікують кризові явища. У науковій, академічній та діловій літературі пропонується розглядати різні види криз, виокремлені на підставі певних класифікаційних ознак. Серед них як правило виділяють і фінансову кризу, яка є безпосереднім об'єктом антикризового фінансового управління на підприємстві.



Проаналізуємо підходи науковців до тлумачення фінансової кризи. Слід зазначити, що у більшості англomовних праць для опису кризових явищ на рівні підприємства здебільшого використовується формулювання «financial distress», в той час як «financial crisis» відповідає макроекономічній фінансовій кризі.

У. Бівер одним із перших привернув увагу наукової спільноти до поняття «фінансова криза», визначаючи її як ситуацію, коли фірма опиняється в овердрафті, не здатна здійснити виплати по пайових та боргових цінних паперах або фактично банкрутує [102]. Він розглядає підприємство у якості резервуара з вхідними та вихідними грошовими потоками, а виникнення фінансової кризи пов'язує з недостатністю коштів для вчасного погашення боргів. Тобто У. Бівер ототожнює фінансову кризу з низьким рівнем платоспроможності та ліквідності компанії.

Схожого підходу дотримується Й. Као, який вважає, що підприємство в стані фінансової кризи не має достатньо коштів для покриття поточних зобов'язань [111]. І. Гендель «виживання» підприємств також пов'язує зі здатністю фірми відповідати за зобов'язаннями [140, с. 310].

Теоретична дискусія стосовно фінансової кризи може бути виявлена у працях, присвячених структурі капіталу. Зокрема, Е. Кім пропонує статичну теорію капіталу, в якій описує вибір між зростанням переваг від оподаткування при використанні боргового капіталу та зниженням вартості фінансової кризи для підприємства [155]. Аналогічно до попередніх підходів, автор пов'язує фінансову кризу з неплатоспроможністю. Однак фактично заперечується можливість виникнення фінансової кризи на підприємстві при відсутності боргу у компанії. Більш того, зведення сфери дослідження фінансових криз до переліку підприємств, цінні папери яких представлені на біржах, видається невиправданим через неврахування наявності компаній інших організаційних форм.

Окрім цього, нездатність виконати зобов'язання не обов'язково призводить до банкрутства підприємства [100]. Дж. Піндало стверджує, що аналіз фінансової кризи на підприємстві не має обмежуватися оцінкою ймовірності дефолту, адже в такому разі не всі фінансові аспекти діяльності компанії беруться до уваги [203,

с. 995]. Важливим є використання означення фінансової кризи, яке б використовувалося безвідносно до її юридичних наслідків [90; 203].

Більш багатосторонні підходи враховують не лише ліквідність та платоспроможність, а й прибутковість та варіативність показників діяльності підприємства [104]. Дж. Піндало пропонує також відносити до проявів фінансової кризи негативну динаміку ринкової вартості компанії [203, с. 996].

Типовим проявом фінансової кризи на підприємстві також називають стан дисбалансу. Так, українська дослідниця В. Василенко пропонує розуміти фінансову кризу у якості етапу діяльності компанії, коли остання стає незбалансованою, а перелік засобів впливу на фінансові відносини є обмеженим [18, с. 351].

І. Бланк пропонує більш широке означення фінансової кризи, називаючи її однією із найбільш серйозних форм фінансової незбалансованості, яка відображає циклічні невідповідності між поточним станом та фінансовим потенціалом і виникає через різноманітні фактори протягом життєвого циклу компанії та загрожує її діяльності [10, с. 585].

О. Терещенко під фінансовою кризою розуміє фазу розбалансованої діяльності підприємства та обмежених можливостей впливу його керівництва на фінансові відносини, що виникають на цьому підприємстві [74, с. 13]. Він зазначає, що поряд із кризою на підприємстві проявляється загроза неплатоспроможності та банкрутства, неприбутковості та відсутності потенціалу до зростання [74, с. 13]. Автор дотримується погляду, що фінансова криза може бути трьох видів — криза прибутковості, криза ліквідності та криза стратегії .

Хоча наведені інтерпретації не обмежуються врахуванням неплатоспроможності чи факту банкрутства, фінансова криза на підприємстві вимагає більшої специфікації. Дисбаланс фінансів підприємства не можна вважати беззаперечною ознакою фінансової кризи. Необхідно розуміти, про який саме дисбаланс йдеться, адже в реальності стан рівноваги в діяльності підприємства майже неможливо спостерігати. Говорити про баланс певних показників діяльності підприємства можна лише зі статичного погляду; якщо ж

розглядати функціонування компаній в динаміці, то незбалансованість може бути характерною для багатьох фінансово здорових підприємств.

Незважаючи на те, що вітчизняними дослідниками приділено чимало уваги теоретичному аналізу фінансової кризи, деякі західні науковці стверджують, що фінансова криза не є самостійним видом кризи на підприємстві. Оскільки фінансовий вимір діяльності підприємства відображає ефективність реалізації завдань виробництва, маркетингу, інвестування, управління, фінанси виявляються вторинним аспектом діяльності підприємства [131]. Тобто незважаючи на те, що первинні чинники кризи можуть бути не пов'язані із фінансовими відносинами, будь-яке кризове явище може розглядатися у якості фінансової кризи, адже в кінці кінців має вплив на фінансові показники компанії. Розмитість меж між фінансовою кризою та іншими видами кризових явищ на підприємстві стає більш очевидною в процесі аналізу антикризового фінансового управління, об'єкт якого як правило не обмежуються адресуванням фінансових відносин та використанням фінансових інструментів і важелів.

Таким чином, сутність фінансової кризи на підприємстві визначається її особливими характеристиками, серед яких наявні як загальні властивості будь-якого виду кризових явищ, так і виняткові, пов'язані суто із фінансовою складовою діяльності підприємства. Загальними ознаками фінансової кризи як складової корпоративних криз є такі:

- низька ймовірність настання та невисокий рівень передбачуваності;
- унікальність та суперечливість причин і наслідків;
- необхідність швидкого прийняття управлінських рішень;
- комплексність та істотність впливу;
- поширеність у часі.

Окрім наведених загальних характеристик, фінансовій кризі притаманні специфічні властивості, до яких можна віднести такі:

- фінансова проблематика;
- стан розбалансованості;
- зв'язок із процесом банкрутства підприємства.

Отже, фінансова криза на підприємстві є малоймовірним, неочікуваним і тривалим явищем з неочевидними причинами виникнення та невизначеним характером наслідків, яке чинить вплив на всі елементи бізнес-системи, проявляється у розбалансуванні та погіршенні фінансових показників його діяльності і вимагає швидкої реакції управлінців для уникнення банкрутства підприємства.

## **1.2. Сутність та місце антикризового фінансового управління в діяльності страхової компанії**

Зростання динамічності середовища функціонування компаній вимагає все більшої уваги управлінців до проблем підтримки бізнесу в умовах невизначеності та протидії негативним проявам криз. Саме тому виникло антикризове фінансове управління — новітній напрям управління, спрямований на подолання негативного впливу кризових явищ на діяльність підприємств та їхню фінансову результативність.

Коли управлінці мають справу з невизначеністю, вони можуть демонструвати нерациональну поведінку, викликану бюрократичною політикою, недоліками процесів збору та обробки інформації або хибними переконаннями [235]. У випадку виникнення кризи, рішення часто приймаються на основі емоцій та недостатньо обґрунтованих фактів [94, с. 83]. Окрім цього небезпека полягає у тому, що антикризові заходи стають процедурними, і управлінці вважають, що можуть подолати негативні прояви кризових явищ засобами повсякденного управління [205, с. 30]. Виникає фундаментальний парадокс: компанії, які вважають себе менш вразливими до кризи, насправді більше потерпають від кризових явищ, і навпаки — підприємства, які приділяють увагу загрози виникнення кризи, виявляються більш стійкими [187, с. 285].

Подібно до класифікації криз на підприємстві за видами, антикризове управління може бути специфікованим залежно від свого об'єкту. Відповідно,

об'єктом антикризового *фінансового* управління є фінансова криза. Однак системний характер впливу фінансової кризи на діяльність компанії значною мірою ототожнює антикризове фінансове управління та антикризове управління загалом. Справді, Р. Келлер стверджує, що антикризове фінансове управління є особливою формою управління, основним завданням якого є запобігання або подолання всіх процесів, які можуть суттєво загрожувати функціонуванню та існуванню підприємства [154]. Оскільки більшість компаній ставлять за мету одержання прибутку та зростання вартості бізнесу, антикризове управління у будь-якій сфері діяльності підприємства врешті-решт стосується його фінансів. Саме тому, у західній науковій літературі формулювання «антикризове фінансове управління» зустрічається нечасто. На противагу цьому, вітчизняна та пострадянська наукова спільнота активно використовує поняття «антикризове фінансове управління» або «антикризове управління фінансами».

Розглянемо вужче тлумачення антикризового фінансового управління, яке полягає у розумінні його в якості складової фінансового менеджменту. Відомими дослідниками, які поділяють наведену точку зору, є А. Букреєв [2; 17], О. Терещенко [74; 75], та І. Бланк [10].

Нині фінансова результативність стала символом ефективності управління та оцінки якості організаційних політик [95, с. 12], а основними цілями фінансового менеджменту є максимізація прибутку підприємства та максимізація багатства власників. Діяльність з уникнення фінансової кризи в довгостроковій перспективі є однією з умов максимізації багатства власників компанії. При цьому підтримка достатнього рівня платоспроможності виявляється необхідною для попередження банкрутства підприємства. У законодавстві України, зокрема, значну увагу приділено питанням платоспроможності та банкрутства компаній. Так, відповідно до статті 1 Закону України «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом» банкрутство є визнаною господарським судом неспроможністю боржника відновити свою платоспроможність. При цьому, платоспроможність стосується лише грошових зобов'язань [66]. Тобто, приділяючи увагу виключно грошовим зобов'язанням по відношенню до

кредиторів, законодавці не враховують можливості виникнення фінансової кризи через інші ніж неплатоспроможність фактори.

Однак дослідники наголошують, що неплатоспроможність не може вважатися єдиним симптомом розвитку фінансової кризи у компанії. Так, О. Терещенко стверджує, що антикризове фінансове управління, окрім заходів із попередження фінансової кризи та оцінки ймовірності банкрутства має передбачати засоби подолання кризових явищ, у тому числі із використанням зовнішньої санації чи реструктуризації підприємства [84]. Тобто, під антикризовим фінансовим управлінням науковець розуміє як попередження кризи, так і власне управління під час кризи із наголосом на фінансовій санації.

Втім за українським законодавством фінансова санація виявляється поняттям надто вузьким для ототожнення з антикризовим фінансовим управлінням. Так, відповідно до статті 5 Закону України «Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом» санація націлена виключно на відновлення платоспроможності і може не включати вичерпного переліку заходів для виходу з кризи [66]. Українська дослідниця І. Біломістна вказує на відмінності між санаційними заходами (реструктуризацією заборгованості, заощадженням, реорганізацією тощо) та заходами фінансової стабілізації (усуненням неплатоспроможності, відновленням фінансової стійкості) [9, с. 92].

На думку І. Бланка процес антикризового фінансового управління є елементом фінансового менеджменту і має включати моніторинг фінансового стану підприємства, розробку засобів ідентифікації фінансової кризи та запобігання їй, дослідження причин кризи, формування та впровадження заходів боротьби з кризою, контроль над виведенням підприємства з кризового стану [10]. Паралель у розумінні антикризового фінансового управління та фінансового менеджменту також прослідковується у працях Л. Мартюшевої [52, с. 3], З. Холода [77, с. 23-25], Г. Бондаревої [13, с. 34-39].

Незважаючи на поширеність описаного вище підходу, деякі науковці наголошують, що фінансовий менеджмент є поняттям значно вужчим за

антикризове фінансове управління, а фінансові важелі є недостатніми для подолання кризових явищ [28, с. 59]. На противагу підходу, що відносить антикризове фінансове управління до сфери фінансового менеджменту, існує інший погляд на антикризове фінансове управління. Зокрема, Р. Біловол [8, с. 60-63] та Л. Лігоненко [48, с. 102] пропонують розглядати антикризове фінансове управління в якості складової частини антикризового управління на підприємстві, а більшість західних науковців взагалі не виокремлюють антикризове фінансове управління через збіг сутнісного наповнення зазначених понять.

Незважаючи на фактичну відсутність згадувань про антикризове фінансове управління у зарубіжних наукових працях, теоретична дискусія, присвячена антикризовому управлінню на підприємстві набула значного розвитку. При цьому, погляди теоретиків та практиків на сутнісне наповнення антикризового управління на підприємстві розходяться. Наприклад, А. МакКоннелл вважає, що антикризове управління має цілі ідентичні плануванню [180, с. 63-64]. Оскільки підготовка до кризи є критичною умовою виживання компанії, найважливішим є стратегічний аспект планування, націлений на пошук можливостей боротьби з потенційними кризами [126, с. 112]. Зокрема Д. Еліот стверджує, що антикризове управління багато в чому подібне до стратегічного управління, адже спрямоване на забезпечення здатності компанії досягати довгострокових цілей [125, с. 438].

Р. Мюллер називає основним завданням антикризового управління розробку систем передбачення та уникнення несподіваних ситуацій [190, с. 38]. Українська дослідниця Л. Лігоненко також наголошує на превентивній значимості антикризового управління та визначає його у якості системи постійного моніторингу для раннього виявлення криз та попередження банкрутства підприємства [48, с. 37]. Фактично антикризове управління можна охарактеризувати як діяльність з уникнення кризи за допомогою розвитку планування та ризик-менеджменту [115, с. 3].

Проте традиційний аналіз ризиків виявляється недостатнім для ефективної протидії кризовим ситуаціям. Корпоративні плани здебільшого є суто формальними і не передбачають участі в них вищої ланки менеджменту компанії

[212, с. 184]. Більш того, Я. Мітроф стверджує, що попередження не є основною ціллю планування та антикризового управління — мають бути розроблені та впроваджені механізми, спрямовані на відновлення компанії [187].

Дж. Спіллан вважає, що антикризове управління може концентруватися як на попередженні, так і протидії кризі. Дослідник виокремлює проактивну та реактивну модель антикризового управління. Відповідно до проактивної моделі наголос управлінців робиться на підготовці до кризи; згідно з реактивною моделлю формування та реалізація антикризових заходів відбувається після настання кризи [224, с. 162].

Багато дослідників схиляються до думки, що антикризове управління має поєднувати як докризові дії, так і заходи, спрямовані на подолання кризових явищ [141; 136]. Так, К. Пірсон запропонувала одне з найбільш усталених означень антикризового управління: антикризове управління — це систематичні дії членів організації та зовнішніх зацікавлених сторін, спрямовані на уникнення кризи та розвиток можливостей управління кризами, що виникли [199, с. 61]. Означення антикризового управління українським науковцем Л. Дейніс значною мірою відповідає зазначеному підходу. Дослідниця вважає, що антикризове управління є організованим управлінням, спрямованим на виявлення ознак кризового стану та створення відповідних передумов для його своєчасного подолання з метою забезпечення відновлення життєздатності підприємства, недопущення його банкрутства та ліквідації [28, с. 49].

Оскільки антикризове управління є тривалим процесом, його елементи можуть переглядатися та доопрацьовуватися в будь-який момент часу на основі досвіду та імітаційних вправ. Особливістю антикризового управління є його висока гнучкість [212, с. 187]. Дослідники також роблять наголос на значимості досвіду та наявності зворотних зв'язків в системі антикризового управління. Як і в ситуації кризовим явищами, антикризове управління має враховувати всю множину релевантних взаємозв'язків всередині компанії та за її межами [125, с. 439].



Окрім попередження кризи та відповіді на її виникнення, важливою складовою антикризового управління є навчання на кризі. Так, провідні західні науковці привертають увагу до того, що одержане в процесі антикризового управління знання має бути використане в майбутньому [187, с. 286-288; 191, с. 15]. Організація має навчатися на власному досвіді, особливо негативному [187, с. 286-288]. При цьому, антикризове управління має вдосконалюватися не лише на базі криз, що виникали на підприємстві, а й на кризах, які пережили інші компанії [165, с. 1743].

Концептуальні моделі антикризового управління, представлені у західних наукових працях, значною мірою відповідають системному підходу до розуміння бізнес-процесів. Наприклад, Дж. Спіллан надає перевагу проактивній моделі антикризового управління, яка, на відміну від типового лінійного підходу, є циклічною [224, с. 163]. Ф. Удвадія розробив модель антикризового управління з акцентом на петлях зворотного зв'язку [236, с. 48]. Системний підхід до антикризового управління концентрується на ендогенній причинності криз, визначаючи певні рамки системи, в межах яких чинники кризових явищ є ендогенними, а отже, підлягають управлінню [165]. Важливе місце у розвитку кризових явищ займає нелінійна динаміка [195, с. 894]. Динамічні комплексні проблеми виникають у тісно пов'язаних системах і розвиваються ендогенно, а побічні ефекти та довгострокові результати рішень управлінців у певній частині системи часто не враховуються [225].

Проведений аналіз західного підходу до тлумачення антикризового управління на підприємстві підтверджує фактичний збіг сутнісного наповнення понять «антикризове управління» та «антикризове фінансове управління». Дотримуючись наведеного підходу, узагальнимо складові антикризового фінансового управління відповідно до етапу розвитку фінансової кризи на підприємстві та належності до групи пов'язаних бізнес-процесів (табл. 1.1).

### Елементи антикризового фінансового управління

Етап розвитку фінансової кризи	Група процесів антикризового фінансового управління	Елементи антикризового фінансового управління
Докризовий	Виявлення	Планування; Аналіз і прогнозування.
Кризовий	Реагування	Попередження; Локалізація; Відновлення.
Післякризовий	Навчання	Оцінювання; Навчання.

Джерело: розроблено автором на основі [101; 116; 117; 136; 141; 165; 187; 190; 191; 198; 199; 221]

Циклічність процесів антикризового фінансового управління на підприємстві передбачає підтримання постійної активності управлінців. Неперервну послідовність реалізації процесів антикризового фінансового управління в компанії зображено на рис. 1.1.

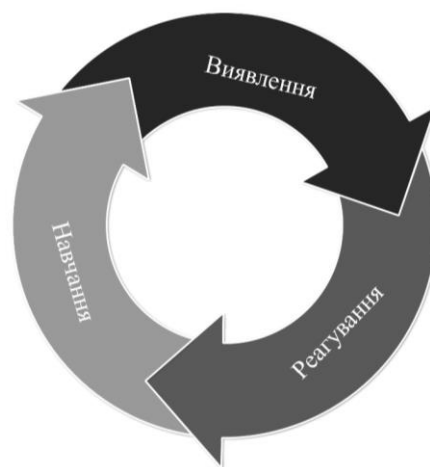


Рис. 1.1. Логічна послідовність процесів у циклі антикризового фінансового управління

Джерело: узагальнено автором

Описана структура системи антикризового фінансового управління є загальною та не залежить від виду діяльності підприємства, проте для дослідження антикризового фінансового управління в страхових компаніях

України необхідним кроком є аналіз особливостей страхового бізнесу у порівнянні з діяльністю підприємств інших галузей.

П. Цвайфель вважає, що найбільш характерними елементами діяльності страховиків є аквізиція (управління каналами дистрибуції); андеррайтинг (вибір та обґрунтування ризиків); врегулювання страхових випадків; перестраховання; формування та інвестування страхових резервів [249, с. 170].

Специфіка функціонування страхових компаній у першу чергу обумовлена їхнім основним видом діяльності — страхуванням. Страховий продукт є послугою, тобто страховики не здійснюють виробництва, не провадять діяльності з управління запасами та логістикою. Більш того, фінансова природа послуг страхових компаній обумовлює фактичну відсутність дебіторської заборгованості в розрахунках з клієнтами [12, с. 37].

Ймовірнісна природа страхування обумовлює критичну роль високого рівня платоспроможності страховика, адже компанія має бути здатною відповідати за страховими зобов'язаннями у будь-який момент часу. Тому страхові компанії зобов'язані формувати та розміщувати обов'язкові страхові резерви, зокрема резерви премій та резерви збитків. Створення та використання коштів таких резервів регулюється законодавчо. Згідно зі статтею 30 Закону України «Про страхування», вкладення коштів страхових резервів має відповідати критеріям безпечності, прибутковості, ліквідності та диверсифікованості [67].

Необхідність забезпечення додаткових грошових надходжень від нестрахової діяльності підвищує важливість інвестиційної складової у функціонуванні страхових компаній. Окрім розміщення коштів страхових резервів, страховики інвестують вільні резерви, напрямки вкладення яких не обмежуються законодавчо. Зарубіжні страхові компанії більшу частину прибутку одержують саме в результаті інвестування в різноманітні фінансові та нефінансові інструменти [62].

Особливе місце в діяльності страхових компаній посідають актуарні розрахунки, що використовуються для обґрунтування тарифних ставок,

оцінювання оптимального складу страхового портфелю, аналізу грошових потоків, визначення нормативів резервування, вибору варіантів перестраховування.

Істотний вплив на фінансовий стан страхових компаній чинить перестраховий захист [63]. Активне перестраховування є інструментом передачі ризику, що дозволяє зменшити збитковість за прийнятими договорами страхування, в той час як пасивне перестраховування дозволяє компанії залучити додаткові кошти в межах основної діяльності.

Відрізняються також умови оподаткування діяльності страховиків. З 1 січня 2015 року страховики мають сплачувати податок на прибуток за ставкою 18 % та податок на дохід, який становить 3 % для договорів загального страхування та 0 % для договорів довгострокового страхування життя, добровільного медичного страхування, недержавного пенсійного страхування. При цьому, нарахований страховою компанією податок на дохід за ставкою 3 % є різницею, що зменшує фінансовий результат до оподаткування. Окрім цього фінансовий результат до оподаткування коригується на величини, пов'язані із формуванням страхових резервів.

Особливості діяльності страховиків не обмежуються описаними вище аспектами і включають також необхідність ліцензування, специфіку організаційної структури та корпоративного управління, процедур бухгалтерського обліку та фінансової звітності, практики роботи із страховими агентами, кредитними установами тощо. Однак, незважаючи на специфічність страхового бізнесу, масив теоретичних доробків, присвячених антикризовому управлінню та антикризовому фінансовому управлінню в страхових компаніях, залишається доволі обмеженим.

В. Плиса називає антикризове управління у страховій компанії процесом, що визначає послідовність дій страхової організації з розроблення та реалізації антикризового стратегії. Цей процес передбачає постановку цілей, аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища компанії, вивчення альтернатив розвитку, вироблення стратегії, визначення необхідних ресурсів і підтримку взаємин із зовнішнім середовищем, які дають змогу організації добиватися

поставлених завдань, безперервний контроль за ходом виконання стратегії, оцінку результатів і гнучкий план дій [64, с. 222]. Дослідник вважає, що антикризове управління в діяльності страхових компаній в першу чергу пов'язане із формуванням та реалізацією стратегічних планів. Однак, інші українські дослідники наголошують, що антикризове управління страховою компанією має не лише стратегічну, а й оперативну складову [80, с. 358-359].

Загалом, автори більшості наукових праць, присвячених дослідженню антикризового управління в страхових компаніях, опираються на загальні визначення антикризового управління [4; 5; 12; 13; 19; 71-73; 80]. При цьому, вони роблять спроби специфікувати перелік складових антикризового управління страховою компанією та її фінансами. Дослідники наводять такі основні напрямки антикризового фінансового управління в страхових компаніях: підвищення рентабельності основної діяльності і формування збалансованого страхового портфеля; формування обґрунтованої тарифної сітки; вдосконалення процедури формування страхових резервів; зростання ефективності перестраховування; підвищення якості активів та рентабельності інвестицій; зростання капіталізації компанії; підтримка належного рівня платоспроможності та контроль за іншими фінансовими показниками [12; 72, с. 159; 80, с. 358].

Втім, зважаючи на унікальність кожної фінансової кризи, заходи антикризового фінансового управління не слід обмежувати визначеним переліком дій. Іншими словами, численні спроби навести вичерпний перелік процесів, з яких складається антикризове фінансове управління страховою компанією, видаються невиправданими.

Таким чином, сутність антикризового фінансового управління з одного боку визначається його об'єктом, а з іншого — місцем у загальній системі управління підприємством.

Об'єктом антикризового фінансового управління є фінансова криза. З одного боку таке управління має спрямовуватися на фінансові ресурси та фінансові відносини підприємства в кризових умовах; з іншого — антикризове

фінансове управління не обмежується фінансовою складовою діяльності підприємства.

На сьогодні існує декілька поглядів на місце антикризового фінансового управління у системі управління підприємством. Відповідно вужчого з них, антикризове фінансове управління є складовою фінансового менеджменту. Згідно з другим, більш широким підходом, антикризове фінансове управління є складовою загального антикризового управління на підприємстві. Окрім цього, через фактичний збіг сутнісного наповнення антикризового фінансового управління та антикризового управління загалом, можна говорити про тотожність цих понять.

Антикризове фінансове управління по своїй суті є циклічною системою, що складається з переліку бізнес-процесів, які мають визначені рамки, завдання та ресурси. Пропонуємо згрупувати ці бізнес-процеси відповідно до етапу розвитку фінансової кризи та сутнісного наповнення, а саме — виявлення фінансової кризи, реагування на фінансову кризу, навчання на кризі (з досвіду антикризового фінансового управління).

Антикризове фінансове управління у страхових компаніях включає всі має такі особливості, пов'язані із специфікою основної діяльності страховика: необхідність врахування процесів аквізиції, андеррайтингу, перестраховання, резервування, врегулювання страхових випадків тощо. При цьому, через унікальність кожного кризового явища не існує вичерпного переліку конкретних антикризових заходів, здатних повною мірою охарактеризувати антикризове фінансове управління в страховій компанії.

Таким чином, антикризове фінансове управління у страховій компанії є комплексною нелінійною системою управління, яка включає ряд бізнес-процесів, направлених на виявлення кризових явищ, реагування на їх виникнення та засвоєння одержаного досвіду управління, і має на меті обмеження негативного впливу фінансової кризи на діяльність страховика.

### **1.3. Економіко-математичні методи моделювання процесів антикризового фінансового управління та їх застосування в страхових компаніях**

Через важливість та комплексність процесів антикризового фінансового управління широкого застосування набули економіко-математичні методи моделювання, спрямовані на підтримку прийняття управлінських рішень у кризових ситуаціях.

У західній літературі значну увагу приділено використанню економіко-математичних моделей під час підготовчого етапу антикризового фінансового управління. Найбільш активно досліджується поняття «раннє попередження» (англ., *early warning*), яке передбачає оцінку ймовірності того, що компанія опиниться у стані фінансової кризи, за допомогою математичних, статистичних та інформаційних моделей. Іншими назвами цього процесу є «прогнозування банкрутства» (англ., *bankruptcy prediction*), «прогнозування краху діяльності» (англ., *business failure prediction*), «прогнозування корпоративного краху» (англ., *corporate failure prediction*), «прогнозування фінансової кризи» (англ., *financial distress prediction*) тощо [206, с. 41].

На сьогодні, найширшого застосування набули класичні статистичні методи, а саме аналіз однієї змінної, множинний дискримінантний аналіз (MDA), методи умовної ймовірності (зокрема логістична регресія — *logit*). Окрім цього, застосуються методи штучного інтелекту, такі як нейронні мережі, дерева рішень, приблизні множини та інші.

По своїй суті всі зазначені методи здійснюють дискримінацію (розділення) між класами спостережень для максимізації відмінностей (наприклад, відстані тощо) між цими класами. Процес застосування побудованих моделей на нових даних здебільшого називають класифікацією, яка на відміну від дискримінації, має іншу мету — мінімізувати частоту помилкових віднесень до груп [162]. Використання наведених методів на даних наступних періодів часто називають прогнозуванням, однак суть дискримінаційних методів не передбачає повноцінної

можливості прогнозування, адже фактично здійснюється лише порівняння ознак. Тим не менше, практична значимість результатів моделювання сприяє поширенню практики застосування зазначених методів саме з метою прогнозування. Пропонуємо вживати поняття «прогнозування» лише для методів, суть яких полягає саме у прогнозуванні майбутніх значень показників; в той же час, використовуватимемо формулювання «виявлення ознак фінансової кризи» для методів, що здійснюють дискримінацію/класифікацію компаній відповідно до значень змінних.

Огляд економіко-математичних методів і моделей процесів антикризового фінансового управління у страхових компаніях розпочнемо з аналізу методів так званої класичної статистичної парадигми.

Найбільш раннім методом виявлення ознак фінансової кризи на підприємстві є аналіз однієї змінної, запропонований У. Бівером. Він дослідив середні значення п'яти фінансових коефіцієнтів і побудував одновимірну дискримінантну модель з метою оцінки близькості компанії до банкрутства. Під час застосування цього методу використовується лише одна змінна, тобто не враховується можлива взаємодія між кількома показниками; більш того, застосування іншої змінної для цієї ж компанії не обов'язково демонструє ідентичні результати [102].

Одним із прикладів моделей однієї змінної для оцінки ймовірності виникнення фінансової кризи у страховій компанії є модель професора Ф. Коньшина, яка базується на обрахуванні коефіцієнта  $K = \sqrt{(1-T)/n \cdot T}$ , де  $T$  — середня тарифна ставка по страховому портфелю,  $n$  — кількість застрахованих об'єктів [16, с. 50-51].

А. Клеффнер здійснила оцінку платоспроможності канадських страховиків із застосуванням аналізу однієї змінної на основі 3986 спостережень (звітні дані компаній за 1980-2004 роки). Дослідниця прийшла до висновку, що за рік до визнання факту неплатоспроможності, страхові компанії демонструють низьку рентабельність та скорочення росту страхових премій [157, с. 66-70].



Однак, як і інші моделі однієї змінної, описані моделі не здатні повною мірою охарактеризувати фінансовий стан страховка та визначити ймовірність виникнення фінансової кризи, адже обмежується врахуванням лише платоспроможності.

Прикладом більш складних моделей однієї змінної є індекси моделі ризику, запропоновані М. Тамарі. Модель Тамарі присвоює компаніям певну оцінку в інтервалі від 0 до 100 залежно від значень її фінансових показників, причому вищі значення відповідають кращій фінансовій ситуації на підприємстві. Важливіші фінансові індикатори мають більший вплив на загальну суму балів [231]. Основними недоліками індексних моделей є неврахування взаємозв'язку між показниками та суб'єктивний розподіл ваг між ними.

Д. Мозес підійшов до побудови індексних моделей інакше, визначивши для кожного з коефіцієнтів критичні значення та ввівши дихотомічну змінну, яка характеризує значення індикаторів. Індекс ризику у такому випадку розраховується як сума дихотомічних змінних (при цьому вище значення також відповідає кращому фінансовому стану компанії) [188]. Однак наведений підхід також не позбавлений вищезгаданих недоліків.

Індексні моделі ризику набули широкого застосування у сфері побудови рейтингів надійності страхових компаній. Найбільш відомими серед них є рейтинги компаній різних галузей, що формуються міжнародними агентствами Moody's та Standard & Poor's. Існують також рейтинги, орієнтовані на оцінку фінансового здоров'я саме страхових компаній, наприклад, міжнародний рейтинг страховиків агентства A.M. Best та український рейтинг страховиків, що формується агентством Експерт-Рейтинг.

Найбільшими недоліками згаданих моделей є обмежене представлення методології їх побудови та/або теоретична розмитість основи рейтингування (надійність/фінансова стійкість/платоспроможність/фінансовий стан).

Більш ґрунтовними класичними методами виявлення ознак фінансової кризи на підприємстві є множинний дискримінантний аналіз та моделі умовної ймовірності.

Е. Альтман вперше використав множинний дискримінантний аналіз для виявлення ознак фінансової кризи [86-88]. Він розробив *Z*-модель — лінійну функцію багатьох змінних, що складається з п'яти фінансових коефіцієнтів, і констатував, що її класифікаційні властивості значно перевершують моделі однієї змінної.

Поєднання декількох атрибутів у єдиний дозволяє побудувати багатовимірну дискримінантну функцію  $D_i$ . Її значення має статистично значимо розділити групи (класи) елементів. Лінійна дискримінантна функція має такий загальний вигляд:

$$D_i = d_0 + d_1 X_{i1} + d_2 X_{i2} + \dots + d_n X_{in},$$

де  $D_i$  — значення дискримінантної функції  $i$ -ої фірми;

$X_{in}$  — значення атрибута  $X_j$  ( $j = 1, \dots, n$ )  $i$ -ої фірми;

$d_0$  — перетин;

$d_j$  — лінійний дискримінантний коефіцієнт  $j$ -го атрибута [163].

Слід зауважити, що коефіцієнти дискримінантної функції не використовуються для визначення відносної важливості змінних, адже вони не можуть інтерпретуватися у якості коефіцієнтів звичайної лінійної регресії. Хоча деякі дослідники припускали можливість здійснення такого аналізу [152; 124], є підтвердження хибності цього підходу [98, с. 66].

Незважаючи на переваги методу, множинний дискримінантний аналіз має ряд недоліків. Зокрема, його застосування вимагає дотримання кількох припущень, а саме: набір даних має бути дихотомічним (класи мають бути дискретними, можливими для визначення та не мають перетинатися), а також мають виконуватися три основні умови — спостереження мають бути багатовимірно нормально розподілені; варіаційно-коваріаційні матриці спостережень мають бути рівними; має бути визначена апріорна ймовірність банкрутства, а також ціна неправильної класифікації [123; 124; 245]. У разі якщо не умови не виконані, результати моделювання можуть виявитися хибними [206,

с. 43]. Так, наприклад, нехтування багатовимірною нормальністю призводить до зміщення тестів на значущість та збільшення помилок [124; 184]. Слід зазначити, що *одновимірна* нормальність не є достатньою умовою *багатовимірної* нормальності розподілу [124]. При цьому, трансформації змінних з метою виконання наведеної умови можуть призвести до зміни взаємозв'язків між ознаками, а обробка викидів може знищити суттєву інформацію [127; 98].

Нерівні дисперсійні матриці показників також спричиняють зміщення тестів на значущість. У такому випадку можна застосовувати квадратичний дискримінантний аналіз, у якому варіаційні матриці розраховуються для кожного з класів окремо. Тим не менше, наведений метод має обмежене використання через необхідність більш складних розрахунків та через той факт, що квадратичні дискримінантні моделі демонструють ліпші результати лише для великих вибірок, малого числа змінних та значних відмінностей у групових дисперсіях [98, с. 68].

Нехтування апіорними ймовірностями та ціною помилок першого та другого роду як правило негативно впливає на точність моделі. Більшість науковців лише максимізують загальну точність моделей, адже в реальності важко визначити правильну пропорцію вибірок. У такому випадку припускається рівність цін неправильної класифікації обох родів, а пропорції у вибірці вважаються рівними пропорціям генеральної сукупності. При цьому відбувається викривлення помилок: завищення помилок першого роду та заниження помилок другого роду через зміщення співвідношення між класами компаній [98, с. 68].

Окрім цього, наявність мультиколінеарності змінних часто спричиняє нестабільність оцінок параметрів та ставить під сумнів точність моделі [123], однак новітні вдосконалення дискримінантного аналізу дозволили нехтувати мультиколінеарністю завдяки використанню часткового методу найменших квадратів при оцінці рівнянь дискримінантної функції [217].

Окрім цього, дискримінантний аналіз передбачає лінійну залежність, однак в реальності залежності між змінними та їх вплив на фінансове здоров'я компанії можуть мати інший вигляд [98, с. 82].

Світовий науковий доробок містить значну кількість дискримінантних моделей, спрямованих на аналіз фінансового здоров'я стану компаній, визначення ознак фінансової кризи банкрутства підприємств. Серед них — розробки Е. Альтмана [85; 88; 90; 91]; К. Думпоса [122], М. Мошіонек-Шведи [189], О. Терещенка [74] та інших.

Найбільше економіко-математичних моделей визначення ознак фінансової кризи в страхових компаніях було побудовано саме із застосуванням множинного дискримінантного аналізу. Так, Р. Флорес-Лопес використала множинний дискримінантний аналіз для оцінки загрози виникнення фінансової кризи в страхових компаніях. Дослідниця працювала із вибіркою з 257 європейських компаній загального страхування. У процесі дослідження був сформований набір з 62 початкових коефіцієнтів. Через значну кількість змінних Р. Флорес-Лопес запропонувала використати алгоритм вибору ознак, за результатами якого спочатку вдалося відсіяти змінні з однаковими середніми значеннями та медіанами. Результати застосування дискримінантної моделі вказали на середню загальну точність на рівні 59%. Варто зауважити, що умовами застосування множинного дискримінантного аналізу було знехтувано [130].

Лінійний дискримінантний аналіз до проблеми аналізу фінансового стану та платоспроможності страхових компаній також застосував Я. Амброз. Сформувавши різні набори змінних для 58 американських страховиків, дослідник констатував загальну точність побудованих дискримінантних моделей на рівні 85-96%, однак додаткове врахування рейтингів А. М. Best для досліджуваних компаній дозволило одержати моделі із точністю до 100% (при тестуванні на навчальних даних) [92].

Серед українських науковців проблемі застосування дискримінантного аналізу для виявлення ознак кризових явищ в страхових компаніях увагу приділяла К. Грозава. Вона побудувала модель експрес-діагностики кризи в українських страхових компаніях на основі вибірки із 24 компаній, що дозволила одержати точність класифікації на рівні 83% [25; 26].

У моделях умовної ймовірності, на противагу множинному дискримінантному аналізу, використовується нелінійний метод максимальної вірогідності. Такі моделі припускають певний вид розподілу залишків.

Найпоширенішим методом умовної ймовірності у практиці виявлення ознак фінансової кризи на підприємстві є логістична регресія. Лінійна логістична модель ймовірності використовує логістичну функцію, в якій залежна змінна може коливатися в межах від 0 до 1. Дж. Ольсон був першим, хто застосував логістичну модель для опису взаємозалежності між фінансовими показниками компанії та її фінансовим станом [193]. Логістична функція має такий вигляд:

$$Pr_i = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_n x_{in})}} = \frac{1}{1 + e^{-D_i}},$$

де  $Pr_i$  — ймовірність краху бізнесу;

$x_{ij}$  — значення атрибута  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ )  $i$ -ої фірми;

$b_j$  — коефіцієнт атрибута  $j$ ;

$b_0$  — перетин;

$D_i$  — логістична оцінка  $i$ -ої фірми [135, с. 595-615].

Логістична функція дозволяє поєднати певний набір характеристик у багатовимірну оцінку ймовірності фірми опинитися у стані непереборної фінансової кризи. На відміну від дискримінантного аналізу та багатьох інших методів, логістична регресія дозволяє використовувати категоріальні якісні змінні [153]. Окрім цього коефіцієнти логістичної функції можуть бути інтерпретовані окремо та прямо вказують на істотність впливу кожної змінної на ймовірність краху бізнесу за умови відсутності мультиколінеарності [245].

Логістичний аналіз на відміну від дискримінантного не вимагає нормальності розподілу змінних, не потребує формулювання припущень стосовно апріорних ймовірностей належності до класів та допускає різні варіаційно-коваріаційні матриці показників [193; 245]. Тим не менше, мають справджуватися два основних припущення. По-перше, залежна змінна має бути дихотомічною.

По-друге, ціна помилок кожного роду має бути врахована при визначенні оптимальної критичної точки для розмежування кризових та фінансово здорових фірм. Вартим уваги є той факт, що логістичний аналіз є чутливим до розміру вибірок і викидів [233] та мультиколінераності [122; 194]. Окрім цього, хоча логістична регресія не вимагає нормальності розподілу незалежних змінних, екстремальна не-нормальність розподілу значень показників може негативно вплинути на значущість параметрів логістичних моделей [184].

Моделі умовної ймовірності широко використовуються у практиці антикризового фінансового управління. Прикладами таких моделей є розробки Дж. Ольсона [193], М. Змієвського [248], К. Завгрен [245], А. Бандиопад'я [99], Т. Короля [159] та інших.

Логістична регресія також неодноразово використовувалася у страховій сфері. Так, С. Лі побудував логістичну модель передбачення фінансової кризи компаній з ризикового страхування. В процесі побудови моделі використовувалися дані 88 страховиків в період з 1985 по 1988 роки. На основі аналізу статистичної значущості показників за всі роки початковий набір із 10 змінних було звужено до чотирьох показників — відношення чистих страхових премій до власного капіталу, рентабельності власного капіталу, частки страхових премій по довгостроковому страхуванню, частки вартості облігацій у інвестиційному портфелі компанії [166, с. 125]. Досліджуваний період було розділено на період оцінки (для побудови моделі) та період прогнозування (для тестування моделі). Побудована логістична модель продемонструвала загальну точність на рівні 72% [166].

Р. Флорес-Лопес, окрім дискримінантної моделі визначення загрози банкрутства страховиків, розробила також логіт-модель. Хоча автор зазначає, що модель будувалася без використання покрокового алгоритму підбору змінних та обмеження мультиколінеарності, загальна точність класифікатора перевищила множинну дискримінантну модель, продемонструвавши точність класифікації на рівні 60% [130].

А. Клеффнер також здійснила побудову логістичної моделі для оцінки рівня платоспроможності страховиків. Дослідниця дійшла висновку, що хоча більшість коефіцієнтів мали очікувані знаки, єдиним статистично значущим показником виявилася рентабельність активів [157, с. 69-73].

Дж. Шарп використав метод логістичної регресії для аналізу фінансової нестабільності австралійських страховиків. Вибірка складалася із показників діяльності близько 70 компаній за 1999-2001 роки. Автор включив до моделі 17 показників, які різнобічно характеризують фінансовий стан страхових компаній, і зробив висновок, що структура страхового портфелю та активів, а також перестраховування чинять значний вплив фінансове здоров'я страховика, в той час як рівень витрат має незначимий вплив [218, с. 380-396].

Незважаючи на позитивні сторони, класичні статистичні методи мають ряд недоліків, що обмежують можливість їх ефективного використання в антикризовому фінансовому управлінні в умовах нестачі інформації. Втім, існують методи, застосування яких має менше умов та дозволяє оминати вади описаних моделей. Основною групою таких методів є методи штучного інтелекту, які включають штучні нейронні мережі, дерева рішень, метод опорних векторів, моделі приблизних множин, еволюційні алгоритми, моделі міркувань на основі минулих спостережень та деякі інші. Проаналізуємо основні характеристики зазначених методів та практику їх застосування у процесах антикризового фінансового управління в страхових компаніях.

Штучні нейронні мережі є видом алгоритмічних методів, в основі якого лежить функціонування людського мозку, а саме його здатність до навчання. До сьогодні було створено багато підвидів штучних нейронних мереж, проте всі вони мають спільні характеристики. Основними елементами штучної нейронної мережі є вузли (елементи обробки інформації) та зв'язки між ними. Кожен вузол має власний ввід даних, через який надходить інформація з інших вузлів чи середовища, та вивід даних, через який інформація з вузла надходить до інших вузлів чи середовища. Зв'язки характеризують силу, з якою в парі вузлів відбувається збудження чи стримування, причому додатні значення вказують на

збудження, а від'ємні — на стримування. Динамічні характеристики штучних нейронних мереж повністю залежать від локальних взаємодій між вузлами [109, с. 1555-1556].

Кожна штучна нейронна мережа має містити наступні архітектурні компоненти: тип та число вузлів та їхні характеристики; тип та число зв'язків та їхнє положення; тип стратегії потоку сигналів; тип стратегії навчання [109, с. 1556]. Забезпечення ефективності процесу навчання нейронної мережі є запорукою одержання прийнятних класифікаційних характеристик, а невдачі виникають через три основні причини: невідповідний алгоритм навчання, неправильне число прихованих шарів, наявність шуму в даних (у разі стохастичного навчання) [145].

Нейронні мережі були вперше застосовані для виявлення ознак фінансових криз у 90-х роках [229; 230; 234]. Найбільш поширеним типом нейронних мереж, що використовуються для оцінки загрози банкрутства, є тришарові мережі зворотного поширення (англ., *feed-forward back-propagation neural networks*, або *BPNN*) [113; 172; 192; 139; 229; 255]. Для виявлення ознак фінансової кризи на підприємстві також використовуються ймовірнісні нейронні мережі, в яких використовується Байєсівська теорія прийняття рішень, що базується на щільності ймовірнісних розподілів [204]. У порівнянні з результативністю множинного дискримінантного аналізу та логістичних моделей, нейронні мережі демонструють кращі результати [169; 209; 243]. Перевагою нейронних мереж у порівнянні з статистичними методами є висока здатність до відображення завдяки адаптації внутрішньої структури мережі. Окрім цього, не обов'язково враховувати статистичні зв'язки між змінними. Часто нейронні мережі дозволяють одержати кращий результат класифікації саме в умовах, коли застосування статистичних методів обмежене через характеристики даних. Однак, у порівнянні із статистичними методами нейронні мережі є більш вимогливими до кількості спостережень. Іншим недоліком нейронних мереж є те, що їхня структура є «чорною скринєю» для осіб, які приймають рішення [206, с. 44].



Моделі штучних нейронних мереж представлені й у сфері антикризового управління страховиками. Зокрема, Б. Крамер побудував штучну нейронну мережу на шести фінансових показниках для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях. Вибірка складалася зі звітних даних 195 голландських компаній за 1992 рік та 193 компаній — за 1993 рік. Дослідником було запропоновано розрізняти три апріорні класи страховиків залежно від їхнього фінансового здоров'я — сильний, середній та слабкий. Б. Крамер застосував алгоритм 10-кратної крос-валідації: 80% (156) компаній за 1992 рік використовувалися для навчання, 20% (39 компаній) — для перевірки. Окрім цього, дані за 1993 рік були застосовані для перевірки прогностичних властивостей моделей. Чотири нейронні мережі показали загальну точність прогнозування 86%, причому найкращий результат було досягнуто в моделі з найбільшим числом прихованих нейронів. При цьому, лише одна нейронна мережа змогла з високою точністю класифікувати всі три класи страховиків. Дослідник дійшов висновку, що штучні нейронні мережі гарно пояснюють крайні класи компаній (кризові та фінансово здорові), проте демонструють невисоку результативність для страховиків, що мають належати до середнього класу [161].

Н. Ш'єт також застосував метод нейронних мереж для побудови моделей оцінювання загрози краху страхових компаній. Дослідник використав дані 24 малайзійських страхових компаній за 2000-2007 роки та 13 фінансових коефіцієнтів, серед яких коефіцієнти витрат, комбінований коефіцієнт, прибутковість інвестицій, зміна власного капіталу, показники рентабельності та ділової активності страховиків. Досягнута загальна точність класифікації склала 87,5% за один рік до моменту банкрутства, та 70,8% — за 2 роки. Н. Ш'єт констатував, що нейронні мережі демонструють кращі результати у порівнянні із логістичними моделями, побудованими на тому ж наборі змінних [148].

Для побудови моделей оцінки фінансового стану та передбачення фінансових криз у компаніях також використовуються дерева рішень. Моделі дерев рішень являють собою логічний ланцюг тестів, по яких певний числовий атрибут порівнюється з його граничним значенням. Цей метод на противагу

моделям «чорного ящика», відкрито представляє логіку класифікації компаній. Логічні правила, які одержуються у результаті побудови та застосування дерев рішень є легшими для інтерпретації, що дозволяє більш широко застосовувати цей метод у процесі прийняття рішень [160, с. 261]. Дослідниками було розроблено багато алгоритмів цього методу, серед яких C4.5 та C5.0, CART, SPRINT, ID3 та інші.

Відповідно до алгоритму CART побудова класифікатора на основі дерева рішень відбувається шляхом рекурсивного поділу множини ознак на менші підмножини. На відміну від ID3, наведений алгоритм створює бінарне дерево рішень [114].

У той час як CART здійснює поділ на два вузли, алгоритм CHAID базується на статистиці  $\chi^2$  та дозволяє провести багатовимірне галуження. При цьому цей алгоритм вимагає більше даних для побудови моделі. Відповідно до алгоритму CHAID відбувається об'єднання змінних до моменту, коли статистично значима відмінність значень пари змінних по відношенню до цільової змінної наближається до нуля [112].

Індукція дерева відбувається у два основні етапи — вирощування дерева та обрізки дерева. Фаза росту включає рекурсивну розбивку навчальної вибірки, результатом якої є дерево рішень, в якому кожен листовий вузол асоціюється із одним класом, а при подальшій розбивці такого вузла хоча б один із нових листових вузлів опиняється за межами визначеного граничного значення. Фаза обрізки націлена на узагальнення дерева рішень шляхом створення під-дерева з метою унеможливлення перенавчання. При цьому дії в процесі обрізки часто називають після-обрізкою для протиставлення її до-обрізці, яка відбувається в процесі вирощування дерева рішень і має за мету недопущення розбивок, які не відповідають прийнятним обмеженням. У процесі обрізки дерева рішень орієнтиром, як правило, є вимірники точності класифікації [160, с. 262-267].

Основними перевагами дерев рішень є прозорість структури та краще функціонування з дискретними/категорійними даними. З іншого боку, існують проблеми застосування дерев рішень, пов'язані з використанням багатовимірних

та незбалансованих даних, статичність, обмеженість порядкової класифікації [160, с. 269].

Одними з перших з метою визначення загрози банкрутства застосували рекурсивну розбивку для побудови дерев рішень Г. Фрідмен [132] і Т. МакКі [182]. А. Гепп [134] продемонстрував, що класифікаційні дерева рішень мають кращі прогнозні властивості ніж множинний дискримінантний аналіз. Є докази, що дерева рішень дають вищу точність при короткотерміновому прогнозуванні, проте логістична регресія має вищу точність на довших часових інтервалах; окрім цього, алгоритми побудови дерев рішень C4.5 (C5) та CART є більш результативними, ніж нейронні мережі та метод опорних векторів, проте можуть генерувати надмірні правила класифікації [206, с. 45].

Метод дерев прийняття рішень був застосований і до проблем антикризового фінансового управління в страхових компаніях. Так, Р. Флорес-Лопес окрім дискримінантних та логістичних моделей побудувала дерева рішень. Результати застосування алгоритму C4.5 дозволили одержати загальну точність класифікації на рівні 66%. Використання алгоритму CART із використанням двох варіантів індексу Джині дозволило побудувати дерева рішень із загальною точністю 68% та 74%, що перевершило результативність решти використаних у праці методів [130].

Іншим методом, що використовується у прогнозуванні кризових явищ на підприємстві є еволюційні алгоритми — загальні метаевристичні оптимізаційні алгоритми, які використовують механізми на зразок біологічної еволюції (репродукцію, мутацію, рекомбінацію, селекцію) з метою пошуку, оптимізації, класифікації та вирішення проблем формування інформації.

Генетичні алгоритми з 1980-х почали активно використовуватися у машинному навчанні та операційних дослідженнях [241, с. 817-818]. Цей метод передбачає використання генотипу, що декодується та оцінюється. Інформація у таких генотипах, як правило, має просту структуру і представляється у якості рядів бітів, які формують «хромосоми». Такі хромосоми можуть рекомбінуватися шляхом спрощеної репродукції та мутувати через заміну бітів. Метою таких

операцій є оптимізація значень функцій. При цьому слід зауважити, що досягнення глобальних оптимумів не є першочерговим завданням застосування генетичних алгоритмів: Дж. Голланд наголошує, що такі алгоритми є алгоритмами пошуку [144].

Загальна схема застосування еволюційних алгоритмів наведена на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Типовий цикл реалізації еволюційних алгоритмів

Джерело: сформовано на основі [240, с. 4]

Еволюційні алгоритми широко використовуються у добуванні даних. Генетичні алгоритми застосовуються для класифікації у вигляді навчаючих класифікаційних систем. Існує два підходи до побудови таких систем — пітсбурзький та мічіганський. Відповідно до першого з них, більш традиційного, кожен з індивідів в популяції є набором правил, які описують рішення певної проблеми. З іншого боку, згідно з мічіганським поглядом популяція в цілому описує кожне з індивідуальних правил, які є елементами рішення основної проблеми [240].

Класифікатори на основі еволюційних алгоритмів, засновані на правилах, можуть змінюватися шляхом кросингверу, що дозволяє обрати найкращий з них в процесі еволюції [240, с. 7]. Недоліками еволюційних алгоритмів є обмеження локальними оптимумами та висока ймовірність перенавчання. Загалом, хоча еволюційні алгоритми легше інтерпретувати ніж багато інших методів, їх основним недоліком залишається низька точність класифікації [206, с. 44].

К. Шін використав генетичний алгоритм для визначення точки поділу (порогу) для фінансових коефіцієнтів з метою подальшого визначення дискримінантних правил для аналізу загрози банкрутства [219]. Ф. Рафіей констатував, що генетичні алгоритми мають точність, нижчу за нейронні мережі. Деякі інші еволюційні алгоритми, такі як метод рою часток та мурашиний алгоритм, є потенційними альтернативами в прогнозуванні фінансової кризи на підприємстві [209]. Наприклад, Д. Мартенс розробив алгоритм AntMiner для визначення ймовірності дефолту компаній, проте моделі, побудовані з його допомогою мали нижчу точність, ніж моделі опорних векторів [119].

С. Салцедо-Санс застосував генетичні алгоритми для побудови моделей визначення загрози виникнення фінансової кризи у страхових компаніях. Вибірка складалася з показників діяльності іспанських компаній з ризикового страхування за 5 років до моменту банкрутства (час припинення діяльності 1983-1994 роки). В процесі моделювання використовувалося 72 компанії (36 банкрути та 36 фінансово здорові) та 21 індикатор. Автори здійснили поділ вибірки на навчальну та контрольну підвибірки: 50 фірм використовувалися для побудови моделей, 22 — для тестування. При цьому застосовувалася 10-кратна крос-валідація.

Найвищий рівень загальної точності склав 77,3%. (правильно було класифіковано 90,9% компаній у стані фінансової кризи та 63,6% фінансово здорових страховиків) [133]. Автор також застосував алгоритм обрання ознак, що скоротив їх перелік до трьох; при цьому, зберігся високий рівень точності моделі. До моделей ввійшли по одному показнику ліквідності, рентабельності та структури капіталу, три показники платоспроможності, комбінований коефіцієнт та два загальні коефіцієнти збитковості [133, с. 755-762].

Ще одним методом, що може бути застосований для побудови моделей в антикризовому фінансовому управлінні підприємством є метод приблизних множин (англ., rough sets), запропонований З. Павлаком для застосування до непевної інформації [197].

Використання приблизних множин не вимагає ймовірнісного опису інформації, як у класичних статистичних методах, та визначення рівня

належності, як у нечітких множинах (англ., fuzzy sets) [171, с. 439]. Проте детерміністичність та абстрактність цього методу призводить до нестабільності результатів та низької точності класифікації [171].

Процес зменшення числа атрибутів (обрання ознак) з використанням приблизних множин націлений на формування оптимальної підмножини з усіх атрибутів відповідно до певного критерію таким чином, щоб ця підмножина адекватно репрезентувала відношення класифікації даних. Під час зменшення числа атрибутів може бути вилучено два типи ознак. Перша категорія — недоречні та зайві атрибути, що не мають класифікаційних властивостей. Недоречна ознака ніяким чином не впливає на класифікацію, а зайві ознаки не покращують її. Іншою категорією є атрибути шуму, які викривляють результат класифікації через дію шуму [171, с. 440]. Варто зауважити, що для здійснення класифікації на основі одержаного переліку атрибутів дослідники, як правило, застосовують додаткові методи, наприклад, метод  $k$  найближчих сусідів (англ.,  $k$ -nearest neighbours), який є розширенням методу найближчого сусіда (1-nearest neighbour).

До переваг застосування приблизних множин належить простота сформованих правил прийняття рішень, підтримка як кількісних, так і якісних змінних, відсутність статистичних обмежень, а також широке використання ординальних правил [206, с. 162]. Однак, різні вибірки та неоднорідна інформація призводять до генерування різних правил прийняття рішень. Тобто, основними недоліками цього методу є нефіксована структура та низька універсальність [206, с. 44].

Приклади застосування приблизних множин для виявлення ознак фінансової кризи на підприємстві можна знайти у працях А. Дімітраса [110] та Т. МакКі [181]. І. Бозе [106] використав приблизні множини для визначення фінансового здоров'я доткомів (англ., dotcoms — компанії, бізнес-модель яких передбачає діяльність здебільшого через Інтернет). Однак всі згадані моделі продемонстрували посередні прогнози якості у порівнянні з іншими методами.

М. Сеговія-Варгас застосувала метод приблизних множин для передбачення фінансової кризи в іспанських страхових компаніях. Вибірка складалася із 72 компаній (36 банкрутів та 36 фінансово здорових) та 21 фінансового показника. В результаті моделювання було згенеровано 241 редукт, кожен з яких містив 5-8 атрибутів, а 11 змінних виявилися недоречними. Досягнута точність класифікаційної моделі склала 100% на даних за 1 рік, 78,57% — за другий, 66,67% — за третій, 64,71% — за четвертий, 70% — за п'ятий. Побудувавши дискримінантну модель на тих самих показниках, автори констатували переважні класифікаційні властивості методу приблизних множин [237].

До відносно нових методів, що не набули широкого використання у сфері антикризового фінансового управління в страхових компаніях, проте можуть бути успішно застосовані, належать метод опорних векторів та метод міркувань на основі минулих спостережень.

Метод опорних векторів (англ., support vector machines) є методом штучного інтелекту, що базується на принципі мінімізації структурного ризику, а не на принципі мінімізації емпіричного ризику. Застосування цього методу дало добрі результати у класифікації та оцінці функцій і є менш сприйнятливим до проблеми перенавчання на незначних вибірках.

Метод опорних векторів був запропонований та розвинутий В. Вапніком [118; 239]. Побудова класифікатора на основі методу опорних векторів полягає у знаходженні рівняння гіперплощини, яка має найбільшу відстань до найближчих елементів кожного з класів (границя є максимальною). На рис. 1.3 графічно зображено застосування методу опорних векторів для найпростішого лінійного випадку.

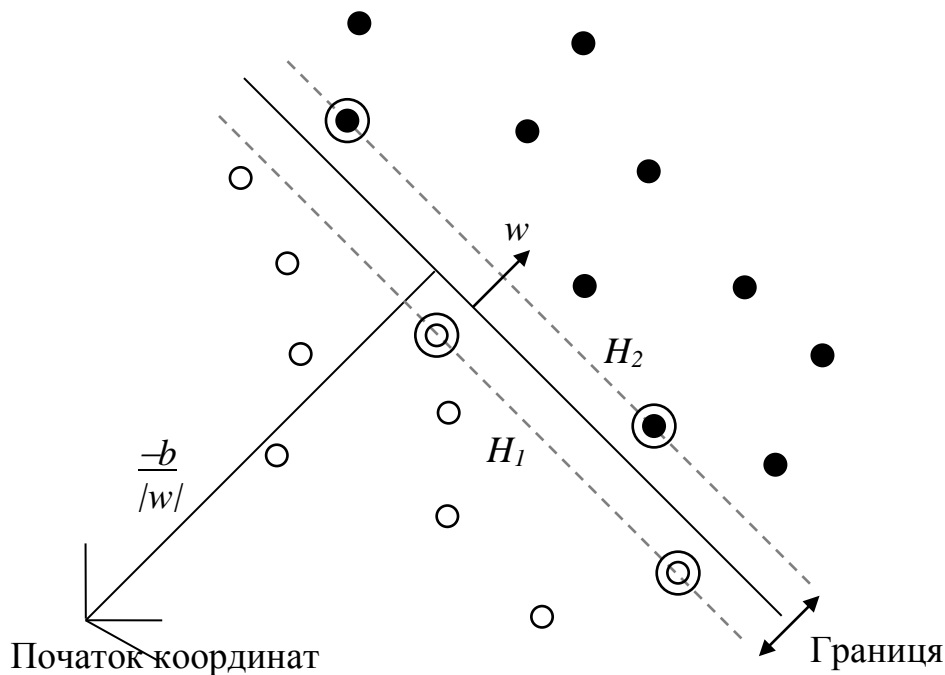


Рис. 1.3. Графічна інтерпретація класифікатора на основі методу опорних векторів ( $w$  — нормаль до розділювальної гіперплощини,  $b$  — її зсув)

Джерело: сформовано на основі [23, с. 95]

Хоча поширеним є використання лінійного класифікатора на основі опорних векторів, застосування функцій ядра (англ., kernel functions) різного виду дозволяє розширити сферу використання до багатовимірних просторів та нелінійних взаємозв'язків. По своїй суті метод опорних векторів значною мірою подібний до штучних нейронних мереж, проте в опорних векторах застосовується інший алгоритм навчання, який передбачає побудову оптимальної гіперплощини і зводиться до вирішення лінійно обмеженої квадратичної задачі, що дозволяє одержати глобальний оптимум, в той час як результатом використання нейронних мереж часто є локальні оптимуми [220, с. 129-130]. Основним недоліком методу опорних векторів є його складність, а саме необхідність визначення найкращого набору параметрів, яких, втім менше аніж в нейронних мережах.

Дж. Мін був серед перших, хто застосував метод опорних векторів для аналізу загрозу краху підприємств: досліднику вдалося одержати моделі з точністю, вищою за точність моделей множинного дискримінантного аналізу та



логістичної регресії [220]. К.-Ш. Шін зробив висновок, що метод опорних векторів демонструє кращі результати аніж множинний дискримінантний аналіз, логістичні моделі та нейронні мережі [220]. Т. Гестельз продемонстрував, що моделі опорних векторів перевершують прогнози властивості множинного дискримінантного аналізу, квадратичного дискримінантного аналізу та логістичних моделей. З іншого боку, в деяких працях констатується, що метод опорних векторів поступається нейронним мережам [179; 206, с. 44].

М. Сеговія-Варгас застосувала метод опорних векторів на даних іспанських страховиків. Використовуючи 10-кратну крос-валідацію та повний перелік з 19 показників, вдалося одержати модель із загальною точністю класифікації на рівні 67%. Застосування алгоритмів вибору ознак на базі генетичних алгоритмів дозволило скоротити перелік змінних до 3 та побудувати модель опорних векторів із вищою загальною точністю — 77% [216].

В умовах нестачі інформації може застосовуватися метод міркувань на основі минулих спостережень (англ., case-based reasoning), який для здійснення класифікацій використовує попередні опрацьовані та збережені спостереження. Новий випадок інтерпретується шляхом його порівняння зі схожими випадками. Як правило, з набору обирається найбільш подібний випадок, який потім адаптується і презентується у вигляді результату моделі [211]. При цьому, на відміну від індуктивних методів, таких як, наприклад, дерева рішень, алгоритми міркувань на основі минулих спостережень не розкривають взаємозв'язків між змінними. Більш того, такі методи не можуть функціонувати без зв'язку із певною базою даних [183, с. 275].

Загальна постановка навчаючої проблеми така: випадок  $F$  описується трійкою характеристик  $(P, E, L)$ , де  $P$  — опис проблеми;  $E$  — опис рішення;  $L$  — власне рішення. Опис проблеми містить характеристику ситуації з даними різної природи. Опис рішення має містити пояснення, наскільки специфічним має бути рішення проблеми; у найбільш загальному випадку рішення має відповідати відношенню подібності між випадками, а інші випадки мають відрізнятися від наведеного. Власне рішення є запропонованою дією системи, яке, в разі задачі

класифікації, є прогнозом належності до певного класу. У рамках міркувань на основі минулих спостережень процес навчання відбувається поступово. Покращити результативність такої системи можливо шляхом зміни вокабуляру  $V$  (ознак, атрибутів), додавання нових спостережень у базу випадків, зміни міри подібності  $sim$ , або комбінації наведених пунктів.

Системи міркувань на основі минулих спостережень дозволяють мати справу з динамічною інформацією, адже випадки по свої суті є динамічним елементом системи, на відміну від інших складових. Система може постійно видозмінюватися, розширюватися і звужуватися, при умові, що такі дії дозволяють підвищити загальну результативність навчання та класифікації. Ще одним напрямом покращення такого роду систем є формування мета-класів на основі узагальнення, що, з іншого боку, дозволяє збільшити знання стосовно певної сфери, до якої належать концепти системи [201, с. 707]. Загальний алгоритм функціонування системи міркувань на основі минулих спостережень наведено на рис 1.4.

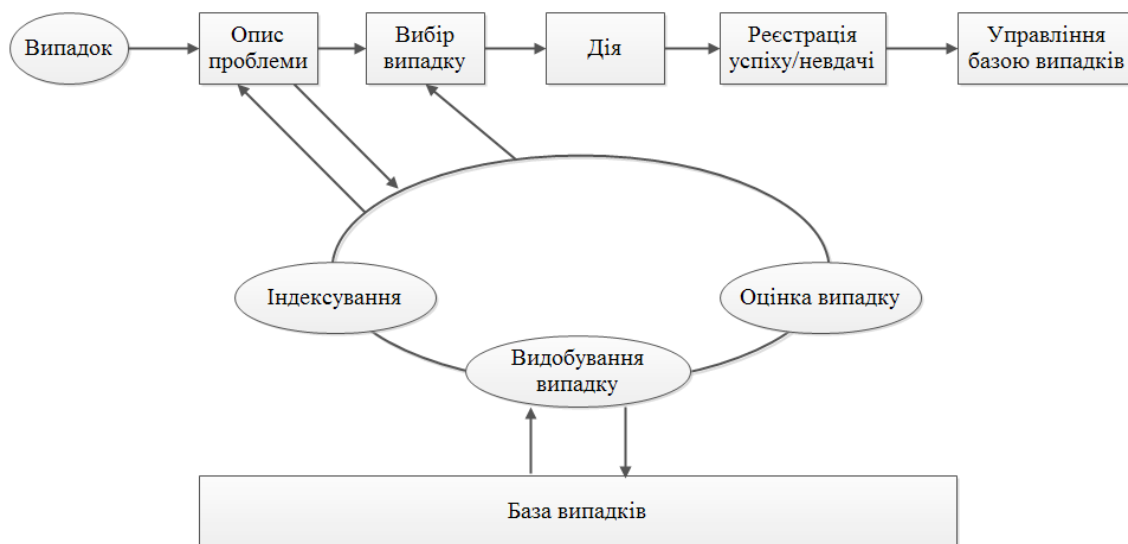


Рис. 1.4. Процес реалізації міркувань на основі минулих спостережень  
Джерело: сформовано на основі [201, с. 707]

Спочатку відбувається опис проблеми певними ознаками, атрибутами, що дозволяють охарактеризувати випадок. Далі відбувається індексування випадку, що має на меті визначення моменту, коли випадок буде обрано для визначення

подібних майбутніх випадків. Метою побудови структури пам'яті та процесу повернення є можливість обрання правильного випадку, який відповідатиме майбутнім випадкам. Система може здійснювати адаптацію випадків для підвищення можливості їх збігу. Рішення проблеми класифікації, яке пропонується системою міркувань на основі минулих спостережень, застосовується до поточної проблеми і одержується результат. Якщо він є неприйнятним або у базі відсутні подібні випадки, має бути задіяний зворотній зв'язок із системою для заповнення створеного пропуску в базі [201, с. 708].

На відміну від багатовимірних дерев рішень, концептуальні структури пам'яті представляються у вигляді напрямлених графіків, у яких кореневий вузол представляє всі вхідні дані, а кінцеві вузли представляють індивідуальні випадки. Внутрішні вузли представляють надконцепт (мета-концепт), що є узагальненням множини індивідуальних випадків. Побудова такого роду ієрархії вимагає не лише операцій поділу та видалення, а й операцій додавання, поєднання, що додають складності та гнучкості [201, с. 710]. Так само, як і еволюційні алгоритми, міркування на основі минулих спостережень як правило використовує метод  $k$ -найближчих сусідів, який дозволяє визначати та прогнозувати атрибути цільових класів залежно відповідно до атрибутів найбільш подібних спостережень.

Перевагою моделей міркувань на основі минулих спостережень є легкість розуміння результатів та висока точність, а основним недоліком — обмежені можливості перевірки валідності моделей та необхідність побудови складної інформаційної системи [82, с. 8391].

Г. Джо показав, що міркування на основі минулих спостережень демонструють кращі результати аніж дискримінантний аналіз, якщо масив даних є обмеженим [151]. Г. Лі запропонував метод міркування на основі минулих спостережень, що базується на принципі зваженого за подібністю голосування з використанням кореляції на сірій шкалі, який виявився ефективним для у короткостроковому періоді [170]. Ті ж автори розробили методи ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE та TOPSIS з метою впровадження в міркування на основі

минулих спостережень для побудови його модифікацій з прийнятними можливостями для оцінювання загрози банкрутства [206, с. 44]. Іншими прикладами застосування міркувань на основі минулих спостережень у практиці антикризового фінансового управління є розробки С. Брайант [107], Г. Ана [84].

Серед інших методів, що застосовуються в моделюванні процесів антикризового управління в страхових компаніях, такі: Байєсівський класифікатор [14; 39]; метод послідовних наближень у марківському середовищі [78]; теорія нечітких множин [59]; моделі індивідуального ризику [30] та деякі інші.

Хоча описані підходи до моделювання відрізняються і мають свої переваги та недоліки, існує ряд проблем, пов'язаних із застосуванням більшості з них, зокрема такі: довільність критерію краху компанії і акцент на юридичному терміні банкрутства; неврахування тривалої природи фінансової кризи (припущення «криза є станом» [164], невідповідність умовам дихотомічності класів); проблемний характер звітних даних (статичність і нестационарність показників [98, с. 74-76]; довільність вибору критеріїв відбору моделей (незначне покращення недоречних показників може призвести до значного погіршення релевантних [137])); відсутність цілісної теорії вибору оптимальних факторів банкрутства [98; 245].

Значно меншого поширення в антикризовому фінансовому управлінні набули методи моделювання, які можуть прямим чином використовуватися в процесі реагування на кризові явища. Незважаючи на те, що у загальній управлінській практиці широко застосовується імітаційне моделювання (у англійській літературі — «комп'ютерна симуляція»), досвід використання цього класу математичних методів у сфері антикризового фінансового управління страховими компаніями залишається доволі обмеженим.

Імітаційне моделювання є одним з найбільш ефективних засобів моделювання бізнес-процесів. В його межах виділяють кілька груп методів, серед яких — дискретно-подійне моделювання, агентне моделювання та системна динаміка. Основними відмінностями між ними є підхід до врахування фактору

часу: системна динаміка розглядає час у неперервному вигляді; інші методи — у дискретному. При цьому, дискретно-подійне моделювання, відповідно до назви, базується на подіях-транзакціях, які впливають на зміну певних ресурсів, що відображається у потокових діаграмах. Агентне моделювання дозволяє побудувати відокремлені активні підсистеми (агенти), які діють відповідно до власних встановлених правил, і, взаємодіючи з іншими агентами, формують поведінку систем вищого рівня [70, с. 136].

Найширшого використання в управлінні підприємством набув метод системної динаміки, розвинутий Дж. Форестером у 1950-х роках із використанням досліджень інженерного контролю, кібернетики та організаційної теорії. Перші моделі системної динаміки були пов'язані з управліннями запасами, рухом робочої сили, коливаннями на ринку. Основною метою моделей системної динаміки є одержання загального розуміння функціонування системи на етапі прийняття рішень. Для цього використовується аналіз зворотних зв'язків у системі, які представляються у моделях у вигляді петель зворотного зв'язку. Елементами цих петель є запаси (англ., *stocks*) та потоки (англ., *flows*). Запаси (також — рівні, резервуари тощо) характеризують акумуляцію певних матеріальних чи нематеріальних ресурсів на певний момент часу, в той час як потоки демонструють, з якою швидкістю відбуваються зміни у запасах. Розрізняють два види петель зворотного зв'язку — позитивні (підсилюючі), які викликають експоненційний ріст запасів, та негативні (балансуючі), які викликають тяжіння запасів до певного значення. Комбінація петель дозволяє представляти різноманітні види динаміки досліджуваних змінних [210].

Математичний апарат методу системної динаміки є доволі простим і передбачає процедуру додавання (віднімання) потоків. Тобто запаси можуть бути представлені у вигляді інтегралів, а потоки — диференціалів. У процесі моделювання використовуються диференціальні рівняння (у випадку неперервного часу), або різницеві рівняння (у випадку дискретного часу) [225]. Програмне забезпечення як правило використовує чисельні алгоритми

інтегрування, а саме — схему Ейлера та схему Рунге—Кутта з постійним кроком та заданими початковими параметрами [70, с. 136].

Засоби системної динаміки дозволяють повною мірою описати фінансові процеси на підприємстві: відобразити нагромадження у вигляді запасів, рух фінансових ресурсів — у вигляді потоків, а також забезпечують можливість побудови середовища функціонування підприємства на бажаному рівні абстракції [40; 41].

Перевагою системно-динамічного підходу до моделювання систем управління є те, що він поєднує формальний (математичний) та неформальний боки. Тобто, окрім математичного опису взаємозв'язків у системі, враховуються так звані «ментальні моделі», з якими можуть бути пов'язані вади управлінців, а отже і причини виникнення кризових явищ та невдачі в реагуванні на них [93].

Системно-динамічний аналіз та моделювання є надзвичайно ефективним методом для використання в антикризовому управлінні. Серед його переваг такі: можливість тестування ефективності, гнучкості та стабільності систем, а також можливість побудови систем моніторингу та виявлення; допомога у формуванні заходів (політик) для попередження кризи та реагування на кризу; оцінка варіантів управлінських рішень [207, с. 10].

Системна динаміка належить до дослідницької парадигми, яка значною мірою відрізняється і навіть контрастує із класичними економетричними методами. В той час як економетрика наголошує на важливості деталізації та точності, системно-динамічний підхід розглядає прагнення до точності наївним. Класичні економіко-математичні моделі, як правило, націлені на короткострокові прогнози та констатацію проблем; моделі системної динаміки, з іншого боку, дозволяють описувати довгострокову динаміку та використовуються для вирішення проблем. Окрім цього, статистичні моделі широко використовують екзогенні фактори, в той час як системна динаміка намагається мінімізувати їх кількість у моделях [210].

Зважаючи на особливості методу, системна динаміка набула широкого застосування в управлінських дослідженнях та практиці. Зокрема, були

побудовані моделі для прийняття рішень в процесі змін на підприємстві [223], оцінці стратегій виходу на ринок [202], прийнятті стратегічних рішень [228], перебудові моделей управління підприємством [93], управлінні грошовими потоками [246] тощо.

Кризові симуляції сприяють розробці ефективних систем прийняття рішень [158, с. 201]. На відміну від експериментів у реальній бізнес-практиці, бізнес-симуляції мають кілька переваг — низьку вартість, можливість оцінки унікальних альтернатив, вищий рівень контролю [158, с. 201]. Симуляції можуть бути корисними інструментами антикризового управління, адже вони дозволяють імітувати ситуації, подібні до кризових, без загрози для бізнесу [208, с. 454].

Більш того, у процесі симуляції реалізується процес навчання, адже існує прямий зворотний зв'язок дій, що впливають на систему, та результатів такого впливу [158, с. 200]. Дійсно, моделі системної динаміки, на відміну від раніше описаних методів, більшою мірою сприяє навчанню у комплексних системах шляхом візуалізації ефекту затримок, а також є можливістю повноцінного тестування впливу на об'єкт моделювання [93, с. 1589].

Основними обмеженнями методу системної динаміки для застосування в управлінській практиці є такі: можливість «підбудови» моделей; загроза надмірної деталізації моделей; складність визначення правильного масштабу моделей; обмеженість засобів валідації моделей; неможливість обмежити вплив цінностей дослідника на модель [210].

На даний час, перелік наукових праць, присвячених застосуванню системної динаміки в антикризовому управлінні, є доволі обмеженим [40; 93; 165; 207]. Застосування методу системної динаміки для моделювання процесів антикризового фінансового управління страховими компаніями включає лише декілька праць, присвячених динамічній оцінці фінансового стану страховиків та їх економічної спроможності. Так, українська дослідниця О. Клепікова застосувала метод системної динаміки для прогнозування основних показників діяльності страховиків. У побудованій дослідницею моделі представлені основні бізнес-процеси страховика — поточна страхова діяльність, врегулювання

страхових випадків, формування страхових резервів, перестраховання, маркетинг, фінансова діяльність та економічна ефективність. Ключовими показниками обрано такі: страхові платежі, страхові виплати, фактичний прибуток, сукупні доходи страхової компанії, сукупні витрати страхової компанії, чистий прибуток, страхові резерви, статутний капітал, власний капітал. До складу моделі також включені система фінансових коефіцієнтів та спеціальні узагальнюючі показники загрози банкрутства, які відповідають як українській, так і зарубіжній практиці. На рис. 1.5 зображено реалізацію розрахунку рівня платоспроможності страховика інструментами системної динаміки.

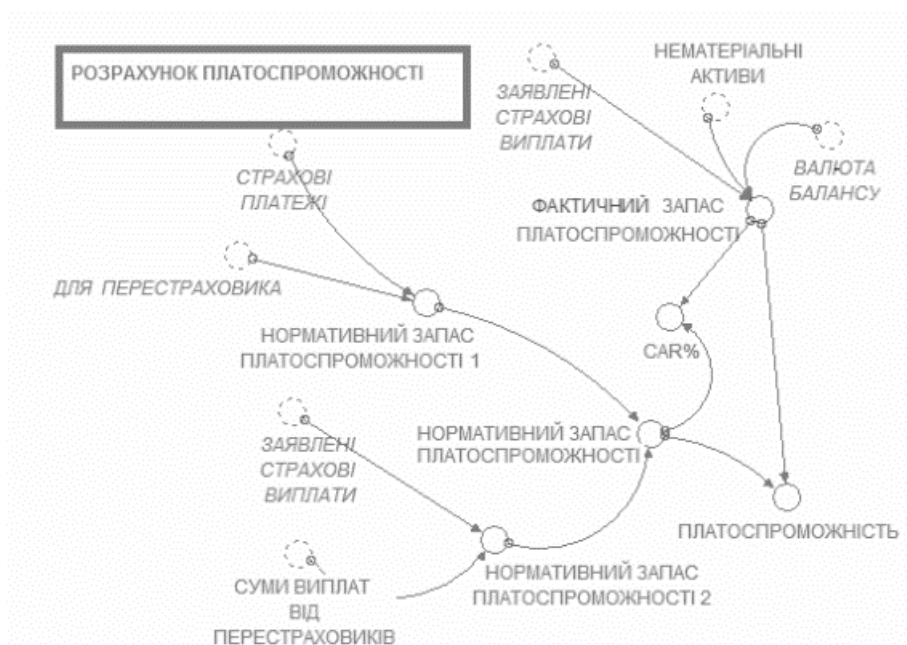


Рис. 1.5. Представлення частини моделі, що відповідає за розрахунок платоспроможності страховика, у програмному середовищі iThink

Джерело: сформовано на основі [37, с. 35]

Модель О. Клепикової також дозволяє проводити імітаційні експерименти на базі використання класичної моделі Крамера—Лунберга (теорія ризику у фінансах) та оцінювати гіпотези про ймовірність банкрутства страховика [35; 36].

Отже, існує широкий перелік методів, що застосовуються для моделювання процесів антикризового фінансового управління на підприємстві. Серед них наявні методи, спрямовані на раннє виявлення ознак кризових явищ, підтримку управлінських рішень для боротьби з проявами фінансової кризи, а також методи,



що дозволяють включити елемент навчання у практику антикризового фінансового управління.

Найбільшого розвитку набули методи моделювання, спрямовані на виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях. Найпопулярнішими методами, що використовуються з цією метою є класичні статистичні методи, серед яких аналіз однієї змінної, індексні моделі ризику, множинний дискримінантний аналіз та моделі умовної ймовірності. Моделі однієї змінної та індексні моделі ризику, незважаючи на свою простоту та легкість застосування, демонструють слабкі результати та не можуть бути широко використані для вдосконалення процесів антикризового фінансового управління. Множинні дискримінантні моделі позбавлені недоліків попередніх методів, проте є надзвичайно вимогливими до використовуваних даних. Моделі умовної ймовірності є менш вимогливими до інформаційної бази та здатні демонструвати високі показники точності. Окрім цього даний метод має ширше використання через прозорість структури моделей. Основними недоліками більшості класичних статистичних методів є необхідність врахування обмежень та вимог по характеристиках даних.

Іншою категорією методів, що застосовуються для моделювання процесів антикризового фінансового управління, є методи штучного інтелекту. На відміну від класичних статистичних методів вони є детерміністичними та мають менші вимоги до даних. З іншого боку, результативність застосування таких методів може виявитися гіршою. Штучні нейронні мережі є одним з методів штучного інтелекту, який використовується для побудови моделей передбачення фінансової кризи в компаніях. Моделі, побудовані за допомогою наведеного методу, демонструють високу точність, проте є вимогливими до даних та мають непрозору структуру, що звужує сферу використання штучних нейронних мереж. Дерева рішень мають дещо нижчу точність, проте дозволяють формувати прозорі структури правил прийняття рішень, що розширює можливості застосування побудованих моделей у практиці антикризового фінансового управління. Еволюційні алгоритми також використовуються в задачах класифікації

фінансового стану підприємств. Втім, даний метод штучного інтелекту має невисоку точність та продукує моделі з мінливою структурою. Метод приблизних множин не є складним для застосування, дозволяє використовувати широкий перелік даних різної природи, проте через свою абстрактність демонструє невисоку точність. Метод опорних векторів є невимогливим до інформаційної бази та здатен продукувати дискримінаційні моделі високої точності. Тим не менше, імплементація методу є доволі трудомісткою. Окрім цього, структура побудованих моделей опорних векторів є закритою. Моделі, побудовані за допомогою методу міркувань на основі минулих спостережень, не набули широкого застосування, проте демонструють прийнятні показники точності та дозволяють поєднати вирішення задач класифікації підприємств та автоматичне навчання, але є складними для реалізації та непрозорими.

Лише незначна частина наведених методів може бути успішно застосована в процесі реагування на фінансову кризу, і лише моделі, побудовані з допомогою міркувань на основі минулих спостережень, можуть бути прямо використані в процесі навчання на кризі. На противагу цьому інший клас методів — імітаційне моделювання — є придатним для обґрунтування заходів реагування на кризові явища та сприяння засвоєнню досвіду антикризового фінансового управління. Серед методів імітаційного моделювання найбільш прийнятним для використання в антикризовому фінансовому управлінні на підприємстві є системна динаміка. Цей метод уможливорює побудову складних бізнес-систем на бажаному рівні абстракції, передаючи множину релевантних ендогенних взаємних зв'язків між ключовими елементами таких систем, що сприяє знаходженню ефективних та результативних шляхів вирішення проблем. Наочність цього методу, а також здатність враховувати ментальні моделі, вказують на можливість успішного використання в моделюванні процесів реагування на фінансову кризу та реалізації процесів навчання на ній. Основними недоліками системної динаміки є аксіологічні проблеми, а також обмежені можливості валідації побудованих моделей.

Усі наведені методи застосовувалися для моделювання процесів антикризового фінансового управління на підприємствах різних галузей, однак практика їх використання в страховій сфері є досить обмеженою. Найбільшого поширення в моделюванні процесів виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях набули класичні статистичні методи; досвід реалізації методів штучного інтелекту є обмеженим; використання імітаційного моделювання залишається фактично не представленим. Окрім цього, більшість розглянутих моделей були побудовані зарубіжними вченими для іноземних страхових компаній.

На підставі проведеного аналізу сформовано схему послідовності розробки модельного комплексу для вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях (рис. 1.6).

Першим кроком після аналізу теоретичних аспектів моделювання є формування інформаційної бази даних про діяльність страхових компаній України, на підставі якої розраховується початковий перелік бізнес-індикаторів. Наступним кроком є проведення математико-статистичного аналізу показників з метою виявлення обмежень до застосування певних економіко-математичних методів. Обрання методів відбувається з урахуванням завдань антикризового фінансового управління та визначених обмежень. Перед використанням даних для побудови моделей, здійснюється їх підготовка відповідно до вимог обраних методів.

У процесі моделювання запропоновано виокремити два блоки економіко-математичних моделей. Перший з них включатиме моделі виявлення ознак фінансової кризи; другий — моделі реагування на фінансову кризу та навчання з кризи. Розробка моделей виявлення ознак фінансової кризи складається з таких етапів, як формування наборів змінних, побудова початкового переліку моделей, оцінка адекватності та класифікаційних характеристик моделей, модифікація початкової вибірки та наборів змінних, побудова оновленого переліку моделей, порівняння властивостей розроблених моделей, відсіювання моделей з неприйнятними характеристиками. Побудова моделей реагування на кризу та

навчання з досвіду антикризового фінансового управління включатиме їх діагностування з метою визначення того, наскільки добре вони відтворюють поведінку бізнес-системи страховика.



Рис. 1.6. Етапи розробки модельного комплексу вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України  
Джерело: розроблено автором

Наступним етапом є діагностика моделей, що полягає в оцінці їхніх статистичних, узагальнюючих, прогнозних та інших релевантних властивостей. На основі результатів діагностики відбувається обрання найбільш придатних для використання на практиці моделей. З метою формування комплексу, обрані

моделі виявлення ознак фінансової кризи будуть інкорпоровані у моделі другого блоку.

У підсумку, сформований комплекс економіко-математичних моделей застосовуватиметься для оцінки та обґрунтування напрямків вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях України.

## **Висновки до розділу 1**

1. Фінансова криза на підприємстві є малоймовірним, неочікуваним і тривалим явищем з неочевидними причинами виникнення та невизначеним характером наслідків, яке чинить вплив на всі елементи бізнес-системи, проявляється у розбалансуванні та погіршенні фінансових показників його діяльності і вимагає швидкої реакції управлінців для уникнення банкрутства підприємства.

2. Антикризове фінансове управління у страховій компанії є комплексною нелінійною системою управління, яка включає ряд бізнес-процесів, направлених на передбачення кризових явищ, реагування на їх виникнення та засвоєння одержаного досвіду управління, і має на меті обмеження негативного впливу фінансової кризи на діяльність страховика.

3. Найбільшого поширення в моделюванні процесів виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях набули класичні статистичні методи виявлення ознак фінансової кризи. Основною проблемою використання більшості таких методів є необхідність врахування обмежень та вимог до характеристик даних (використання високої кількості спостережень, дотримання розподілу значень змінних, врахування пропорції вибірок).

4. Застосування методів штучного інтелекту в антикризовому фінансовому управлінні страховими компаніями є менш поширеним. Хоча такі методи мають менше обмежень, ніж класичні статистичні методи, практика їх застосування вказує на такі проблеми, як складність досягнення високої точності,

надмірна абстрактність, складність імплементації. Окрім цього, деякі з цих методів не мають прозорої структури, а тому можуть лише обмежено використовуватися в управлінській практиці.

5. Існує кілька важливих проблем, пов'язаних із застосуванням як методів штучного інтелекту, так і класичних статистичних методів і моделей. Зокрема, в процесі моделювання як правило приймаються різні припущення, що обмежують об'єктивність одержаних моделей.

6. Більшість розглянутих моделей були побудовані зарубіжними вченими для іноземних страховиків, в той час як український досвід обмежується теоретичними оглядами методів та поодинокими розробками вітчизняних науковців, які не охоплюють всіх проблем побудови і застосування економіко-математичних моделей в антикризовому фінансовому управлінні в страхових компаніях.

Основні результати дослідження цього розділу опубліковані автором у наукових працях [43; 173; 176–178].

## РОЗДІЛ 2

### КОМПЛЕКС ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНСЬКИХ СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ

#### 2.1. Аналіз показників діяльності страхових компаній України та формування інформаційної бази моделювання

Процес моделювання розпочнемо з аналізу показників діяльності страховиків. Успішна реалізація страховими компаніями притаманних їм функцій сприяє зміцненню фінансового сектору держави, забезпечує реальний сектор економіки додатковими інвестиційними ресурсами та дозволяє обмежити ризики економічних суб'єктів. Проте повноцінне виконання цих функцій можливе лише за умови результативної діяльності страховиків та здатності протидіяти негативним проявам кризових явищ. Проаналізуємо поточний стан та динаміку розвитку українського страхового ринку з метою виявлення ознак фінансових проблем у діяльності страхових компаній.

Наразі страхування посідає другорядне місце серед інших галузей економіки України (рис. 2.1).

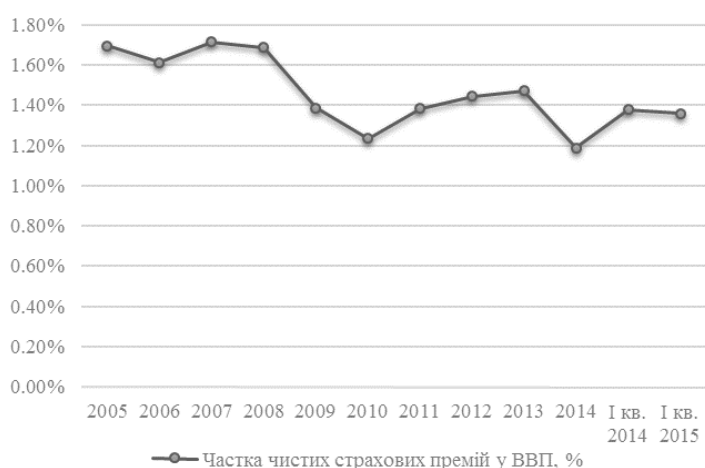


Рис. 2.1. Динаміка частки чистих страхових премій у внутрішньому валовому продукті

Джерело: сформовано на основі [250; 252]

Упродовж останніх 10 років частка чистих страхових премій у внутрішньому валовому продукті (надалі — ВВП) України залишається надзвичайно низькою. В докризовий період частка чистих премій у ВВП коливалася навколо позначки 1,70%, а внаслідок впливу кризових явищ 2008–2009 років впала до 1,23% за результатами 2010 року. Подальша стабілізація економіки сприяла розвитку страхових компаній, що позначилося на зростанні частки страхових премій до 1,47%, однак погіршення соціально-економічної ситуації з кінця 2013 року призвело до стрімкого падіння — до рівня 1,19% за результатами 2014 року.

Динаміка страхових премій протягом останніх років була доволі мінливою: незважаючи на наявність періодів зростання, розвитку національних страхових компаній у 2000-х роках завадила світова фінансова криза, а повноцінному відновленню після неї — події в Україні останніх років (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Динаміка страхових премій

Джерело: сформовано на основі [252]

Протягом 2006–2008 років обсяги зібраних страхових премій стрімко зростали. Так, приріст валових страхових премій за 2006 рік склав 7,6%, за 2007



— 30,21%, за 2008 — 33,32%. Середньорічний приріст чистих страхових премій за цей період склав 23,15%. Втім, негативний вплив світових фінансових потрясінь у 2009 році досягнув страхового ринку України через його тісний зв'язок з банківським сектором та фондовим ринком, а також через загальне погіршення економічної активності в країні.

Протягом 2009 року відбувся помітний спад в обсягах зібраних страхових платежів — валових на 14,86% та чистих на 20,80%. Причиною цьому стало зниження попиту на страхові послуги та банкрутство багатьох страховиків, які опинилися в стані фінансової кризи та були ліквідовані через нездатність підтримати достатній рівень платоспроможності. Втім, ознаки відновлення ринку були помітні вже в 2010 році: обсяг валових страхових премій зріс у порівнянні з попереднім роком на 12,91%, а чистих — на 5,29%. Тим не менше, негативна динаміка попиту населення не сприяла росту валових доходів страховиків: страхові премії протягом 2011–2012 років продемонстрували середньорічне падіння на рівні 3,47%. При цьому, чисті страхові премії зросли в середньому на 23,35%, що частково пояснюється скороченням активності вихідного перестраховування.

Незважаючи на фактичне перевершення докризових обсягів за обсягами зібраних страхових премій за результатами 2013 року, негативна динаміка чистих страхових платежів вказала на погіршення фінансової ситуації в українських страхових компаніях. Більш того, події осені 2013 — зими 2014 року, а також негативні соціально-економічні наслідки анексії Криму та розвитку бойових дій на території України спричинили падіння доходів страховиків. Так, у 2014 році обсяг зібраних валових страхових премій зменшився на 6,61%. Цікавим є факт, що в той самий час обсяг чистих страхових премій зріс на 7,15%. Станом на кінець I кварталу 2015 року помітне певне покращення показників як по валових, так і по чистих страхових преміях, що можна пояснити відносною стабілізацією в економіці.

Для України є характерним високий рівень концентрації страхового ринку (за валовими страховими преміями) як у галузі страхування життя, так і у галузі ризикового страхування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

### Рівень концентрації ринку страхування України

Компанії	Рік						
	2010	2011	2012	2013	2014	I кв. 2014	I кв. 2015
Страхування життя							
Частка на ринку, %							
Тор 3	13,6	13,7	9,9	13,5	15,6	12,9	13,2
Тор 10	33	34,4	28,6	30,7	35	35,1	33,8
Тор 20	51,1	53,6	46,8	50,3	53,8	54,6	55,3
Ризикове страхування							
Частка на ринку, %							
Тор 3	49,7	51,3	44	51,7	44,8	54,4	43,8
Тор 10	83,7	87,1	90,4	90,9	91,2	94,5	87,9
Тор 20	95,9	96,7	97,9	98,3	98,7	99,9	99,1

Джерело: сформовано на основі [252]

Як видно з табл. 2.1, ринок страхування є надзвичайно концентрованим. Тор 20 компаній із страхування життя протягом останніх років одержували 45–55% страхових премій, причому з 2012 року спостерігається тенденція до підвищення рівня монополізації ринку страхування життя. У сфері ризикового страхування рівень концентрації ринку ще вищий: тор 3 страховиків збирають близько 50% страхових премій, а тор 20 — більше 95%. Динаміка показників ринку ризикового страхування також вказує на збільшення рівня його концентрації.

Із наведеними показниками концентрації ринку страхування прямо пов'язані ключові проблеми страхування в Україні: значне число страховиків не здійснюють реального страхування, а лише обслуговують інтереси певних промислово-фінансових груп. Рівень їхнього фінансового здоров'я може бути невисоким, а виникнення кризових явищ в економіці здатне спричинити численні банкрутства компаній, що негативно позначається на інтересах страхувальників, суб'єктів фінансового ринку та економіки в цілому.

Динаміка страхових виплат дещо відрізняється від динаміки страхових платежів (рис. 2.3).

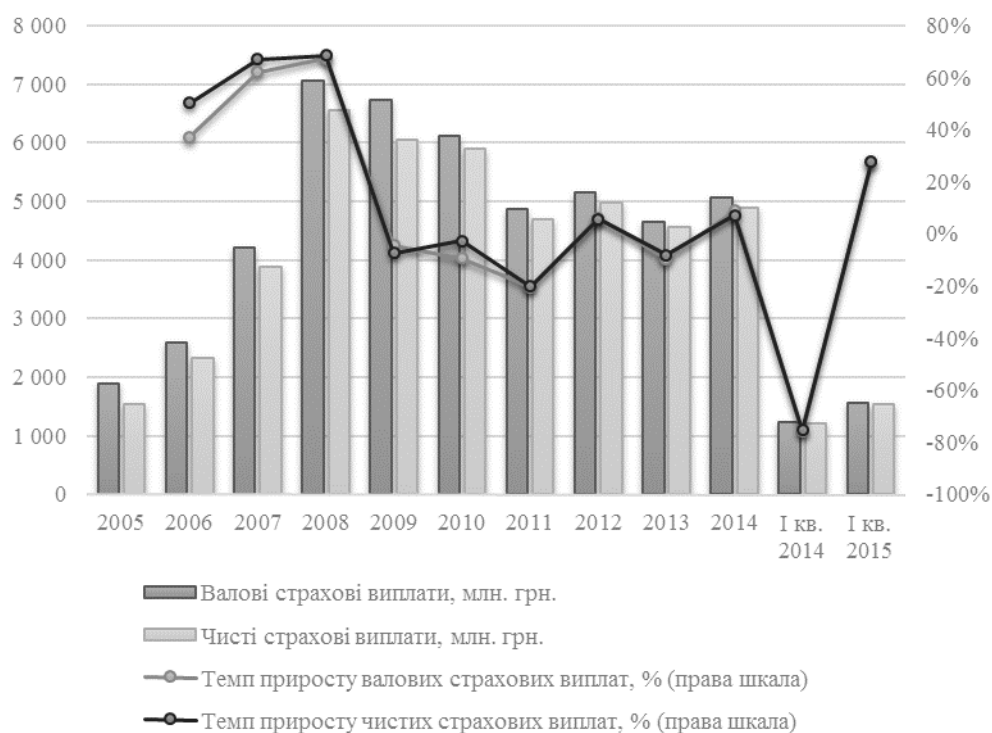


Рис. 2.3. Динаміка страхових виплат

Джерело: сформовано на основі [252]

У 2006–2007 роках страхові виплати загалом повторювали розвиток страхових премій: валові страхові виплати продемонстрували середньорічний ріст навіть вищий за темпи росту валових страхових платежів — 49,14%, а чисті страхові виплати — 58,47%. Втім, у 2008 році відбулося різке зростання обсягів страхових відшкодувань, викликане, зокрема, погіршенням умов економічної діяльності та рівня ризику. Так, за результатами 2008 року валові страхові виплати зросли на 67,36%, чисті — на 66,97%. У 2009 році валові страхові виплати продемонстрували незначне падіння (валові — на 4,45%, чисті — на 7,48%), проте залишилися на високому рівні.

Протягом 2010–2011 років страхові компанії України здійснювали все менше страхових виплат: за 2010 рік обсяг валових страхових виплат зменшився на 9,39%, а чистих — на 2,82%; за 2011 рік — на 20,32% та 20,16% відповідно. Така динаміка пояснюється не лише зменшенням активності страхування, а й намаганням страховиків обмежити рівень виплат всіма доступними їм шляхами.

У 2012–2013 роках обсяги страхових відшкодувань коливалися: так, за результатами 2012 року валові та чисті страхові виплати продемонстрували зростання на рівні близько 6,00%, проте вже у 2013 році відбулося падіння страхових виплат — валових на 9,69% та чистих на 8,20%. У подальшому відносна стабілізація фінансового ринку та економічних умов сприяла незначному зростанню страхових відшкодувань у 2014 році. Результат I кварталу 2015 року вказує на продовження тенденції до росту обсягів страхових відшкодувань.

Іншим важливим показником, який характеризує основну діяльність страхових компаній, є рівень виплат (рис. 2.4).

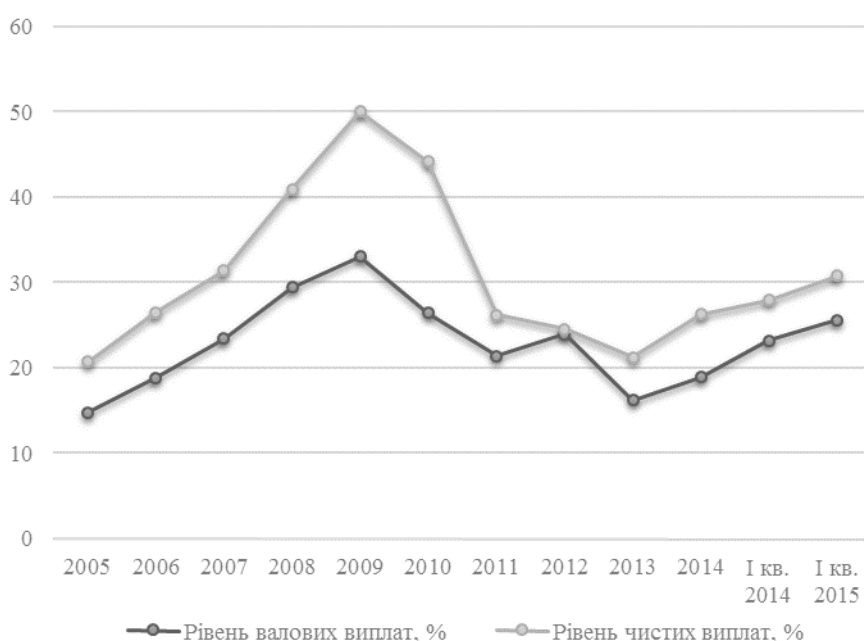


Рис. 2.4. Динаміка рівня страхових виплат

Джерело: сформовано на основі [252]

Протягом 2005–2008 років рівень виплат зростав, досягши максимального значення в кризовий 2009 рік. Середній темп зростання валових виплат за 2005–2008 роки склав 22,33%, а в 2009 році — 24,71%. Рівень чистих виплат значно перевищував рівень валових виплат в докризовий період: максимальна різниця між рівнями валових та чистих страхових виплат склала 17 процентних пунктів у 2009 році.

Високий рівень виплат, що негативно позначається на фінансовому стані страховиків, почав зменшуватися у 2010 році. Так, рівень валових виплат продемонстрував спад на 20,00% за підсумками 2010 року та на 18,94% — 2011 року. Рівень чистих виплат зменшувався стрімкіше, показавши падіння на рівні 40,72% у 2011 році. Обмеження обсягів перестраховування майже урівняло рівні валових та чистих виплат у 2012 році, а намагання страховиків обмежити виплати в поєднанні з відновленням економіки сприяло подальшому їх падінню. Втім, раптове погіршення політичної та соціально-економічної ситуації у 2013–2014 роках негативно позначилося на результативності страхових операцій: починаючи з 2013 року спостерігається відновлення росту показників рівня як валових, так і чистих виплат.

Вартим уваги є також спеціалізація компаній на українському страховому ринку. У розвинутих країнах страхові компанії здебільшого здійснюють страхування життя, однак в Україні першочергове місце посідає ризикове страхування. При цьому, питома вага страхування життя у валових преміях залишається мізерною (рис. 2.5).

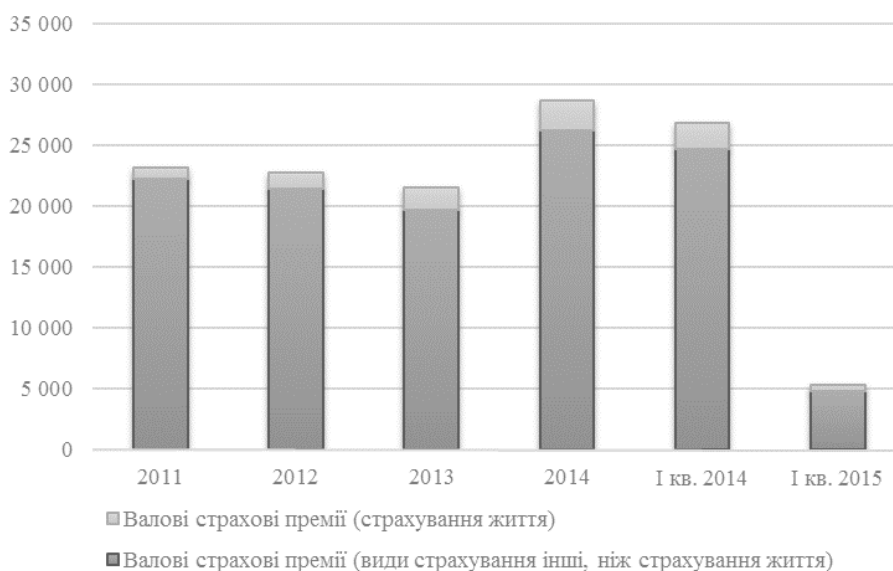


Рис. 2.5. Динаміка валових страхових премій по договорах страхування життя та ризикового страхування, млн. грн.

Джерело: сформовано на основі [252]

Як видно з рис. 2.5, протягом останніх 5 років валові страхові премії за договорами страхування життя склали не більше 10% від загального обсягу зібраних премій. Слід зауважити, що незначне зростання частки страхування життя у структурі валових премій, може бути пов'язане з більшим падінням попиту на ризикові види страхування, а також частішими фактами банкрутства компаній, що здійснюють страхування за видами іншими, ніж страхування життя. Диспропорція між видами страхування більш помітна при розгляді обсягів страхових виплат (рис. 2.6).

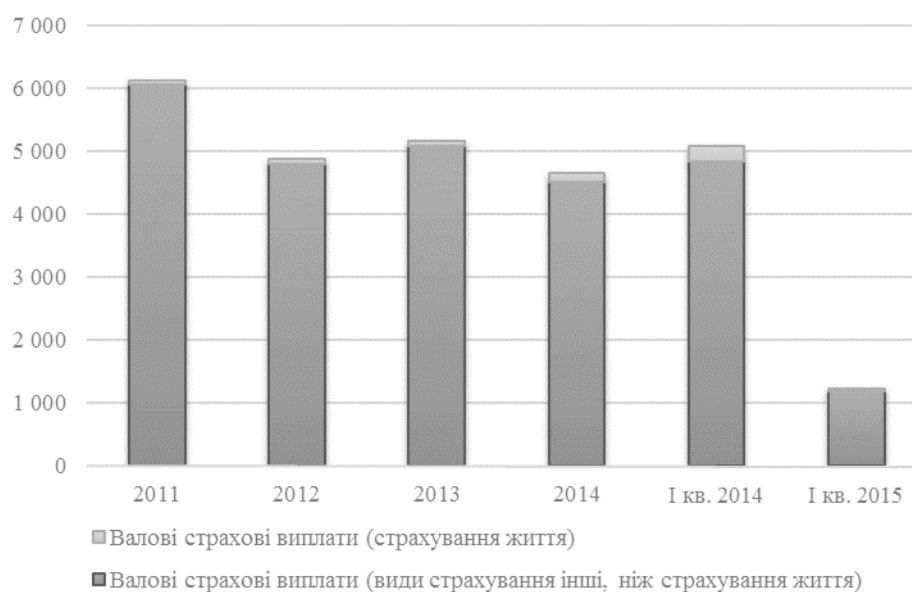


Рис. 2.6. Динаміка валових страхових виплат по договорах страхування життя та ризикового страхування, млн. грн.

Джерело: сформовано на основі [252]

Частка валових страхових виплат по страхуванню життя була дуже низькою протягом 2011–2015 років та досягнула максимального рівня (4,72%) за результатами 2014 року. Дані за I квартал 2015 року вказують на певне зростання обсягу страхових виплат за договорами страхування життя у порівнянні з ризиковим страхуванням — на 9,22%.

Вартою аналізу є динаміка кількості українських страхових компаній (рис. 2.7).

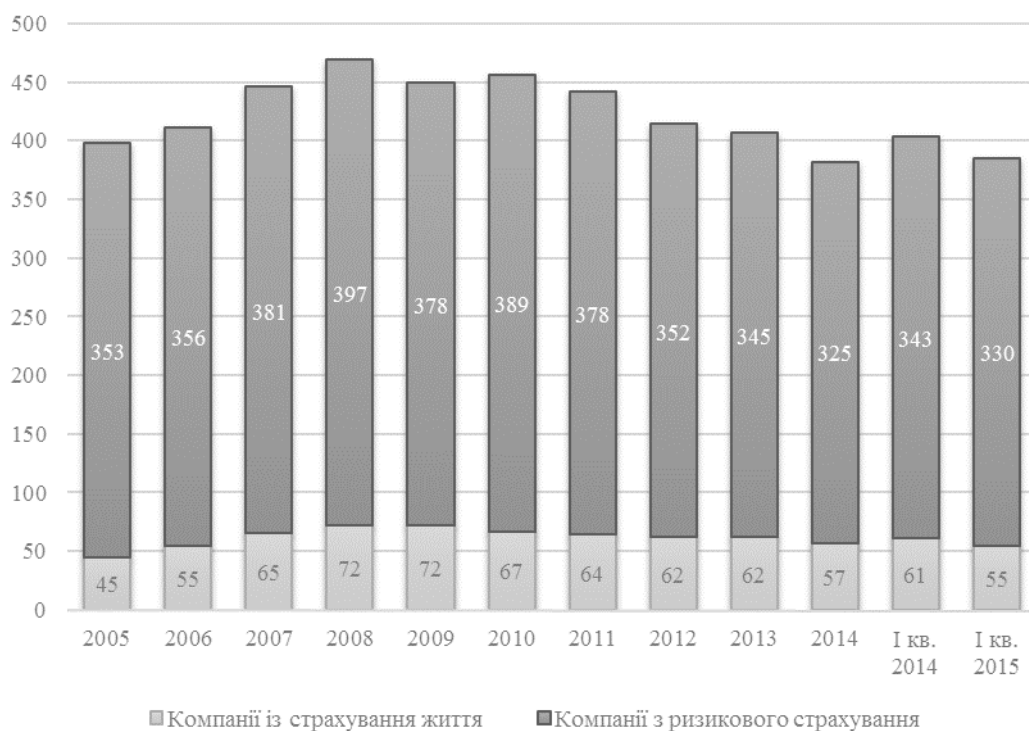


Рис. 2.7. Динаміка кількості страхових компаній

Джерело: сформовано на основі [252]

Загальна кількість страхових компаній в Україні зростає впродовж 2005–2008 років з 398 до 469 за рахунок як компаній з ризикового страхування, так і компаній зі страхування життя. Внаслідок негативного впливу кризи на фінансову стійкість страховиків, а також посилення боротьби Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг (раніше — Державна комісія з регулювання ринків фінансових послуг; далі по тексті — Нацкомфінпослуг), із схемним страхуванням, кількість страховиків на українському ринку скорочувалася протягом останніх 5 років в середньому на 14 страховиків на рік. При цьому, скорочення загального числа страхових компаній відбувалося здебільшого за рахунок припинення діяльності компаній з ризикового страхування. Дані за I квартал 2015 року вказують продовження тенденції до зменшення кількості страхових компаній на ринку.

Скорочення кількості страховиків відбувалося за рахунок перевищення числа компаній, виключених з Державного реєстру фінансових установ, над включеними (рис. 2.8).

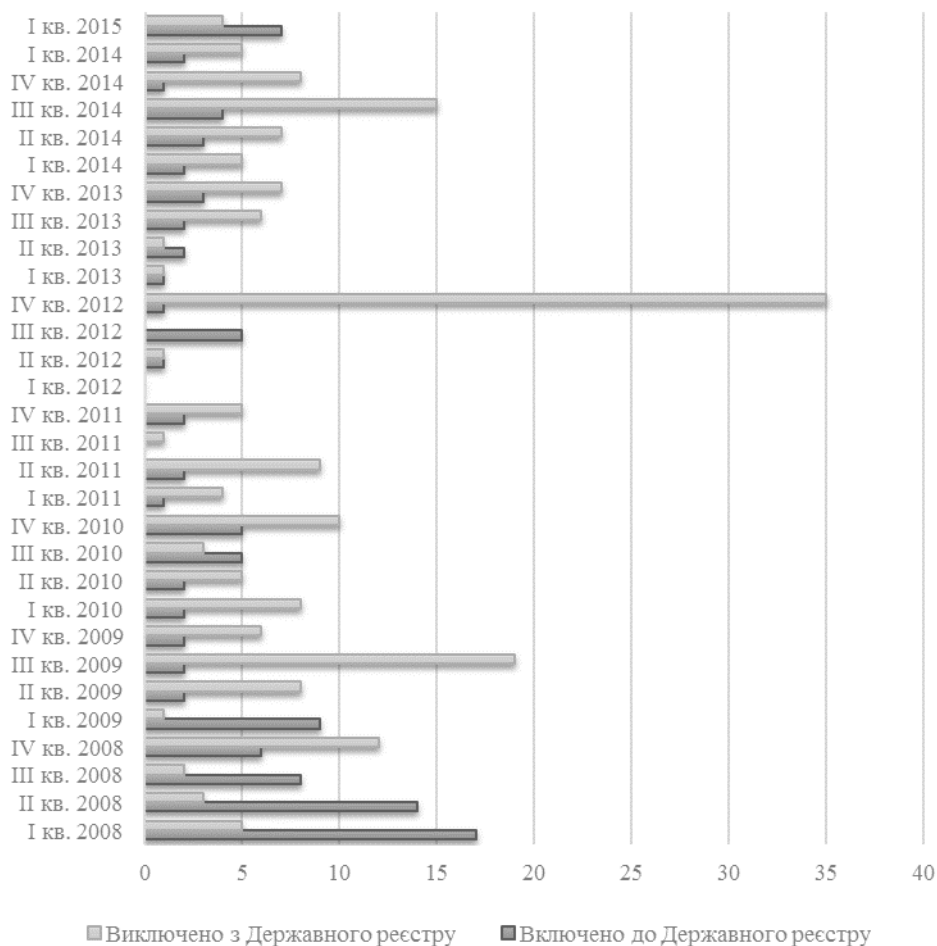


Рис. 2.8. Динаміка змін у Державному реєстрі фінансових установ (страхові компанії)

Джерело: сформовано на основі [252]

Як видно з рис. 2.8, протягом останніх 7 років відбувалася значна зміна співвідношення включених та виключених страховиків. Так, під час кризи 2008–2009 років на ринку високими були показники як виключення з Державного реєстру, так і включення компаній до нього. Для післякризового періоду характерним є зменшення та відносно збалансування включення та виключення страховиків, втім активізація дій Нацкомфінпослуг по виявленню неплатоспроможних страховиків сприяла зникненню з ринку значного числа компаній у 2012 році. Для останніх двох років характерним є перевищення кількості виключених з Державного реєстру страхових компаній над включеними до нього.



Незважаючи на вищеописані негативні тенденції в діяльності страховиків, протягом останніх 10 років на страховому ринку характерна позитивна динаміка обсягу активів компаній (рис. 2.9).

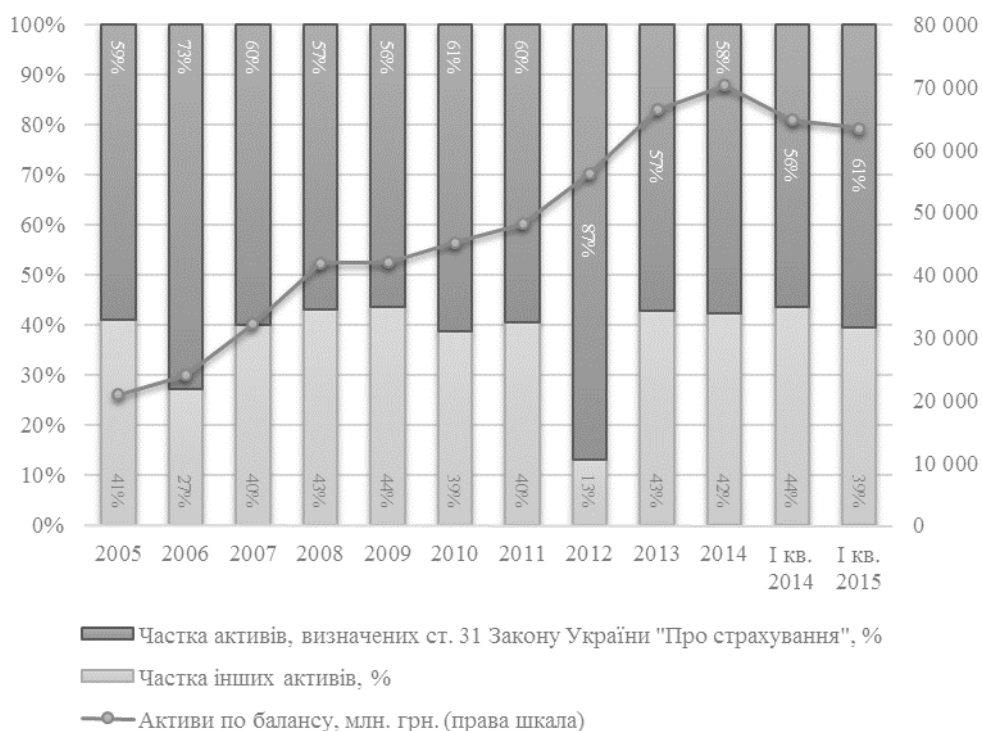


Рис. 2.9. Динаміка активів балансу страховиків

Джерело: сформовано на основі [252]

З 2005 року спостерігається зростання обсягу активів балансу українських страховиків. Протягом 2005–2008 років активів страхових компаній зросли на 79,11%. Під час кризи 2008–2009 років активи не демонстрували зростання, однак впродовж післякризового періоду позитивна динаміка відновилася. Так, протягом 2011 року активи зросли на 14,48%, 2012 року — на 15,23%, 2014 року — на 14,92%. При цьому, впродовж останньої декади пропорція між інвестиційними активами (активами, визначеними ст. 31 Закону України «Про страхування») та іншими категоріями активів майже не змінювалася та коливалася навколо співвідношення 60/40. Єдиним виключенням став 2012 рік, коли частка інвестиційних активів досягнула позначки вище 80%, що може бути пов'язано з відповіддю компаній на дії Нацкомфінпослуг.

Зважаючи на те, що наразі саме ризикове страхування грає першочергову роль в діяльності страхового ринку України, проаналізуємо детальніше показники діяльності компаній з ризикового страхування.

Упродовж останніх 5 років обсяг капіталу компаній, що здійснюють ризикове страхування, демонстрував позитивну динаміку (рис. 2.10).

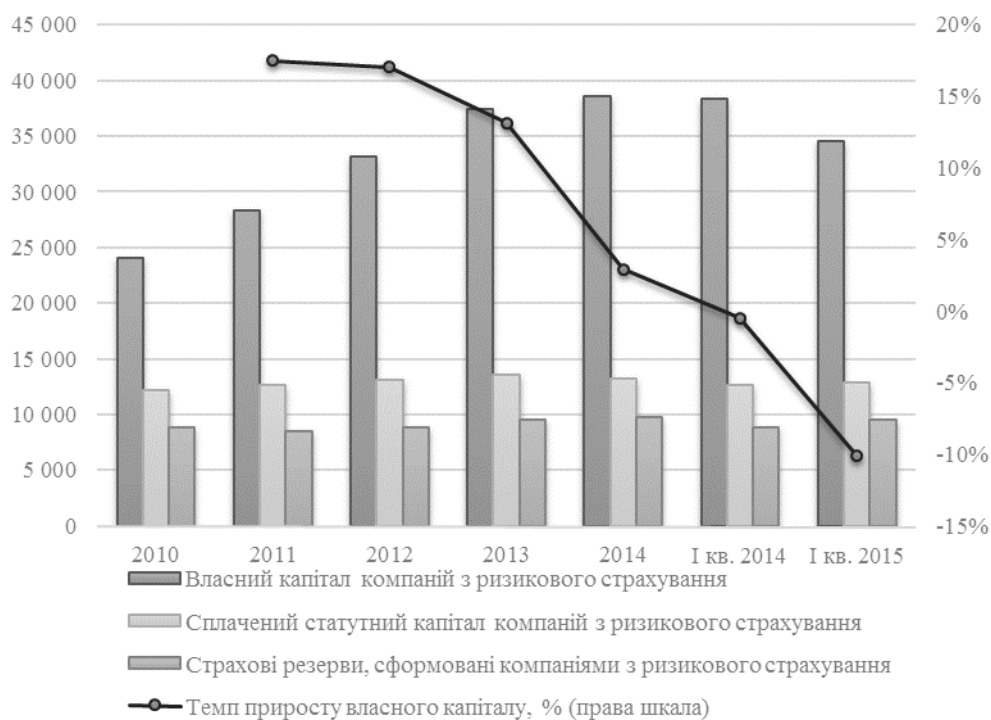


Рис. 2.10. Динаміка капіталу компаній з ризикового страхування

Джерело: сформовано на основі [252]

Середньорічний приріст обсягу власного капіталу страховиків протягом 2010–2014 років склав 12,49%. Втім, темпи його зростання зменшувалися, і за підсумками I кварталу 2015 року тенденція змінилася в негативний бік. Коливання обсягу статутного капіталу компаній з ризикового страхування були незначними і загалом відповідали динаміці створення та ліквідації страховиків. В той самий час обсяг страхових резервів демонстрував помірне зростання (в середньому на 4,58% щорічно) протягом 2011–2014 років і зберіг позитивну тенденцію в I кварталі 2015 року.

Динаміка структури активів компаній, що провадять ризикове страхування, вказує на зміну співвідношення між ключовими групами активів (рис. 2.11).

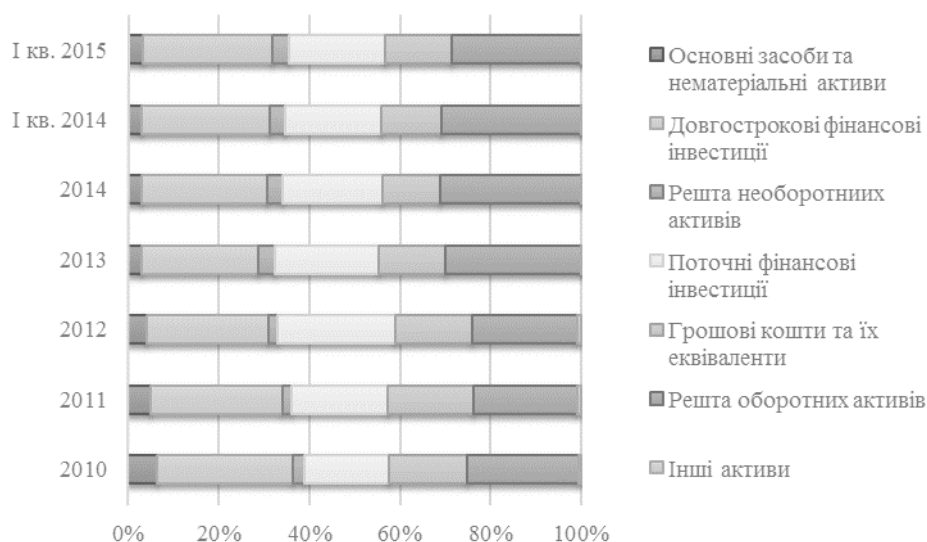


Рис. 2.11. Динаміка структури активів компаній з ризикового страхування

Джерело: сформовано на основі [252]

Протягом 2010–2013 років відбулося скорочення частки необоротних активів в балансі українських компаній із загального страхування, що позитивно вплинуло на їхню ліквідність. Зміна відбулася здебільшого за рахунок скорочення частки довгострокових фінансових інвестицій, а також зростання питомої ваги поточних фінансових інвестицій та решти оборотних активів. Втім, за результатами 2014 року та I кварталу 2015 року тенденція змінилася на протилежну. При цьому, частка грошових коштів в балансі страховиків зменшувалася впродовж всього періоду за виключенням зміни за останній рік по відношенню до I кварталу 2014 року.

На відміну від активів та капіталу, доходи компаній з ризикового страхування впродовж останніх років демонстрували падіння (рис. 2.12).

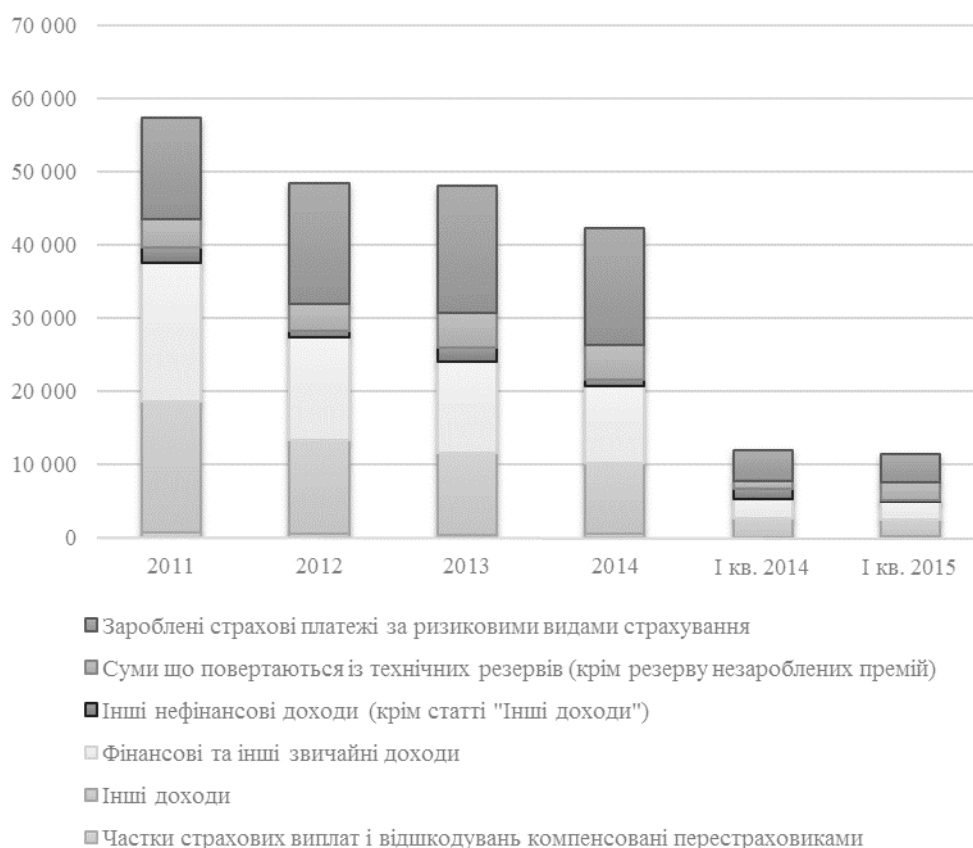


Рис. 2.12. Динаміка основних груп доходів компаній з ризикового страхування, млн. грн.

Джерело: сформовано на основі [252]

Загальний обсяг доходів страхових компаній зменшувався у 2012–2014 роках. Так, за 2012 рік падіння доходів становило 25,41%, у 2013 році — 12,12%, у 2014 році — 13,82%; негативна динаміка зберіглася і станом на кінець I кварталу 2015 року. Зменшення обсягу доходів відбулося здебільшого за рахунок скорочення фінансових та інших доходів страховиків; при цьому обсяги зароблених страхових платежів зростали.

Динаміка витрат компаній з ризикового страхування значною мірою подібна до динаміки їхніх доходів (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Динаміка основних груп витрат компаній з ризикового страхування, млн. грн.

Джерело: сформовано на основі [252]

У 2012 році відбулося падіння витрат на 14,52%. Протягом наступного року падіння виявилось незначним — на рівні 1,30%, а за результатами 2014 року витрати зросли на 1,19%. За підсумками I кварталу 2015 року прослідковується тенденція до зростання витрат у порівнянні з I кварталом 2014 року. Скорочення витрат відбувалося значною мірою за рахунок зменшення інших витрат страховиків. Страхові виплати та відшкодування, аквізиційні витрати, а також відрахування у страхові резерви майже не змінювалися. Інші операційні витрати, адміністративні витрати, а також витрати на збут демонстрували мінливу динаміку, зменшившись за результатами 2012 року та змінивши тенденцію на зростання у 2013-2015 роках.

Незважаючи на збереження позитивних агрегованих результатів діяльності компаній з ризикового страхування, їхня динаміка протягом останніх років залишається негативною (рис. 2.14).

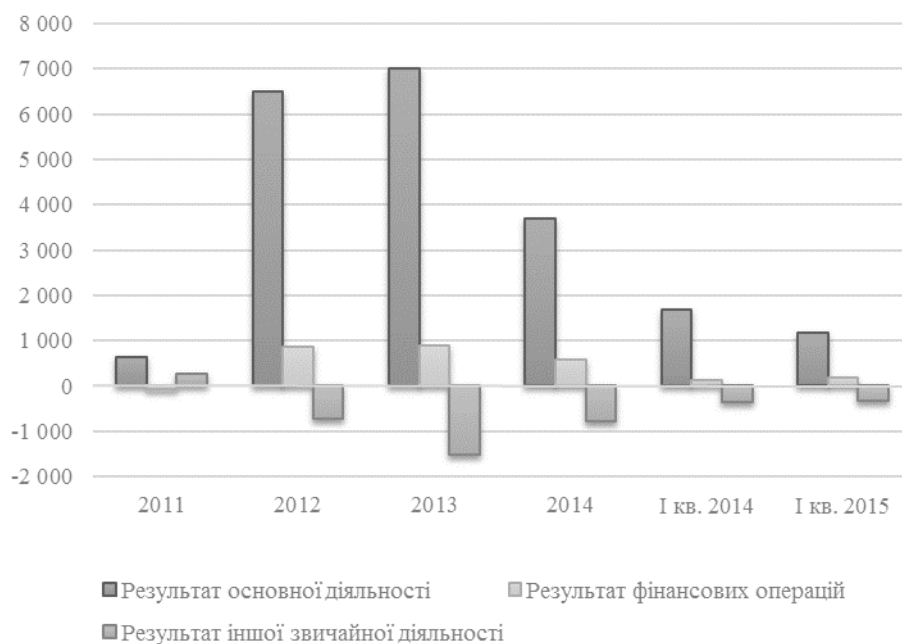


Рис. 2.14. Динаміка результатів діяльності компаній з ризикового страхування, млн. грн.

Джерело: сформовано на основі [252]

Результати основної діяльності компаній, що провадять ризикове страхування, стрімко зросли протягом 2012 року майже в 9 разів. Упродовж 2013 року зростання уповільнилося до 7,98%, а за результатами 2014 року відбулося падіння на 47,28%. Зміна показників основної діяльності пов'язана не лише з коливанням страхових доходів та витрат, а й зі зміною інших статей, таких як доходи від банківських депозитів, реалізації фінансових інвестицій тощо. Результати фінансових операцій зростали протягом 2012–2013 років, проте за підсумками 2014 року продемонстрували падіння майже на 40%. Негативний результат від іншої звичайної діяльності компаній з ризикового страхування погіршувався до 2014 року, в подальшому змінивши тенденцію на позитивну.

Агреговані фінансові результати українських компаній з ризикового страхування демонстрували двояку динаміку (рис. 2.15).

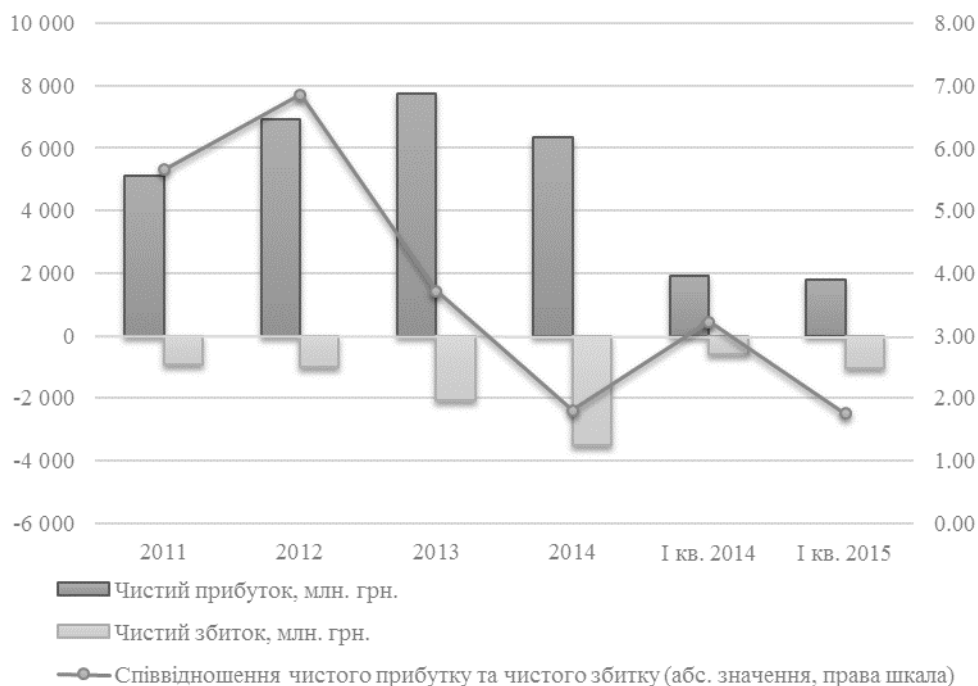


Рис. 2.15. Динаміка фінансових результатів компаній з ризикового страхування  
Джерело: сформовано на основі [252]

Протягом 2012–2013 років сукупний обсяг чистого прибутку компаній з ризикового страхування зростав на тлі стабілізації економічних умов, а в 2014 продемонстрував падіння, обумовлене наслідками розвитку конфлікту в Україні. Динаміка сукупного чистого збитку протягом 2012–2014 років була негативною і відображала зростання числа компаній з від’ємним фінансовим результатом та збільшення абсолютного значення збитків. Показовим є стрімке зменшення співвідношення між агрегованими обсягами чистого прибутку та чистого збитку з 6,85 у 2012 році до 1,80 у 2014 році, що вказує на значне погіршення результативності діяльності компаній з ризикового страхування.

Підсумовуючи аналіз поточного стану страхового ринку, можна констатувати наявність негативних тенденцій у динаміці агрегованих бізнес-показників страхових компаній, які особливо чітко прослідковуються в діяльності компаній з ризикового страхування. Серед основних проблем такі:

- скорочення доходів страхових компаній;
- зміна тенденції на зростання витрат страхових компаній;
- зростання рівня виплат;

- негативна динаміка чистого фінансового результату;
- уповільнення росту власного капіталу;
- висока частота банкрутств страховиків.

Наведені чинники несприятливо позначаються на стійкості страхового ринку. Втім, аналіз агрегованих показників не дозволяє вичерпно охарактеризувати фінансове здоров'я окремо взятих страховиків та може лише обмежено використовуватися в моделюванні процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях. Саме тому в процесі моделювання мають використовуватися дані, які характеризують діяльність окремих страхових компаній.

Інформаційною базою для формування набору показників для використання в дослідженні є фінансова звітність українських компаній з ризикового страхування. З одержанням та використанням необхідних даних пов'язано кілька проблем.

По-перше, не існує публічно доступної бази звітності страховиків, які продовжують функціонувати. Незважаючи на те, що компанії, створені у формі акціонерних товариств мають оприлюднювати фінансову звітність, число компаній, звітність яких представлена на офіційному веб-сайті Агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку України та загальнодоступній інформаційній базі даних Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку, є критично низьким. Звітні дані страхових компаній інших організаційних форм є ще менш доступними. Варто брати до уваги також той факт, що значне число українських страховиків не має власного веб-сайту. Основним джерелом фінансової звітності компаній є видання «Україна Бізнес Ревю», яке є періодичним друкованим виданням Нацкомфінпослуг. Втім, незважаючи на офіційний статус зазначеного видання, перелік представлених в ньому страхових компаній не завжди є вичерпним.

По-друге, інформація щодо страховиків, які припинили діяльність, також є обмеженою. У Комплексній інформаційній системі Держфінпослуг (назва сайту зберіглася, незважаючи на реорганізацію та перейменування регулятора у



Нацкомфінпослуг) перелік страхових компаній, виключених з Державного реєстру фінансових установ, зазначається без представлення дати виключення. Час припинення діяльності українських страховиків може бути визначений безпосередньо за рішеннями Нацкомфінпослуг, проте через проблему правонаступництва, доступними є лише рішення про виключення компаній з Державного реєстру фінансових установ починаючи з 2013 року. При цьому, точність представлення інформації у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців на сайті Державного підприємства «Інформаційно-ресурсний центр» є доволі низькою та не відповідає реальному статусу реєстрації страховиків.

По-третє, неможливо визначити реальні причини банкрутства всіх страхових компаній. Однак, зважаючи на те, що власники будь-якого бізнесу ставлять за мету продовження діяльності компаній, добровільне припинення діяльності фінансово здорових страховиків виключаємо та припускаємо, що банкрутство та ліквідація страховика є кульмінацією розвитку непереборної фінансової кризи в компанії. Неподання звітних даних для публікації також вважатимемо загрозливим виявом фінансових негараздів в страхових компаніях.

По-четверте, число страхових компаній є обмеженим у порівнянні з підприємствами інших галузей. Проблема кількісного наповнення інформаційної бази стає ще більш очевидною при зіставленні кількості активних страховиків та страховиків, що припинили діяльність. Через мізерну кількість банкрутств страховиків в окремо взятий рік у порівнянні з кількістю активних компаній, в процесі моделювання використовуватимемо звітні дані компаній, що були ліквідовані станом на кінець 2010 року.

По-п'яте, фінансова звітність може бути викривлена через так зване «креативне звітування», від чого може страждати об'єктивність результатів застосування побудованих моделей.

У процесі моделювання процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях використовуватимуться показники, розраховані на основі

фінансової звітності страхових компаній за 2010–2011 роки. Причини обрання зазначеного періоду такі:

- можливість включення найбільшого серед останніх років числа страховиків до інформаційної бази;
- обрані роки відповідають періоду відновлення стабільної діяльності страхових компаній після макроекономічної фінансової кризи;
- наявність даних за кілька років дозволяє більш ефективно оцінювати точність побудованих моделей.

Перелік страховиків для використання в дослідженні складається зі звітних даних українських компаній із ризикового страхування за 2010 (340 страховиків, у тому числі 26 страховиків-банкрутів) та 2011 (354 страховик, у тому числі 41 страховик-банкрут) роки. Завдяки формуванню значної вибірки, до неї увійшли як топові страхові компанії, так і кептивні страховики. Джерелами інформації є офіційний веб-сайт Агентства із розвитку інфраструктури фондового ринку України, публічна база даних Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері ринків фінансових послуг України, номери друкованого видання «Україна Бізнес Ревю» та корпоративні веб-сайти страховиків. Статус страховиків визначався відповідно до інформації Комплексної інформаційної системи Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері ринків фінансових послуг України, а також факту неподання звітних даних за відповідний період (відсутності у друкованому виданні Україна Бізнес Ревю та/або на офіційній веб-сторінці компанії).

Створення початкового набору індикаторів для використання в дослідженні відбувалося на базі узагальнення досвіду науковців. Так, аналіз наукових праць, присвячених моделюванню виявлення ознак фінансової кризи у страхових компаніях, а також досліджень, в яких аналізується практика побудови подібних моделей для підприємств різних галузей, дозволив сформуванню переліку із 48 показників. Варто зауважити, що до переліку не були включені індикатори, які неможливо обчислити на основі доступної звітної інформації. У табл. 2.2 наведено обрані показники, їх тип (за напрямками фінансового аналізу), відповідні

назви змінних, а також формули їх обрахунку на підставі чинних станом на 2010 рік Положень (стандартів) бухгалтерського обліку та фінансової звітності (з III кварталу 2013 року набрали чинності форми фінансової звітності нового зразка, які містять додаткові рядки та змінену нумерацію).

Таблиця 2.2

### Перелік обраних показників діяльності страхових компаній

Тип показника <sup>1</sup>	Показник	Назва змінної <sup>3</sup>	Формула обрахунку показника
С	Поточні зобов'язання / Валюта балансу	CL / TA	$\Phi 1 \text{ P.620} / \text{P. 280}$
	Власний капітал / Валюта балансу	E / TA	$\Phi 1 \text{ P.380} / \text{P.280}$
	Довгостроковий борг / Валюта балансу	LTD / TA	$\Phi 1 (\text{P.440} + \text{P.450}) / \text{P.280}$
	Нерозподілений прибуток (непокриті збитки) / Валюта балансу	RE / TA	$\Phi 1 \text{ P.350} / \text{P.280}$
	Борг / Валюта балансу	TD / TA	$\Phi 1 (\text{P.440} + \text{P.450} + \text{P.500} + \text{P.510}) / \text{P.280}$
	Зобов'язання / Валюта балансу	TL / TA	$\Phi 1 (\text{P.480} + \text{P.620}) / \text{P.280}$
	Ліквідні активи / Валюта балансу	$[\text{C} + \text{CFI} + \text{R}] / \text{TA}$	$\Phi 1 \text{ P.160}.. \text{P.240} / \text{P.280}$
	Грошові кошти / Валюта балансу	C / TA	$\Phi 1 (\text{P.230} + \text{P.240}) / \text{P.280}$
	Поточні активи / Валюта балансу	CA / TA	$\Phi 1 \text{ P.260} / \text{P.280}$
	Власні оборотні кошти / Валюта балансу	WC / TA	$\Phi 1 (\text{P.260} - \text{P.620}) / \text{P.280}$
ГК	Грошовий потік (чистий) / Борг <sup>2</sup>	NCF / D	$\Phi 3 \text{ P.400} / \Phi 1 (\text{P.440} + \text{P.450} + \text{P.500}.. \text{P.520})$
	Грошовий потік від операційної діяльності / Поточні зобов'язання	CFO / CL	$\Phi 3 \text{ P.170} / \Phi 1 \text{ P.620}$
	Грошовий потік від операційної діяльності / Валові страхові премії <sup>4</sup>	CFO / S	$\Phi 3 \text{ P.170} / \Phi 2 \text{ P.010}$
	Грошовий потік від операційної діяльності / Валюта балансу	CFO / TA	$\Phi 3 \text{ P.170} / \Phi 1 \text{ P.280}$
	Грошовий потік від операційної діяльності / Борг	CFO / D	$\Phi 3 \text{ P.170} / \Phi 1 (\text{P.440} + \text{P.450} + \text{P.500}.. \text{P.520})$
	Грошовий потік від операційної діяльності / Зобов'язання	CFO / TL	$\Phi 3 \text{ P.170} / \Phi 1 (\text{P.480} + \text{P.620})$
	Чистий грошовий потік від фінансової діяльності	CFF	$\Phi 3 \text{ P.390}$
	Чистий грошовий потік від інвестиційної діяльності	CFI	$\Phi 3. \text{ P.300}$
	Чистий грошовий потік від операційної діяльності	CFO	$\Phi 3 \text{ P.170}$
Р (оберн.)	Операційні витрати / Операційний прибуток	OE / OI	$\Phi 2 \text{ P.280} / \text{P.100}(105)$
Р	Прибуток до сплати відсотків і податків / Валюта балансу	EBIT / TA	$\Phi 2 (\text{P.220}(225) + \text{P.180} + \text{P.140}) / \Phi 1 \text{ P.280}$
	Інвестиційний прибуток / Інвестовані активи	$\Pi / [\text{C} + \text{CFI} + \text{LTFI}]$	$\Phi 2 \text{ P.110}.. \text{P.130} / \Phi 1 (\text{P.040} + \text{P.045} + \text{P.220}.. \text{P.240})$
	Чистий прибуток / Власний капітал	NI / E	$\Phi 2 \text{ P.220}(225) / \Phi 1 \text{ P.380}$
	Чистий прибуток / Валові страхові премії	NI / S	$\Phi 2 \text{ P.220}(225) / \text{P.010}$
	Чистий прибуток / Валюта балансу	NI / TA	$\Phi 2 \text{ P.220}(225) / \Phi 1 \text{ P.280}$
	Операційний прибуток / Валові страхові премії	NOI / GP	$\Phi 2 \text{ P.100}(105) / \text{P.010}$
	Операційний прибуток / Валюта балансу	OI / TA	$\Phi 2 \text{ P.100}(105) / \Phi 1 \text{ P.280}$

Тип показника	Показник	Назва змінної	Формула обрахунку показника
О (оберн.)	Ліквідні активи / Валові страхові премії	$[C+CFI+R] / S$	$\Phi 1 P.160..P.240 / \Phi 2. P.010^*$
	Поточні активи / Валові страхові премії	CA / S	$\Phi 1 P.260 / \Phi 2 P.010$
	Власний капітал / Валові страхові премії	E / S	$\Phi 1 P.380 / \Phi 2 P.010$
	Запаси / Валові страхові премії	I / S	$\Phi 1 P.100..P.140 / \Phi 2 P.010$
	Власні оборотні кошти / Валові страхові премії	WC / S	$\Phi 1 (P.260 - P.620) / \Phi 2 P.010$
О	Валові страхові премії / Власний капітал	GP / E	$\Phi 2 P.010 / \Phi 1 P.380$
	Валові страхові премії / Валюта балансу	NS / TA	$\Phi 2 P.010 / \Phi 1 P.280$
ЛК	Грошові кошти / Поточні зобов'язання	C / CL	$\Phi 1 (P.230 + P.240) / P.620$
	Коефіцієнт швидкої ліквідності	QR	$\Phi 1 P.100..P.240 / P.620$
Л	Власний капітал / Зобов'язання	E / TL	$\Phi 1 P.380 / (P.480 + P.620)$
	Страхові резерви (чисті) / Власний капітал	NIR / E	$\Phi 1 (P.415 - P.416) / P.380$
	Борг / Власний капітал	TD / E	$\Phi 1 (P.440 + P.450 + P.500 + P.510) / P.380$
І	Власні оборотні кошти / Власний капітал	WC / E	$\Phi 1 (P.260 - P.620) / P.380$
	Прибуток до сплати відсотків і податків / Відсотки	EBIT / I	$\Phi 2 (P.220(225) + P.180 + P.140) / P.140$
	Інвестиційні витрати / Ліквідні активи	IE / $[C+CFI+R]$	$\Phi 2 (P.150 + P.160) / \Phi 1 P.160..P.240$
	Ліквідні активи / Страхові резерви (чисті)	$[C+CFI+R] / NIR$	$\Phi 1 P.160..P.240 / (P.415 - P.416)$
	Валюта балансу (натуральний логарифм)	ln(TA)	$\ln(\Phi 1 P.280)$
	Рівень виплат	PR	$\Phi 2 P.025 / P.010$
Д	Ріст чистого доходу	GP Gr	$\Phi 2 (P.010_t - P.010_{t-1}) / P.010_{t-1}$
	Приріст власного капіталу	E Gr	$\Phi 1 (P.380_t - P.380_{t-1}) / P.380_{t-1}$
	Приріст ліквідних активів	$[C+CFI+R] / Gr$	$\Phi 1 (p.160..P.240)_t - (P.160..P.240)_{t-1} / (P.160..P.240)_{t-1}$

<sup>1</sup> ГК – рух грошових коштів, Д – показники динаміки, І – інші, Л – леверидж, ЛК – ліквідність, О – оборотність, Р – рентабельність, СА – показники структури.

<sup>2</sup> Надалі — якщо чисельник є показником потоку, а знаменник запасу (і навпаки), береться середнє значення показника запасу для відповідності одиниць виміру.

<sup>3</sup> В процесі моделювання також використовуватимемо повні назви англomовні змінних.

<sup>4</sup> Курсивом виділено показники, притаманні страховій діяльності.

Джерело: узагальнено автором

На основі запропонованого переліку показників можна всебічно оцінити фінансовий стан страховика завдяки врахуванню таких напрямків аналізу:

- структури та динаміки показників балансу та звіту про фінансові результати;
- індикаторів руху грошових коштів;
- операційної, інвестиційної та чистої рентабельності;
- оборотності основних категорій активів та капіталу;
- ліквідності;
- фінансового ризику (левериджу);

– деяких інших показників, зокрема притаманних лише страховій діяльності.

Розрахуємо описову статистику індикаторів за 2010 рік за класами активних страховиків (табл. 2.3) та страховиків-банкрутів (табл. 2.4). Варто зауважити, що в процесі розрахунку було визначено та вилучено змінні зі значним числом пропусків даних з метою уникнення необхідності обмеження числа спостережень інших змінних. Серед виключених показників такі:  $NCF / D$ ,  $CFO / D$ ,  $EBIT / I$ .

Порівняння середнього значення та медіани дозволяє стверджувати, що більшість показників мають несиметричний розподіл. Змінними, що мають майже рівні медіани та середні значення, є  $[C+CFI+R] / TA$ ,  $CA / TA$ ,  $\ln(TA)$ ,  $WC / E$ .

Наявність значних відмінностей між розмахом значень та міжквартильною відстанню для багатьох змінних вказує на присутність викидів у вибірці та є ознакою невідповідності розподілу значень показників нормальному розподілу.

Для більшості змінних коефіцієнт варіації є значно вищим за 25%, що вказує на високе варіювання значень індикаторів діяльності страховиків. Відносно невисоку мінливість мають лише показники  $\ln(TA)$  та  $E / TA$ .

Значення коефіцієнтів асиметрії та ексцесу також підтверджують припущення, що розподіл значень показників не є нормальним. Так, більша частина змінних має позитивну асиметрію, тобто значення розтягнуті в додатному напрямку. Лише декілька індикаторів, а саме  $[C+CFI+R] / TA$ ,  $CA / TA$ ,  $WC / TA$ , мають значення коефіцієнта асиметрії близьке до нуля.

Таблиця 2.3

### Описова статистика показників активних страховиків (2010 рік)

Змінна	Число спост.	Середнє знач.	Медіана	Розмах значень	Квартільна відстань	Коеф. варіації	Коеф. асиметрії	Коеф. ексцесу
CL / TA	314	0,087	0,026	0,9068794	0,095	160,141	2,588	7,636
E / TA	314	0,794	0,877	0,9179621	0,302	26,996	-1,139	0,394
LTD / TA	314	0,009	0,000	0,7096262	0,000	576,964	9,409	109,168
RE / TA	314	0,081	0,048	3,9801469	0,198	407,758	-3,455	29,003
TD / TA	314	0,022	0,000	0,5429261	0,000	334,792	4,805	26,129
TL / TA	314	0,100	0,031	0,9068794	0,127	151,973	2,341	5,935
$[C+CFI+R] / TA$	314	0,493	0,457	0,9999970	0,682	71,289	0,108	-1,459
C / TA	314	0,171	0,086	0,9570107	0,215	126,455	1,705	2,331
CA / TA	314	0,498	0,472	0,9999976	0,686	70,932	0,093	-1,462
WC / TA	314	0,410	0,357	1,7982582	0,647	86,462	0,090	-0,827
CFO / CL	307	-2,765	0,000	1163,9900589	0,000	-2264,152	-17,023	295,792
CFO / S	299	1,218	0,000	462,8492647	0,000	2075,507	16,871	289,434

Змінна	Число спост.	Середнє знач.	Медіана	Розмах значень	Кварт. відстань	Коеф. варіації	Коеф. асиметрії	Коеф. ексцесу
CFO / TA	314	-0,002	0,000	1,0727014	0,000	-5428,123	-2,816	30,394
CFO / TL	308	-2,773	0,000	1163,9900589	0,000	-2253,926	-17,051	296,774
CFF	314	1807,892	0,000	306937,2000000	0,000	1014,260	14,436	227,722
CFI	314	-392,570	0,000	279227,0000000	0,000	-3386,211	0,340	91,221
CFO	314	-29,268	0,000	105724,8000000	0,000	-25015,504	-0,979	30,526
OE / OI	308	25,579	0,444	7838,1948925	4,890	1707,872	17,382	304,044
EBIT / TA	314	0,048	0,019	2,1734238	0,085	369,253	2,013	19,334
II / [C+CFI+LTFI]	313	0,581	0,107	35,0027492	0,524	381,666	12,582	188,269
NI / E	314	0,043	0,007	3,3072349	0,079	595,328	1,805	18,667
NI / S	299	4,700	0,070	10283,9871795	0,552	9838,708	11,880	208,223
NI / TA	314	0,029	0,005	2,2092198	0,061	587,957	2,135	22,224
NOI / GP	299	-4,769	0,090	827,6910758	0,556	-1054,836	-14,671	231,225
OI / TA	314	0,033	0,009	1,1945040	0,061	348,036	1,551	8,838
[C+CFI+R] / S	299	314,556	2,330	63068,7878431	6,231	1176,890	16,439	278,000
CA / S	299	314,660	2,356	63068,7925339	6,206	1176,500	16,439	277,999
E / S	299	648,169	6,367	61879,4959500	21,159	784,145	11,057	127,565
I / S	299	0,025	0,003	2,3249756	0,010	584,725	13,018	192,447
WC / S	299	284,972	1,550	61986,5918803	4,999	1261,764	16,659	283,429
GP / E	314	0,457	0,142	5,0261228	0,475	173,590	3,073	10,889
NS / TA	314	0,255	0,118	4,1727366	0,307	155,514	4,522	33,589
C / CL	312	0,427	0,377	1,0000000	0,650	79,469	0,259	-1,403
QR	306	185,050	9,984	12527,4166667	37,966	555,356	9,120	91,660
E / TL	307	377,895	25,331	12548,6595383	127,953	355,800	5,773	37,869
NIR / E	314	0,201	0,052	2,7850049	0,194	180,507	3,370	14,479
TD / E	314	0,042	0,000	2,0800888	0,000	408,887	7,575	72,697
WC / E	314	0,544	0,507	12,7824312	0,885	153,879	-5,794	73,153
IE / [C+CFI+R]	312	1,723	0,122	151,0899185	0,949	539,096	13,861	217,492
[C+CFI+R] / NIR	296	-1568,849	4,654	1668718,686870	13,716	-4690,963	-11,753	210,662
ln(TA)	314	10,718	10,501	6,6515662	1,763	11,288	0,645	0,083
PR	299	0,090	0,000	9,2674651	0,000	633,009	14,464	231,459
GP Gr	300	2,576	-0,040	307,1376876	0,734	826,562	12,069	157,552
E Gr	312	1918,248	0,012	598431,8038108	0,150	1766,155	17,664	312,000
[C+CFI+R] Gr	310	5,486	1,084	658,0865356	0,803	829,816	12,848	169,231

Джерело: розраховано автором

Значення коефіцієнтів ексцесу вказують на те, що розподіл значень переважної більшості показників має гостру вершину. Плоскіший розподіл є характерним для індикаторів  $[C+CFI+R] / TA$ ,  $C / CL$ ,  $CA / TA$ ,  $WC / TA$ . Лише показник  $\ln(TA)$  має коефіцієнт ексцесу близький до нуля.

Застосування тесту Шапіро—Вілка підтвердило припущення про невідповідність розподілу значень кожного з показників нормальному розподілу, що обмежує використання класичних статистичних методів у даному дослідженні.

Проаналізуємо описову статистику індикаторів діяльності страховиків, що зазнали краху станом на кінець 2010 року (через розтягнутість юридичного

процесу визнання страховиків банкрутами та їх ліквідації, може можлива невідповідність між кількістю виключених з реєстру страховиків за даними оглядів ринку, статусів у реєстрах тощо) (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

## Описова статистика показників страховиків-банкрутів (2010 рік)

Змінна	Число спост.	Середнє знач.	Медіана	Розмах значень	Квартільна відстань	Коеф. варіації	Коеф. асиметрії	Коеф. ексцесу
CL / TA	26	0,138	0,002	64329,84595	0,009	253,717	3,051	10,001
E / TA	26	-19,888	0,982	3,331132	0,088	-529,317	-5,099	25,998
LTD / TA	26	0,000	0,000	2,5592626	0,000	509,902	5,099	26,000
RE / TA	26	-6431,355	0,000	1,5294043	0,142	-509,883	-5,099	26,000
TD / TA	26	0,000	0,000	2101,719028	0,000	507,435	5,099	25,999
TL / TA	26	0,139	0,002	1,9495787	0,015	252,618	3,046	9,958
[C+CFI+R] / TA	26	0,632	0,803	1	0,981	66,454	-0,697	-1,304
C / TA	26	0,004	0,000	0,0400702	0,004	206,952	3,139	11,254
CA / TA	26	0,636	0,803	2,5581777	0,981	65,946	-0,727	-1,260
WC / TA	26	0,498	0,667	1	0,983	103,781	-0,862	0,474
CFO / CL	25	-2,301	0,000	3077,153751	0,000	-433,895	-4,772	23,265
CFO / S	17	-180,942	0,000	0,1637222	0,000	-412,261	-4,123	17,000
CFO / TA	26	0,002	0,000	51,4178592	0,000	1040,308	3,719	19,164
CFO / TL	25	-2,301	0,000	1	0,000	-433,895	-4,772	23,265
CFF	26	0,038	0,000	16,9539424	0,000	509,902	5,099	26,000
CFI	26	-582,473	0,000	0,0060015	0,000	-507,371	-5,095	25,975
CFO	26	517,281	0,000	15,3246726	0,000	558,218	5,064	25,763
OE / OI	21	-0,972	-0,944	167210,0995	2,779	-398,269	0,706	5,555
EBIT / TA	26	-0,131	0,000	163936,3946	0,022	-389,042	-2,672	8,053
II / [C+CFI+LTFI]	24	0,711	0,000	15244,8	0,483	249,937	3,467	13,232
NI / E	26	0,466	0,000	3027,999338	0,006	575,457	4,718	23,430
NI / S	17	-154,305	0,250	0,8792931	7,391	-546,852	-2,993	12,080
NI / TA	26	-0,131	0,000	21,5938228	0,021	-388,200	-2,671	8,046
NOI / GP	17	-178,413	0,056	1,1936619	2,297	-411,443	-4,123	17,000
OI / TA	26	0,022	0,000	0,0091752	0,006	832,732	3,847	19,321
[C+CFI+R] / S	17	532,010	107,790	3857,695	340,443	193,003	2,568	6,810
CA / S	17	532,223	107,790	1,5294043	340,491	192,969	2,566	6,800
E / S	17	4067,574	142,582	10,1755885	342,216	381,982	4,116	16,956
I / S	17	0,212	0,000	18060	0,048	360,144	4,077	16,723
WC / S	17	336,813	77,019	3857,695	340,248	182,610	2,355	4,792
GP / E	26	-0,013	0,002	3,1666667	0,008	-3723,025	-1,811	13,975
NS / TA	26	0,050	0,002	180102,754	0,009	348,787	4,677	22,704
C / CL	25	0,132	0,001	1	0,019	225,778	2,409	4,806
QR	23	10764,690	114,915	0,0035784	1414,873	358,002	4,271	18,909
E / TL	23	9472,406	246,988	0,4855251	1424,146	363,207	4,506	20,835
NIR / E	26	-0,038	0,000	8,0392157	0,012	-723,033	-2,203	7,929
TD / E	26	0,000	0,000	1,5766423	0,000	506,932	5,099	25,998
WC / E	26	0,631	0,748	0,3231162	0,989	73,437	-0,164	-1,080
IE / [C+CFI+R]	25	0,724	0,000	1	0,787	209,783	2,689	7,781
[C+CFI+R] / NIR	16	1777,193	38,403	15568,4	165,297	273,972	3,042	9,228
ln(TA)	26	9,695	9,729	4374,4506	1,291	29,897	-2,940	13,626
PR	17	0,031	0,000	50,7670159	0,000	291,693	2,920	8,036
GP Gr	13	-0,842	-0,925	6,3818913	0,347	-22,008	0,848	-0,990
E Gr	25	0,157	0,000	1,5717022	0,022	1069,578	4,112	19,944
[C+CFI+R] Gr	25	3,906	1,000	50,7670159	0,338	272,055	4,068	17,241

Джерело: розраховано автором

Порівняння середнього значення та медіани вказує на менший вияв несиметричності розподілу значень показників страховиків-банкрутів у порівнянні з активними страховими компаніями. Однак це пов'язано зі значним числом нульових значень індикаторів. Як у випадку з активними страховиками, для страхових компаній-банкрутів характерним є значне перевищення розмаху вибірки над міжквартильною відстанню, що вказує на наявність викидів та потенційну невідповідність нормальному розподілу.

Аналіз коефіцієнта варіації вказує на високу варіацію значень показників. На відміну від ситуації з активними страховиками, для страховиків-банкрутів характерним є приблизно однакова кількість ознак, що демонструють позитивну та негативну асиметрію. Значення коефіцієнту ексцесу вказує на гостроконечність розподілів значень індикаторів діяльності більшості страхових компаній.

Відповідно до результатів застосування тесту Шапіро—Вілка, значення жодної із змінних не є нормально розподіленими.

Доречним є також проведення аналізу взаємних кореляцій між ознаками (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

#### Парні кореляції між показниками діяльності страховиків (2010 рік)

Клас компаній	Кількість високо корельованих пар рік (значущі кореляції $\geq  0,4 $ )
Страховики-банкрути (кризові страховики)	208
Активні (фінансово здорові) страховики	58
Об'єднана вибірка	58

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 2.5, обрані змінні є високо корельованими між собою. Особливо значною є кількість взаємно корельованих пар показників у класі страховиків-банкрутів. Подібні результати вказують на наявність проблеми мультиколінеарності та необхідність обмеження кількості змінних для використання в процесі моделювання.

Підсумки математико-статистичного аналізу бізнес-індикаторів українських компаній з ризикового страхування вказують на наявність суттєвих проблем з



даними, серед яких такі: наявність викидів у більшості змінних; висока варіативність, асиметрія та ексцес розподілу значень показників і, як наслідок, низька репрезентативність середніх, мінімальних та максимальних значень індикаторів; невідповідність розподілу значень показників нормальному розподілу; наявність значущих взаємних кореляцій між індикаторами.

Подібні результати вказують на обмежену можливість застосування класичних статистичних методів і моделей процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України, а також на необхідність скорочення початкового переліку показників для обмеження мультиколінеарності та виключення з аналізу індикаторів, що дублюють одне одного.

Таким чином, протягом останніх років динаміка показників діяльності українських страхових компаній була мінливою. Зокрема, протягом 2010–2013 років страховий ринок демонстрував відновлення після кризи: зростали обсяги зібраних страхових премій, зменшувався рівень виплат, зростав обсяг активів та фінансові результати діяльності страховиків. Втім, погіршення соціально-економічних умов в Україні з кінця 2013 року обмежило позитивні тенденції в функціонуванні страхових компаній.

Аналіз агрегованих показників діяльності українських компаній вказав на такі проблеми, як зменшення доходів, зростання збитковості операційної діяльності, погіршення фінансових результатів, скорочення обсягів власного капіталу та зростання темпів банкрутства страховиків. Всі наведені фактори негативно впливають на стійкість страхового ринку.

Результати математико-статистичного аналізу показників діяльності окремих страховиків вказали на невідповідність їхніх характеристик ключовим вимогам застосування класичних статистичних методів і моделей. Так, вибірка є непропорційною, розподіл значень обраних бізнес-індикаторів є несиметричним та гостроконечним, у вибірках присутні викиди, а тести вказують на ненормальність розподілу значень показників. Окрім цього, більшість індикаторів високо корельовані між собою.

## **2.2. Розробка комплексу економіко-математичних моделей виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях**

На основі результатів аналізу досвіду застосування методів і моделей процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях, а також враховуючи завдання дослідження та виявлені обмеження, здійснимо вибір методів, за допомогою яких буде відбуватися побудова ключових процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях.

Основними цілями виявлення ознак фінансової кризи в страховій компанії є одержання об'єктивного та точного результату, тому високі класифікаційні і прогностні властивості моделей є пріоритетними. При цьому, необхідно враховувати, що одержання результативної моделі можливе лише за умови врахування всіх обмежень, вимог та припущень відповідного методу. Саме тому, вимогливість до характеристик даних часто слугує найбільшим обмеженням для застосування певного методу на практиці.

Невіддільною умовою спрямованості на одержання об'єктивного результату є необхідність отримання фіксованої структури розроблених моделей. Оскільки результати моделювання використовуються для прийняття рішень, множинність та суперечливість результатів моделювання може розглядатися в якості недоліку.

У бізнес-практиці як правило вимагається застосування методів невисокої складності, структура яких може бути інтерпретована управлінцями та використана не лише в процесах виявлення ознак фінансової кризи, а й для реагування на фінансову кризу та навчання на ній. Тобто моделі процесів антикризового фінансового управління мають бути одночасно прозорими та відносно нескладними.

Узагальнимо важливі характеристики методів, що застосовуються в моделюванні процесів антикризового фінансового управління (табл. 2.6).

## Порівняння характеристик методів і моделей

Метод		Точність	Вимогливість до даних	Фіксована структура	Прозора структура	Складність	Можливість використання (В – виявлення, Р – реагування, Н – навчання)
Класичні статистичні методи	Моделі однієї змінної	Низька	Низька	Так	Так	Низька	В / Р
	Індексні моделі	Низька	Низька	Так	Так	Низька	В / Р
	Множинний дискримінантний аналіз	Висока	Висока	Так	Ні	Середня	В / Р (обмежено)
	Моделі умовної ймовірності	Висока	Середня	Так	Так	Середня	В / Р
Методи штучного інтелекту	Штучні нейронні мережі	Висока	Висока	Ні	Ні	Висока	В
	Дерева рішень	Середня	Середня	Так	Так	Низька	В / Р
	Еволюційні алгоритми	Низька	Середня	Ні	Так	Середня	В / Р
	Метод приблизних множин	Низька	Середня	Ні	Так	Середня	В / Р
	Метод опорних векторів	Висока	Низька	Так	Ні	Висока	В
	Міркування на основі минулих спостережень	Середня	Низька	Так	Ні	Низька	В / Н
Імітаційне моделювання	Системна динаміка	Низька	Середня	–	Так	Середня	В (обмежено) / Р / Н

Джерело: узагальнено автором

Беручи до уваги описані критерії та характеристики методів і моделей, найбільш прийнятними для використання в дослідженні є такі:

- Для побудови моделей виявлення ознак фінансової кризи:
  - метод опорних векторів (висока точність, низькі вимоги до даних, фіксована структура);
  - дерева рішень (невисокі вимоги до даних, прозора фіксована структура моделей, простота, середня точність);
  - моделі умовної ймовірності (висока точність, прозора фіксована структура моделей, відносна простота, середні вимоги до даних).

2. Для побудови моделей реагування на фінансову кризу та навчання з кризи:

- системна динаміка (прозора структура, можливість тестування альтернатив, наявність засобів для створення систем навчання).

Процес моделювання розпочнемо з побудови моделей виявлення ознак фінансової кризи.

*Метод опорних векторів.* Метод опорних векторів використовуватимемо для класифікації страховиків. Опишемо типову задачу класифікації у термінах ідей теорії машинного навчання PAC (Probably Approximately Correct-learning) Л. Валіанта (на основі [23]). Формальна постановка задачі базується на ймовірнісних припущеннях. Нехай кожен випадок  $x$ , представлений для навчання та перевірки, є елементом деякої множини  $Q$  (забезпеченої полем борелівських множин) і генерується деяким невідомим розподілом ймовірностей  $P$  на  $Q$ . Також припускається, що розподіл випадків є незалежним і однаковим відповідно до  $P$  [23].

Кожен із випадків  $x$  має мітку — вияв ознаку належності до певного класу. Мітки класів утворюють множину  $D$  і задаються за допомогою невідомої функції  $c \in C$  типу  $c : Q \rightarrow D$ , яка називається концептом:  $c(x)$  є міткою  $x$ .

Нехай по деякій випадковій вибірці  $S = ((x_1, c(x_1)), \dots, (x_l, c(x_l)))$ , породженій розподілом  $P$ , побудовано гіпотезу  $h = h_s$ , яка виражає належність об'єктів  $x$  до класів (підмножин  $Q$ ), породжених невідомим концептом  $c$ . У цьому випадку помилка гіпотези  $h$  визначається як  $err_p(h) = P\{h(x) \neq c(x)\}$  [23, с.19-20].

Необхідно знайти таку гіпотезу  $h$ , для якої ймовірність події, яка полягає у тому, що помилка  $err_p(h)$  є значною, залишається малою, або можна стверджувати, що гіпотеза  $h$  ймовірно приблизно вірна (англ., probably approximately correct). Ступінь приблизності кількісно виражається за допомогою параметра  $\varepsilon$ : має виконуватися нерівність  $err_p(h) \leq \varepsilon$ ; ступінь ймовірності виражається рівнем довіри  $\delta$ , тобто нерівність  $err_p(h) \leq \varepsilon$  має виконуватися з ймовірністю не меншою ніж  $1 - \delta$ .

Алгоритм  $A$  відновлює клас концептів  $C$  за допомогою класу гіпотез  $H$ , якщо для довільного концепту  $c \in C$  і будь-якого розподілу ймовірностей  $P$  на випадках  $x$ , та для довільних  $\varepsilon \in (0, 1/2)$  та  $\delta \in (0, 1/2)$  виконується наступне:

- алгоритм  $A$  одержує у вигляді вхідних даних навчальну вибірку, яка складається з випадкових пар  $(x, c(x))$  незалежно і однаково розподілених по  $P$ , число яких поліноміально залежить від  $1/\varepsilon$  та  $1/\delta$ ;
- алгоритм  $A$  видає у якості результату функцію  $h$ , для якої  $err_p(h) \leq \varepsilon$  з ймовірністю не менше  $1 - \delta$ .

У такому випадку клас концептів  $C$  є PAC-вивчальним (PAC-learnable) [23, с. 20].

У сучасній статистичній теорії машинного навчання поширене формулювання наведеної задачі без використання поняття концепту. Замість цього, припускається лише, що пари  $(x, y)$  об'єктів  $x$  та їхніх міток  $y$  однаково та незалежно розподілені відповідно до певного невідомого ймовірнісного розподілу  $P$  на множині  $Q \times D$ .

Припускається, що вибірка  $S = ((x_1, y_1), \dots, (x_l, y_l))$  породжується деяким джерелом, основне припущення стосовно якого полягає у тому, що на парах  $(x, y)$ , або на просторі  $Q \times D$ , задано розподіл ймовірностей  $P$ , а пари  $(x_i, y_i)$ , що утворюють вибірку  $S$ , однаково та незалежно розподілені. Відповідно на множині  $(Q \times D)^l$  задано розподіл ймовірностей  $P^l = P \times P \times \dots \times P$  [23, с. 21].

Правило або функція (гіпотеза) класифікації — це функція типу  $h: Q \rightarrow D$ , яка розбиває елементи  $x_i \in X$  на декілька класів. Функція  $h$  також називається класифікатором, або правилом рішення. У даному випадку, розглядатиметься бінарна класифікація  $D = \{-1, 1\}$  (використовують також варіант представлення  $D = \{0, 1\}$ ), а функція  $h: Q \rightarrow D$  називається індикаторною функцією. Тоді вся вибірка  $S$  розбивається на дві підвибірки:  $S^+ = ((x_i, y_i): y_i = 1)$  — позитивні випадки (перший клас, у цьому дослідженні відповідає класу «1» кризових

страховиків) та  $S^- = ((x_i, y_i): y_i = -1)$  — негативні випадки (другий клас, у цьому дослідженні відповідає класу «0» фінансово здорових страховиків).

Індикаторну функцію класифікації  $h$  можна задати за допомогою деякої функції  $f$  та числа  $r \in R$ :

$$h(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f(x) > r, \\ -1, & \text{у інших випадках.} \end{cases}$$

Пари  $(x, y)$  є реалізаціями випадкової величини  $(X, Y)$ , яка має розподіл ймовірностей  $P$ . Щільність розподілу  $P$  позначається як  $P(x, y)$ . Передбачувальна (прогнозна) здатність класифікаційної функції оцінюється на основі помилки класифікації, яка визначається як ймовірність неправильної класифікації

$$err_p(h) = P\{h(X) \neq Y\} = P\{(x, y): h(x) \neq y\},$$

де  $h(x)$  — функція від випадкової величини  $X$  також є випадковою величиною, тому можна розглядати ймовірність події  $\{h(X) \neq Y\}$ .

Основна задача при вирішенні задачі класифікації — для заданих класів функцій класифікації  $H$  побудувати оптимальний класифікатор — таку функцію  $h \in H$ , при якій помилка класифікації  $err_p(h)$  є найменшою у класі  $H$ .

Як правило відбувається класифікація  $n$ -вимірних векторів — елементів множини  $R^n$ , де  $R$  — множина дійсних чисел;  $D$  — кінцева множина з незначною кількістю елементів. Розмірність  $n$  евклідового простору  $R^n$  є як правило значною у порівнянні з числом класів. Вирішення задачі класифікації відбувається на основі навчальної вибірки  $S = ((\mathbf{x}_1, y_1), \dots, (\mathbf{x}_p, y_p))$ , де  $\mathbf{x}_i \in Q$  — вектор евклідового простору  $R^n$  великої розмірності  $n$ ,  $y_i$  — елемент скінченної множини  $D$  з невеликим числом елементів (мітка класу, як правило  $y_i \in \{-1, 1\}$ ). Елементи  $y_i \in D$  визначають класи об'єктів  $\mathbf{x}_i$  [23, с. 20-23].

Опишемо детальніше побудову класифікатора на основі методу опорних векторів. Задача класифікації на основі методу опорних векторів полягає у знаходженні оптимальної розділювальної гіперплощини у просторі ознак високої розмірності [23, с. 88]. При цьому під оптимальністю розуміється мінімізація верхніх оцінок ймовірності помилки узагальнення (передбачення).

У більшості випадків досліджувані класи спостережень не можуть бути розділені прямою без помилок, тому представимо процедуру побудови опорних векторів для нерозділюваного випадку (на основі [139, с. 418–424]; на відміну від авторів [139] виділятимемо вектори напівжирним).

Нехай навчальна вибірка складається з  $N$  пар  $(\mathbf{x}_1, y_1), (\mathbf{x}_2, y_2), \dots, (\mathbf{x}_N, y_N)$ , де  $\mathbf{x}_i \in R^n$ ,  $y_i \in \{-1, 1\}$ . Гіперплощину визначаємо у вигляді

$$\{\mathbf{x} : f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + b = 0\},$$

де  $\boldsymbol{\beta}$  є одиничним вектором ( $\|\boldsymbol{\beta}\| = 1$ ). У такому випадку правило класифікації, що індукується функцією  $f(\mathbf{x})$ , є таким:

$$G(\mathbf{x}) = \text{sign}(\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + b).$$

Функція  $f(\mathbf{x})$  дозволяє одержати відстані зі знаком від точки до гіперплощини  $f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + b = 0$ . Якщо класи є розділюваними, можна знайти функцію  $f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + b$  з  $y_i f(\mathbf{x}_i) > 0 \forall i$ . Тому можливим є знаходження гіперплощини, що забезпечує найбільшу границю між спостереженнями навчальної вибірки для класів 1 та  $-1$ . Описаній задачі відповідає оптимізаційна проблема

$$\max_{\boldsymbol{\beta}, b, \|\boldsymbol{\beta}\|=1} M$$

при умові  $y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) \geq M, i = 1, \dots, N$ .

Смуга, або границя, знаходиться на відстані  $M$  одиниць по обидва боки від гіперплощини і має ширину  $2M$ . Більш зручно представляти описану проблему у вигляді

$$\min_{\beta, b} \|\beta\|$$

при умові  $y_i(\mathbf{x}_i^T \beta + b) \geq 1, i = 1, \dots, N,$

де опущено обмеження по нормі  $\beta$ , а  $M = 1/\|\beta\|$ .

Наведені вирази формують опуклу квадратичну задачу оптимізаційну проблему з лінійними обмеженнями у вигляді нерівності.

Припустимо, що класи перетинаються у просторі ознак. За такої умови необхідно максимізувати  $M$ , при цьому дозволяючи деяким спостереженням опинитися на неправильному боці від границі. З цією метою вводимо змінні м'якого відступу  $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N)$ . Існує два шляхи, якими можна модифікувати обмеження розділюваного випадку:

$$y_i(\mathbf{x}_i^T \beta + b) \geq M - \xi_i,$$

або

$$y_i(\mathbf{x}_i^T \beta + b) \geq M(1 - \xi_i),$$

де  $\forall i \xi_i \geq 0, \sum_{i=1}^N \xi_i \leq C$  ( $C$  — певна константа).

Шляхи вирішення оптимізаційної задачі відмінні для наведених нерівностей. У першому випадку «накладання» вимірюється фактичною відстанню від границі; у другому — у відносній, яка змінюється із шириною границі. Втім, лише друга нерівність дозволяє сформулювати опуклу задачу оптимізації, що зводить пошук правильного рішення до типової задачі знаходження опорних векторів.



Значення  $\xi_i$  у обмеженні  $y_i(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) \geq M(1 - \xi_i)$  є пропорційною величиною, на яку передбачення за допомогою гіперплощини  $f(\mathbf{x}_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b$  «заходить» на невірний бік. Тому, обмежуючи суму  $\sum \xi_i$ , обмежується загальна відносна величина заступу неправильних передбачень. Класифікація є хибною, якщо  $\xi_i > 1$ , тому обмеження суми  $\sum \xi_i$  певною величиною  $K$ , дозволяє обмежити число помилок навчання до  $K$ .

У розділюваному випадку можна опустити обмеження по нормі  $\boldsymbol{\beta}$ , визначивши  $M = 1/\|\boldsymbol{\beta}\|$ , і записати початкову оптимізаційну задачу у еквівалентній формі:

$$\min \|\boldsymbol{\beta}\| \text{ за умов } \begin{cases} y_i(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) \geq 1 - \xi_i \quad \forall i, \\ \xi_i \geq 0, \sum \xi_i \leq C. \end{cases}$$

Із сформульованої задачі випливає, що спостереження в межах класу не грають особливої ролі у визначенні обмежень (це суттєво відрізняє метод опорних векторів від дискримінантного аналізу). Вирішення цієї оптимізаційної задачі відбувається з використанням множників Лагранжа. Для спрощення розрахунків доречним є використання еквівалентної форми задачі:

$$\min_{\boldsymbol{\beta}, b} \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\beta}\|^2 + C \sum_{i=1}^N \xi_i \text{ при умовах } \xi_i \geq 0, y_i(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) \geq 1 - \xi_i \quad \forall i,$$

де  $C$  — константа (у розділюваному випадку  $C = \infty$ ).

Функція Лагранжа має вигляд

$$L_p = \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\beta}\|^2 + C \sum_{i=1}^N \xi_i - \sum_{i=1}^N \alpha_i [y_i(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) - (1 - \xi_i)] - \sum_{i=1}^N \mu_i \xi_i,$$

і має бути мінімізована по  $\boldsymbol{\beta}, b, \xi_i$ . Прирівнюючи до нуля відповідні похідні, одержуємо

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\beta} &= \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i \mathbf{x}_i, \\ b &= \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i, \\ \alpha_i &= C - \mu_i \quad \forall i,\end{aligned}$$

де  $\alpha_i, \mu_i, \xi_i \geq 0 \quad \forall i$ .

Двоїста задача оптимізації має вигляд

$$L_D = \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{i'=1}^N \alpha_i \alpha_{i'} y_i y_{i'} \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_{i'}.$$

Вона представляє нижню межу цільової функції. Максимізація  $L_D$  при умовах  $0 \leq \alpha_i \leq C$  та  $\sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0$ . Окрім цього включаються обмеження відповідно до умов Каруша-Куна-Такера:

$$\begin{aligned}\alpha_i (y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) - (1 - \xi_i)) &= 0, \\ \mu_i, \xi_i &= 0, \\ y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) - (1 - \xi_i) &\geq 0,\end{aligned}$$

для  $i = 1, \dots, N$ . Наведені рівняння однозначно характеризують рішення прямої та двоїстої задач.

Рішення для  $\boldsymbol{\beta}$  має такий вигляд:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i y_i \mathbf{x}_i,$$

лише для тих  $i$ , для яких виконується  $y_i(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + b) - (1 - \xi_i) \geq 0$ , ( $\hat{\alpha}_i \neq 0$ ). Ці спостереження називаються опорними векторами, адже  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  повністю описується ними. Серед опорних векторів, деякі спостереження розміщуватимуться безпосередньо на краю границі ( $\hat{\xi}_i = 0; 0 \leq \alpha_i \leq C$ ), а решта — ні ( $\hat{\xi}_i > 0; \alpha_i = C$ ). При цьому, будь-який з цих опорних векторів може бути використаний для вирішення задачі по  $b$ , тому як правило використовують середнє значення для одержання стабільного числового розв'язку.

Після одержання рішень  $\hat{b}$  та  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  функція класифікації подається у вигляді

$$G(\mathbf{x}) = \text{sign}(\hat{f}(\mathbf{x})) = \text{sign}(\mathbf{x}^T \hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{b})$$

В описаній процедурі  $C$  виступає параметром, налаштування якого дозволяє змінювати «толерантність» границі, а отже, регулювати ймовірність перенавчання моделі опорних векторів.

Нелінійні обмеження вихідного простору ознак можна перетворити на лінійні обмеження у розширеному просторі ознак. Вони дозволяють одержувати високу точність розділення. Обираючи базисні функції  $h_m(\mathbf{x})$ ,  $m = 1, \dots, M$ , процедура пошуку опорних векторів зводиться до попередньої. Використовуючи вхідні ознаки  $h(\mathbf{x}_i) = (h_1(\mathbf{x}_i), h_2(\mathbf{x}_i), \dots, h_M(\mathbf{x}_i))$ ,  $i = 1, \dots, N$  будується нелінійна функція  $\hat{f}(\mathbf{x}) = h(\mathbf{x})^T \hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{b}$ . При цьому, функція-класифікатор, як і у попередньому випадку, має вигляд  $\hat{G}(\mathbf{x}) = \text{sign}(\hat{f}(\mathbf{x}))$ .

Задачу оптимізації можна подати в особливому вигляді, який передбачає використання скалярного добутку вхідних ознак (це здійснюється до перетворених векторів вхідних ознак  $h(\mathbf{x}_i)$ ). У такому випадку двоїста форма функції Лагранжа має вигляд

$$L_D = \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{i'=1}^N \alpha_i \alpha_{i'} y_i y_{i'} \langle h(\mathbf{x}_i), h(\mathbf{x}_{i'}) \rangle.$$

Рішення можна представити у вигляді

$$f(\mathbf{x}) = h(\mathbf{x})^T \boldsymbol{\beta} + b = \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i \langle h(\mathbf{x}), h(\mathbf{x}_i) \rangle + b.$$

За заданого значення  $\alpha_i, b$  можна розрахувати вирішуючи вищенаведений вираз при  $y_i f(\mathbf{x}_i) = 1$  для будь-якого  $x_i$ , для якого  $0 < \alpha_i < C$ .

Трансформацію  $h(\mathbf{x})$  не потрібно визначати, маючи функцію ядра

$$K(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \langle h(\mathbf{x}), h(\mathbf{x}') \rangle,$$

за допомогою якої розраховуються скалярні добутки у перетвореному просторі ознак. Функція  $K$  має бути симетричною, позитивно визначеною (частково або повністю).

Для прикладу використаємо поліноміальну функцію ядра другого ступеню з двома вхідними ознаками  $X_1$  та  $X_2$ . У такому випадку

$$\begin{aligned} K(X, X') &= (1 + \langle X, X' \rangle)^2 = (1 + X_1 X'_1 + X_2 X'_2)^2 = \\ &= 1 + 2X_1 X'_1 + 2X_2 X'_2 + (X_1 X'_1)^2 + (X_2 X'_2)^2 + 2X_1 X'_1 X_2 X'_2. \end{aligned}$$

Тобто  $M = 6$ , і, якщо покласти  $h_1(X) = 1, h_2(X) = \sqrt{2}X_1, h_3(X) = \sqrt{2}X_2, h_4(X) = X_1^2, h_5(X) = X_2^2, h_6(X) = \sqrt{2}X_1 X_2$ , то функція  $K(X, X') = \langle h(X), h(X') \rangle$ . Тоді рішення задачі оптимізації записується у вигляді

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i y_i K(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) + \hat{b}.$$

Високе значення параметра  $C$  не дозволяє одержувати великі позитивні значення  $\xi_i$  та збільшую ймовірність «підлаштування» моделі під навчальну вибірку. З іншого боку, невисоке значення  $C$  зменшує величину  $\|\beta\|$ , а отже робить функцію  $f(\mathbf{x})$  «рівнішою».

У процесі моделювання із застосуванням методу опорних векторів використовуватимемо метод Support Vector Machine програмного забезпечення RapidMiner. При побудові моделей необхідно визначити тип функцій ядра опорних векторів, а також відповідні параметри. Теорія вибору оптимального значення параметрів функцій ядра для методу опорних векторів є обмеженою, тому в прикладних дослідженнях як правило використовується їх перебір [108; 146].

Для оцінки точності моделей використовуватимемо матрицю помилок (англ., confusion matrix) для типової класифікаційної проблеми. Класу страховиків-банкрутів відповідає значення мітки «1», класу фінансово здорових страхових компаній — «0». У табл. 2.7 наведено найбільш поширені показники класифікаційних властивостей моделей — точність, чутливість та специфічність, а також формули їх розрахунку.

Таблиця 2.7

### Матриця помилок

Класифікація	Спостереження	
	0 (фінансово здорова компанія)	1 (банкрут, кризова компанія)
0 (фінансово здорова компанія)	$a$ (true negative)	$b$ (помилка I роду, false negative)
1 (банкрут, кризова компанія)	$c$ (помилка II роду, false positive)	$d$ (true positive)
Показник класифікаційної точності за класами	Специфічність (Specificity) $(a/(a+c)) \cdot 100\%$	Чутливість (Sensitivity) $(d/(b+d)) \cdot 100\%$
Показник загальної точності моделі	Точність (Accuracy) $((a+d)/(a+b+c+d)) \cdot 100\%$	

Джерело: узагальнено автором на основі [128]

Варто зауважити, що непропорційність класів фінансово здорових страховиків та компаній-банкрутів робить недоречним використання загальної

точності класифікації в якості єдиного критерію відбору моделей. Оскільки клас кризових страхових компаній містить менше 10% загальної кількості спостережень, навіть у разі неправильної класифікації всіх таких компаній, загальна точність моделі буде доволі високою. Саме тому пропонуємо орієнтуватися не лише на показник точності класифікації, а й на рівень чутливості, що характеризує кількість правильно класифікованих страховиків у стані фінансової кризи. Аргументом на користь цього також може виступати той факт, що класифікація компанії у стані кризи як фінансово здорової несе значно більшу загрозу, аніж класифікація фінансово здорової компанії як кризової.

У процесі моделювання застосуємо процедуру 10-кратної крос-валідації. При цьому відбувається випадковий поділ наявної вибірки на 10 підвбірок, 9 з яких стають навчальними, а одна — контрольною; процес повторюється 10 разів. Це дозволяє одержати усереднені результати моделювання та зменшити ризик перенавчання. Важливим є також те, що випадкове формування підвбірок відбувається за допомогою стратифікованого формування підвбірок, що дозволяє врахувати диспропорції між класами. Окрім застосування крос-валідації, в процесі моделювання здійснюється вбудоване масштабування даних та балансування ціни неправильної класифікації для непропорційних класів.

Як зазначалося раніше, існує необхідність обмеження переліку змінних для використання в моделюванні. Для цього замість формування переліку некорельованих показників з початкового набору, проведемо вибір релевантних індикаторів (ознак) з подальшою елімінацією високо корельованих пар. Для вибору ознак використаємо підхід «фільтрування» (англ., *filter*) ознак, який на противагу «обгортці» (англ., *wrapper*), спрямований на формування переліку доречних змінних перед побудовою моделі. З цією метою застосуємо два алгоритми — рекурсивне зважування на основі умовної кореляції та метод мінімальної надлишковості — максимальної доречності (англ., *minimum redundancy maximum relevance* [200]). Для порівняння результатів, вибір ознак

проведемо як на початковій вибірці, так і після обробки викидів та пропусків даних.

З метою підготовки даних для моделювання була проведена обробка вибірки, що включає ре-кодування викидів та пропущених даних. Варто зауважити, що просте виключення компаній зі значим числом пропусків даних та граничними значеннями показників не є виправданим. Саме тому в якості викидів ідентифікувалися показники, значення яких знаходилися за межами 10-го та 90-го перцентилів. При цьому, визначення викидів відбувалося окремо в межах груп фінансово здорових страховиків і страховиків, що припинили діяльність, з метою уникнення усереднення даних. Якщо ідентифікований викид мав значення менше 10-го перцентиля, його значення замінювалося на значення цього перцентиля; якщо викид знаходився вище 90-го перцентиля, його значення обмежувалося цим перцентилем. Пропуски даних, які здебільшого пов'язані із невизначеністю значень індикаторів (ділення нуля на нуль), замінювалися на медіану.

Здійснимо моделювання після визначення переліку ознак зважуванням на основі кореляції між ознаками та міткою класу. У табл. 2.8 наведено результати застосування рекурсивного зважування на основі умовної кореляції (представлено 10 найбільш релевантних ознак).

Таблиця 2.8

**Переліки ознак (змінних), одержаних методом рекурсивного зважування на основі умовної кореляції (2010 рік)**

Початкова вибірка	Оброблена вибірка
[C+CFI+R] Gr	[C+CFI+R] / TA
CFO / TA	CFO / S
CL / TA	E / S
E / TA	E / TL
GP / E	II / [C + CFI + LTFI]
CFO	ln (TA)
NI / TA	NS / TA
RE / TA	QR
TD / TA	TL / TA
PR	WC / S

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Можна констатувати, що взаємозв'язки показників з індикатором-міткою класу змінилися після елімінації викидів, адже жодна із десяти найбільш релевантних змінних не збігається. У зв'язку з тим, що немає певності у тому, чи елімінація викидів ліквідувала частину важливої інформації про діяльність страховиків, спробуємо сформуванати набори некорельованих змінних на основі обох одержаних переліків показників. Розрахуємо парні кореляції між індикаторами для обох переліків ознак (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

**Парні кореляції між показниками (напівжирним позначено значущі кореляції; підкресленням — значущі кореляції  $\geq |0,4|$ )**

Показники	Показники									
	[C+CFI+R] / TA	CFO / S	E / S	E / TL	Π / [C+CFI+LTFI]	NS / TA	QR	TL / TA	WC / S	
2010 (початкова вибірка)										
[C+CFI+R] / TA	<b><u>1,000</u></b>	0,044	-0,007	0,077	<b>0,193</b>	<b>0,231</b>	<b>0,182</b>	<b>0,196</b>	0,090	
CFO / S	0,044	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,465</b>	-0,075	0,071	0,061	-0,009	0,058	<b>-0,521</b>	
E / S	-0,007	<b>-0,465</b>	<b>1,000</b>	0,071	-0,059	<b>-0,294</b>	0,020	<b>0,146</b>	<b>0,908</b>	
E / TL	0,077	-0,075	0,071	<b>1,000</b>	-0,013	<b>-0,172</b>	<b>0,943</b>	<b>-0,212</b>	0,071	
Π / [C + CFI + LTFI]	<b>0,193</b>	0,071	-0,059	-0,013	<b>1,000</b>	0,101	0,027	<b>0,207</b>	-0,043	
NS / TA	<b>0,231</b>	0,061	<b>-0,294</b>	<b>-0,172</b>	0,101	<b>1,000</b>	-0,101	<b>0,163</b>	<b>-0,155</b>	
QR	<b>0,182</b>	-0,009	0,020	<b>0,943</b>	0,027	-0,101	<b>1,000</b>	<b>-0,124</b>	0,059	
TL / TA	<b>0,196</b>	0,058	<b>0,146</b>	<b>-0,212</b>	<b>0,207</b>	<b>0,163</b>	<b>-0,124</b>	<b>1,000</b>	<b>0,154</b>	
WC / S	0,090	<b>-0,521</b>	<b>0,908</b>	0,071	-0,043	<b>-0,155</b>	0,059	<b>0,154</b>	<b>1,000</b>	
2010 (оброблена вибірка)										
Показники	[C+CFI+R] Gr	C / TA	CL / TA	E / TA	GP / E	CFO	NI / TA	RE / TA	TD / TA	PR
[C+CFI+R] Growth	<b><u>1,000</u></b>	0,083	<b>0,273</b>	<b>-0,251</b>	0,100	<b>0,132</b>	<b>0,111</b>	0,001	-0,016	0,042
C / TA	0,083	<b>1,000</b>	0,097	<b>-0,426</b>	<b>0,629</b>	-0,046	<b>0,109</b>	0,086	-0,003	0,074
CL / TA	<b>0,273</b>	0,097	<b>1,000</b>	<b>-0,749</b>	<b>0,245</b>	-0,005	<b>-0,128</b>	-0,095	<b>0,212</b>	0,009
E / TA	<b>-0,251</b>	<b>-0,426</b>	<b>-0,749</b>	<b>1,000</b>	<b>-0,648</b>	0,025	0,059	0,074	<b>-0,261</b>	<b>-0,118</b>
GP / E	0,100	<b>0,629</b>	<b>0,245</b>	<b>-0,648</b>	<b>1,000</b>	0,006	<b>0,173</b>	0,027	0,087	<b>0,166</b>
CFO	<b>0,132</b>	-0,046	-0,005	0,025	0,006	<b>1,000</b>	<b>0,107</b>	0,093	0,047	0,067
NI / TA	<b>0,111</b>	<b>0,109</b>	<b>-0,128</b>	0,059	<b>0,173</b>	<b>0,107</b>	<b>1,000</b>	<b>0,564</b>	0,022	<b>0,138</b>
RE / TA	0,001	0,086	-0,095	0,074	0,027	0,093	<b>0,564</b>	<b>1,000</b>	-0,007	0,094
TD / TA	-0,016	-0,003	<b>0,212</b>	<b>-0,261</b>	0,087	0,047	0,022	-0,007	<b>1,000</b>	-0,020
PR	0,042	0,074	0,009	<b>-0,118</b>	<b>0,166</b>	0,067	<b>0,138</b>	0,094	-0,020	<b>1,000</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft

Statistica



Хоча число корельованих пар зменшилося після обробки вибірки, очевидно, що у наборах ознак можна констатувати присутність значних взаємних кореляцій, тому спробуємо обмежити перелік показників. У табл. 2.10 наведено сформовані набори некорельованих показників.

Таблиця 2.10

### Набори ознак (змінних) для моделювання

Набір, №	Показники
1	[C+CFI+R] / TA; E / S; II / [C+CFI+LTFI]; NS / TA; QR; TL / TA
2	[C+CFI+R] / TA; E / TL; II / C+CFI+LTFI; NS / TA; TL / TA; WC / S
3	[C+CFI+R] Gr; CL / TA; GP / E; CFO; NI / TA
4	[C+CFI+R] Gr; C / TA; CL / TA; CFO; RE / TA

Джерело: розраховано автором у програмному середовищі RapidMiner

Проведемо моделювання на основі сформованих наборів змінних з функціями ядра — скалярним добутком  $K(x_i, x_j) = x_i \cdot x_j$  ( $x_i, x_j$  — пари ознак), поліномом  $K(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j + 1)^d$  ( $d$  — ступінь полінома), радіально-базисною функцією  $K(x_i, x_j) = e^{-\gamma \|x_i - x_j\|^2}$  ( $\gamma > 0$  — вільний параметр). Для скалярного добутку варіюватимемо значення параметрів  $C$  та  $\varepsilon$  (перший з них показує співвідношення між складністю моделі та величиною помилки [118]; другий — визначає рівень точності апроксимованої функції при накладанні додаткового штрафу ( $y_i(\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta} + b) \geq 1 - \xi_i - \varepsilon, \xi_i \geq 0, \varepsilon \geq 0$ ; що більше  $\varepsilon$ , тим менше опорних векторів у моделі). У табл. 2.11 наведено результати моделювання.

Таблиця 2.11

### Характеристики моделей опорних векторів, побудованих на наборах ознак № 1–4

Набір ознак, №	Функція ядра, параметри	Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
1	Скалярний добуток, $C = 0,1, \varepsilon = 0,1$	92,04	53,85	89,12
	Поліном, $C = 1, d = 3$	88,54	80,77	87,94
	Радіально-базисна функція, $C = 1, \gamma = 0,25$	90,45	80,77	89,71
2	Радіально-базисна функція, $C = 5, \gamma = 0,2$	92,04	80,77	91,18

Набір ознак, №	Функція ядра, параметри	Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
3	Радіально-базисна функція, $C = 0,1, \gamma = 0,1$	58,92	88,46	61,18
4	Радіально-базисна функція, $C = 1, \gamma = 0,1$	71,02	92,31	72,65

Джерело: сформовано автором

Як видно з табл. 2.11, використання скалярного добутку у якості ядра не дозволило одержати прийнятну чутливість моделі опорних векторів. Використання поліноміальної функції ядра сприяло покращенню чутливості моделей. Моделі опорних векторів з використанням радіально-базисної функції ядра продемонстрували найвищу чутливість. При цьому, прийнятні рівні точності вдалося одержати лише на наборах ознак № 1 та № 2.

Побудуємо моделі із використанням складнішого алгоритму вибору ознак, а саме алгоритму мінімальної надлишковості — максимальної доречності з додатковим врахуванням зміни важливості ознак між роками. При цьому, використовуватимемо оброблені вибірки, адже попередні результати моделювання вказали на вищу результативність моделей, в яких були використано дані з вилученими викидами.

Застосовуваний метод полягає в одночасному врахуванні як доречності ознак, так і взаємозв'язку між ними [215]. Метод мінімальної надлишковості — максимальної доречності передбачає послідовний пошук (додавання) ознак до набору  $S$  згідно з критерієм

$$\max_{z_i \in \Omega_S} \left[ F(z_i, y) - \frac{1}{|S|} \sum_{z_j \in S} |c(z_i, z_j)| \right],$$

де  $z_i$  та  $z_j$  —  $i$ -та та  $j$ -та ознаки;

$y$  — мітка класу;

$\Omega_s$  — початкова множина ознак, з якої вилучено вже відібрані ознаки;

$F(z_i, y)$  — міра доречності;

$|S|$  — потужність множини відібраних ознак;

$|c(z_i, z_j)|$  — абсолютне значення попарної міри надмірності поточної ознаки

з уже обраними.

У випадку неперервного розподілу значень ознак та номінальної мітки класу у якості міри використовується  $F$ -статистика:

$$F(z_i, y) = \left[ \sum_k n_k (\bar{z}_k - \bar{z}) / (K - 1) \right] / \sigma^2,$$

де  $n_k$  — розмір класу  $k$ ;

$\bar{z}_k$  — середнє значення  $z_i$  у  $k$ -тому класі;

$\bar{z}$  — середнє значення ознаки  $z_i$ ;

$\sigma^2 = (\sum_k (n_k - 1) \sigma_k^2) / (n - K)$  — загальна варіація ( $\sigma_k^2$  — варіація класу  $k$ );

$K$  — кількість класів.

Міра залежності між ознаками виражається коефіцієнтом лінійної кореляції Пірсона:

$$c(z_i, z_j) = \sum_i (z_i - \bar{z}_i)(z_j - \bar{z}_j) / \sqrt{\sum_i (z_i - \bar{z}_i)^2 \sum_j (z_j - \bar{z}_j)^2},$$

де  $z_i, z_j$  — ознаки;

$\bar{z}_i, \bar{z}_j$  — середні значення ознак.

У табл. 2.12 наведено результати вибору ознак методом мінімальної надлишковості — максимальної доречності.

**Визначення переліку ознак (змінних) із використанням методу мінімальної надлишковості – максимальної доречності (збіги позначено напівжирним)**

Рік	
2010	2011
<b>[C+CFI+R] / S</b>	<b>[C+CFI+R] / S</b>
<b>C / CL</b>	<b>C / CL</b>
CA / S	CFO / TL
E Gr	EBIT / TA
<b>GP Gr</b>	E / TL
<b>[C+CFI+R] / NIR</b>	<b>GP Gr</b>
<b>NI / S</b>	<b>[C+CFI+R] / NIR</b>
TD / TA	NI / S
<b>WC / S</b>	QR
PR	<b>WC / S</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Як видно з табл. 2.12, з-поміж 10 найважливіших ознак за два роки присутні 6 спільних пар. Пересвідчимося у відсутності високих парних кореляцій між показниками. У табл. 2.13 наведено кореляційну матрицю для зазначених ознак.

Таблиця 2.13

**Парні кореляції між показниками після обробки даних (напівжирним позначено значущі кореляції; підкресленням – значущі кореляції  $\geq |0,4|$ )**

Показники	Показники					
	<b>[C+CFI+R] / S</b>	C / CL	GP Gr	<b>[C+CFI+R] / NIR</b>	NI / S	WC / S
2010						
<b>[C+CFI+R] / S</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,118</b>	<b>-0,129</b>	-0,002	<b>-0,425</b>	<b><u>0,916</u></b>
C / CL	<b>-0,118</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>0,210</b>	<b>-0,133</b>	0,053	<b>-0,136</b>
GP Gr	<b>-0,129</b>	<b>0,210</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,119</b>	0,100	<b>-0,149</b>
<b>[C+CFI+R] / NIR</b>	-0,002	<b>-0,133</b>	<b>-0,119</b>	<b><u>1,000</u></b>	-0,033	0,002
NI / S	<b>-0,425</b>	0,053	0,100	-0,033	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,499</b>
WC / S	<b><u>0,916</u></b>	<b>-0,136</b>	<b>-0,149</b>	0,002	<b>-0,499</b>	<b><u>1,000</u></b>
2011						
<b>[C+CFI+R] / S</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,153</b>	<b>-0,162</b>	<b><u>0,769</u></b>	<b>-0,339</b>	<b><u>0,835</u></b>
C / CL	<b>-0,153</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>0,119</b>	<b>-0,116</b>	0,083	<b>-0,204</b>
GP Gr	<b>-0,162</b>	<b>0,119</b>	<b><u>1,000</u></b>	-0,082	<b>0,165</b>	<b>-0,138</b>
<b>[C+CFI+R] / NIR</b>	<b><u>0,769</u></b>	<b>-0,116</b>	-0,082	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,210</b>	<b><u>0,552</u></b>
NI / S	<b>-0,339</b>	0,083	<b>0,165</b>	<b>-0,210</b>	<b><u>1,000</u></b>	<b>-0,415</b>
WC / S	<b><u>0,835</u></b>	<b>-0,204</b>	<b>-0,138</b>	<b><u>0,552</u></b>	<b>-0,415</b>	<b><u>1,000</u></b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft

Між обраними показниками існують високі парні кореляції. Показник  $WC / S$  присутній у найбільшому числі корельованих пар;  $[C+CFI+R] / S$  та  $NI / S$  мають високі кореляції з іншими індикаторами. У табл. 2.14 наведено додаткові набори некорельованих змінних для моделювання.

Таблиця 2.14

### Набори ознак (змінних) для моделювання (нумерацію продовжено)

Набір, №	Показники
5	$[C+CFI+R] / S$ ; $C / CL$ ; GP Gr; $[C+CFI+R] / NIR$
6	$C / CL$ ; GP Gr; $[C+CFI+R] / NIR$ ; $NI / S$
7	$C / CL$ ; GP Gr; $[C+CFI+R] / NIR$ ; $WC / S$

Джерело: сформовано автором

Таким чином, було сформовано 3 додаткові набори змінних. Використаємо їх для побудови моделей опорних векторів. У табл. 2.15 наведено результати моделювання на основі набору показників № 5–7 із застосуванням поліноміальної та радіально-базисної функцій ядра.

Таблиця 2.15

### Характеристики моделей опорних векторів, побудованих на наборах ознак № 5–7

Набір ознак, №	Функція ядра, параметри	Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
5	Поліном, $C = 5$ , $d = 0,5$	84,39	96,15	85,29
	Радіально-базисна функція, $C = 1$ , $\gamma = 1,25$	90,13	96,15	90,59
6	Радіально-базисна функція, $C = 1$ , $\gamma = 0,75$	87,58	96,15	88,24
7	Радіально-базисна функція, $C = 1$ , $\gamma = 0,75$	89,17	96,15	89,71

Джерело: розраховано автором у програмному середовищі RapidMiner

Моделі, побудовані на основі наборів ознак, визначених методом мінімальної надлишковості — максимальної доречності, мають кращі класифікаційні характеристики, аніж моделі на основі наборів № 1–3.

Зважаючи на непропорційність класів страховиків, застосуємо і порівняємо процедури супердискретизації (англ., oversampling) та субдискретизації (англ.,

undersampling) до вибірки та проаналізуємо зміни характеристик моделей опорних векторів. В цьому випадку використаємо радіально-базисну функцію ядра, а також скористаємося функцією програмного забезпечення Optimize parameters (Grid), що дозволяє перебрати обрані параметри у визначених межах та одержати найкращу з позиції критерію точності модель. Параметри та їх межі наведені у табл. 2.16.

Таблиця 2.16

### Характеристики функції перебору параметрів

Параметр	Мінімальне значення	Максимальне значення	Кількість кроків	Шкала
$\gamma$	0,1	5	49	лінійна
$C$	0,001	10000	7	логарифмічна

Джерело: сформовано автором

Класифікаційні характеристики та параметри обраних моделей для кожного з наборів змінних наведено у табл. 2.17.

Таблиця 2.17

### Класифікаційні характеристики та параметри обраних моделей опорних векторів

Вибірка	Набір ознак, тип та параметри функції ядра	Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Супердискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,8, C = 10000$	99,04	100,00	99,52
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 100$	98,73	100,00	99,36
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 10$	93,31	100,00	96,65
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 4, C = 10000$	96,50	100,00	98,25
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,0, C = 10000$	98,41	100,00	99,20
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,4, C = 10000$	98,41	100,00	99,20

Вибірка	Набір ознак, тип та параметри функції ядра	Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Супердискретизована вибірка	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 3,1, C = 100$	98,73	100,00	99,36
Субдискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,8, C = 10000$	76,92	80,77	78,85
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 100$	84,62	73,08	78,85
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 10$	53,85	92,31	73,08
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 4, C = 10000$	80,77	73,08	76,92
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,0, C = 10000$	96,15	100,00	98,08
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,4, C = 10000$	96,15	100,00	98,08
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 3,1, C = 100$	96,15	100,00	98,08

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Як видно з табл. 2.17, застосування супердискретизації класу страховиків-банкрутів у вибірці дозволило одержати моделі опорних векторів з кращими показниками класифікаційної точності. Вплив субдискретизації виявився неоднозначним: відбулося погіршення характеристик моделей на перших чотирьох наборах змінних, проте на решті очевидним є підвищення загальної точності. Втім, доволі високі значення параметру  $C$  можуть вказувати на ймовірність «перенавчання» моделей на наборах змінних.

Таким чином, побудовані моделі опорних векторів демонструють високу класифікаційну та прогнозу точність. Застосування вдосконаленого алгоритму вибору ознак дозволило одержати моделі з кращими класифікаційними

характеристиками, а проведення субдискретизації та супердискретизації класів сприяло підвищенню рівнів чутливості та загальної точності в більшості моделей.

Найкращими серед побудованих моделей з позиції точності виявилися такі: моделі на основі початкових наборів змінних — модель опорних векторів із застосуванням набору ознак № 7 (чутливість — 96,15%, загальна точність — 89,71%); після застосування процедури супердискретизації — моделі на основі переліків змінних № 1 (чутливість — 100,00%, загальна точність — 99,52%) та № 7 (чутливість — 100,00%, загальна точність — 99,36%).

*Дерева рішень.* Використаємо метод дерев рішень для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях. На відміну від методу опорних векторів дерева рішень є легшими для використання в практиці антикризового фінансового управління, адже дозволяють без застосування додаткового програмного забезпечення та складних розрахунків застосовувати побудовані моделі для передбачення кризових явищ.

Ще однією відмінністю від попереднього методу є те, що при побудові дерев рішень відбувається автоматичне визначення релевантних ознак, тому процедура їх попереднього вибору є необов'язковою. Тим не менше, в даному дослідженні будуть побудовані дерева рішень на запропонованих раніше наборах змінних з метою порівняння результативності різних моделей.

Опишемо основи алгоритму побудови дерев рішень (на основі [139]; надалі дотримуватимемося позначень авторів [139]). Нехай є задача регресії з неперервною залежною змінною  $Y$  (міткою класу) та незалежними змінними (ознаками, вхідними даними)  $X_1$  та  $X_2$ , що набирають значень з певного інтервалу у просторі ознак. Поділ простору ознак відбувається за допомогою прямих, паралельних до осей координат. У кожному з утворених розділів можна змодельовати  $Y$  різною константою. Проте хоча кожна пряма, за допомогою якої відбувається розділення, легко описується виразами  $X_1 = c$ , деякі з одержаних розділів описати важче. Для спрощення, розглядатимемо бінарне розділення, що відповідає алгоритму CART (Classification And Regression Trees) особливістю якого є здатність використовувати одну й ту саму ознаку для поділу кілька разів



(рис. 2.16) [247]. Спочатку відбувається розділення простору ознак на два регіони і моделювання результату на основі середнього значення  $Y$  у кожному з них. Одержання найкращого поділу відбувається шляхом обрання змінної та точки її розділення. Далі частина з одержаних регіонів розділюється навпіл знову і процес повторюється, доки не виконується певна стоп-умова. Спочатку відбувається розділення у точці  $X_1 = t_1$ . Потім регіон  $X_1 \leq t_1$  розділюється у точці  $X_2 = t_2$ , а регіон  $X_1 > t_1$  у точці  $X_1 = t_3$ . Нарешті регіон  $X_1 > t_3$  розділюється у точці  $X_2 = t_4$ . Результатом наведеного процесу є розділення простору ознак на 5 регіонів  $R_1, R_2, \dots, R_5$  (рис. 2.16).

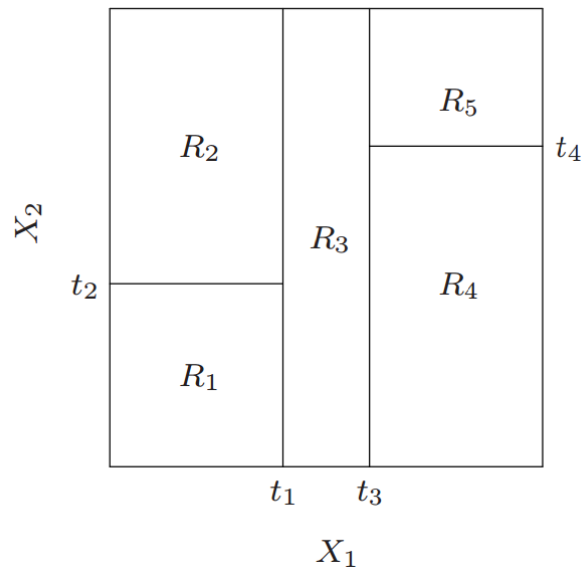


Рис. 2.16. Розділення прямими у просторі ознак

Джерело: [139, с. 306]

Відповідна регресійна модель, що дозволяє визначити  $Y$  з константою  $c_m$  до регіону  $R_m$ , має такий вигляд [139]:

$$\hat{f}(X) = \sum_{m=1}^5 c_m I\{(X_1, X_2) \in R_m\}.$$

Ця сама модель може бути представлена у вигляді бінарного дерева. Верхня частина дерева містить повний набір даних; всі спостереження, які задовольняють

умови кожної з точок поділу, відносять до лівої гілки, а інші — до правої. Кінцеві вузли дерева (листки) відповідають одержаним регіонам  $R_1, R_2, \dots, R_5$ . На рис. 2.17 зображено побудоване дерево та регресійна поверхня для запропонованої задачі.

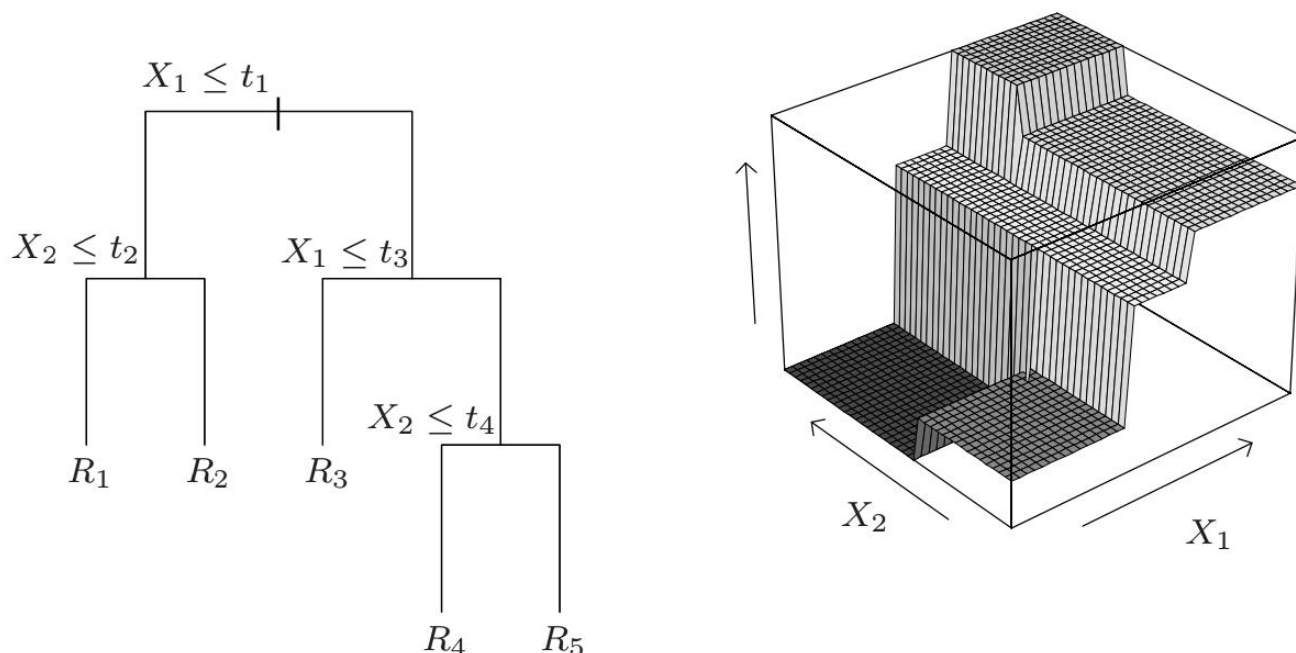


Рис. 2.17. Дерево та регресійна поверхня

Джерело: [139, с. 306]

Нехай набір даних складається з  $p$  вхідних ознак та однієї результуючої ознаки, для кожного з  $N$  спостережень:  $(x_i, y_i)$  для  $i = 1, 2, \dots, N$ , де  $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ . Алгоритм має автоматично визначати змінні та їх значення, які використовуватимуться для розділення простору ознак. Окрім цього має бути обрана топологія (зовнішній вигляд) дерева. Припустимо, що відбувається розділення на  $M$  регіонів  $R_1, R_2, \dots, R_M$ , а результат класифікації, який може набувати значень  $1, 2, \dots, K$ , моделюється у вигляді константи  $c_m$  у кожному з регіонів [139, с. 305-307]:

$$f(x) = \sum_{m=1}^M c_m I(x \in R_m).$$

Нехай у вузлі  $m$ , який відповідає регіону  $R_m$  з  $N_m$  спостереженнями. Пропорцією спостережень класу  $k$  у вузлі  $m$  є

$$\hat{p}_{mk} = \frac{1}{N_m} \sum_{x_i \in R_m} I(y_i = k).$$

Спостереження у вузлі  $m$  класифікуються до класу  $k(m) = \arg \max_k \hat{p}_{mk}$ , який є класом більшості у вузлі  $m$ . Вимірниками «засмічення» вузла (наявності спостережень міноритарного класу) можуть бути:

- помилка класифікації  $\frac{1}{N_m} \sum_{i \in R_m} I(y_i \neq k(m)) = 1 - \hat{p}_{mk(m)}$ ;
- індекс Джині  $Gini(m) = 1 - \sum_{k=1}^K p_{mk}^2$ ;
- крос-ентропія, або відхилення  $-\sum_{k=1}^K \hat{p}_{mk} \log \hat{p}_{mk}$  та інші.

Для випадку двох класів, що відповідає задачі класифікації компанії на фінансово здорових та кризових, якщо  $p$  є пропорцією у другому класі, три зазначені величини набувають вигляду  $1 - \max(p, 1-p)$ ,  $2p(1-p)$  та  $-p \log p - (1-p) \log(1-p)$  відповідно. Найбільш придатними для чисельної оптимізації є індекс Джині та крос-ентропія; окрім цього вони є чутливими до зміни ймовірностей належності до вузлів [139, с. 309].

У процесі розділення (утворення вузлів-нащадків) у класифікаційній задачі вищеописані міри «засмічення» зважаються на кількості  $N_{mL}$  та  $N_{mR}$  спостережень у лівому та правому вузлах-нащадках відповідно.

Знаходження змінної та точки поділу відбувається за допомогою жадібного алгоритму. Нехай  $j$  є змінна поділу та точка поділу  $s$ , визначимо пару напівплощин

$$R_1(j, s) = \{X | X_j \leq s\} \text{ та } R_2(j, s) = \{X | X_j > s\}.$$

Тоді проводимо пошук змінної поділу  $j$  та точки поділу  $s$ , які задовольняють

$$\min_{j,s} \left[ \min_{c_1} \sum_{x_i \in R_1(j,s)} (y_i - c_1)^2 + \min_{c_2} \sum_{x_i \in R_2(j,s)} (y_i - c_2)^2 \right].$$

Для довільних  $j$  та  $s$  внутрішня мінімізація відбувається так:

$$\hat{c}_1 = \text{ave}(y_i | x_i \in R_1(j,s)) \text{ та } \hat{c}_2 = \text{ave}(y_i | x_i \in R_2(j,s)),$$

де  $\text{ave}$  — функція розрахунку середнього значення.

При цьому, визначення точки поділу  $s$  здійснюється швидко, тому можливим є перебір всіх вхідних ознак для визначення найкращої пари  $(j, s)$  [139, с. 307].

При цьому величина дерева виступає параметром складності моделі. Загальною стратегією є побудова великого дерева  $T_0$  із зупинкою процесу розділення, коли величина вузла стає рівною певному мінімальному значенню. Після цього відбувається обрізка дерева відповідно до критерію ціни складності.

Нехай під-деревом  $T \subset T_0$  є довільне дерево, яке можна одержати шляхом обрізки  $T_0$  (відсіканням деякого числа його внутрішніх нелистових вузлів). Пронумеруємо термінальні вузли індексом  $m$ , де вузол  $m$  представляє регіон  $R_m$ . Нехай  $|T|$  позначає число термінальних вузлів у  $T$ , а також  $N_m = \#\{x_i \in R_m\}$ ,

$\hat{c}_m = \frac{1}{N_m} \sum_{x_i \in R_m} y_i$ , а  $Q_m(T)$  визначається однією з мір засмічення. Тоді критерій ціни

складності представляється у такому вигляді  $C_\alpha(T) = \sum_{m=1}^{|T|} N_m Q_m(T) + \alpha |T|$ .

Для кожного  $\alpha$  необхідно знайти під-дерево  $T_\alpha \subseteq T_0$ , що мінімізує  $C_\alpha(T)$ . Налаштування параметра  $\alpha \geq 0$  змінює баланс між величиною дерева та його точністю (більші значення параметра продукують менші дерева, нульове значення відповідає дереву найбільшої глибини).

Кожному значенню  $\alpha$  відповідає унікальне найменше під-дерево  $T_\alpha$ , яке мінімізує  $C_\alpha(T)$ . З метою знаходження  $T_\alpha$  застосовується обрізка найслабшої ланки: поступово відсікаються внутрішні (проміжні) вузли, що продукують найменший приріст  $\sum_m N_m Q_m(T)$  для окремого вузла. Процедура продовжується, доки не буде одержано дерево з одним вузлом. Цей скінченний перелік дерев містить  $T_\alpha$ . Оцінка  $\alpha$  досягається шляхом застосування крос-валідації з орієнтацією на мінімальне значення обраної міри засмічення [139, с. 307].

У процесі моделювання використаємо метод Decision Tree програмного забезпечення RapidMiner 6.1. Як і при побудові моделей опорних векторів застосовуватимемо 10-кратну крос-валідацію. Оскільки дерева рішень також передбачають налаштування переліку параметрів, зокрема критерію вибору атрибутів для галуження, мінімального розміру вузла для галуження, мінімального розміру листка, мінімального приросту міри засмічення тощо, використаємо функцію програмного забезпечення Optimize Parameters (Grid), яка дозволить перебрати комбінації параметрів у встановлених межах і обрати найбільш прийнятну модель залежно від значення обраного критерію. У табл. 2.18 наведено перелік та межі параметрів, які будуть варіюватися при побудові дерев рішень.

Таблиця 2.18

### Характеристики функції перебору параметрів

Параметр	Мінімальне значення	Максимальне значення	Кількість кроків	Шкала
Критерій галуження	–	–	4	1) коефіцієнт приросту інформації; 2) абсолютний приріст інформації; 3) індекс Джині; 4) точність моделі.
Мінімальний розмір вузла	1	5	5	лінійна
Мінімальний розмір листка	1	5	5	лінійна
Мінімальний приріст критерію галуження	0,001	1	10	квадратична

Джерело: розроблено автором

Абсолютний приріст інформації є зміною ентропії

$H(m) = -\sum_{k=1}^K \hat{p}_{mk} \log_2 \hat{p}_{mk}$  ( $\hat{p}_{mk}$  — пропорція спостережень класу  $k$  у вузлі  $m$ ;  $K$  — кількість класів) при переході від батьківського вузла до вузлів-нащадків і представляється у вигляді різниці

$$\text{Gain}(m) = H(m) - \sum_{i=1}^q \frac{|A_i|}{|A|} H(A_i),$$

де  $H(m)$  — ентропія батьківського вузла  $m$ ;

$\sum_{i=1}^q \frac{|A_i|}{|A|} H(A_i)$  — зважена середня ентропія вузлів-нащадків ( $|A_i|$  — потужність множини елементів  $A$ , на яких певна ознака, що приймає  $q$  можливих значень, має значення  $i$ ).

Коефіцієнт приросту інформації обчислюється шляхом ділення приросту інформації на внутрішню інформацію:

$$\text{GainRatio}(m) = \frac{\text{Gain}(m)}{\text{SplitInfo}(m)},$$

де  $\text{SplitInfo}(m) = -\sum_{i=1}^q \frac{|A_i|}{|A|} \log_2 \frac{|A_i|}{|A|}$  — внутрішня інформація поточного розділення (ентропія поділу спостережень на гілки).

Побудуємо моделі дерев рішень на основі всіх наборів змінних. Наводитимемо відповідні параметри обраних моделей та їхні класифікаційні характеристики.

Характеристики найбільш прийнятної моделі на основі набору змінних № 1 наведено у табл. 2.19.

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 1

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	84,62
Точність, %	98,82
Критерій галуження	Абсолютний приріст інформації
Мінімальний розмір вузла	1
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,01099

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

У порівнянні із моделями опорних векторів, побудованих на основі набору змінних № 1, одержане дерево рішень має кращі характеристики за всіма трьома показниками точності. Загалом побудоване дерево рішень має високі класифікаційні властивості. Вигляд дерева представлено на рис. 2.18.

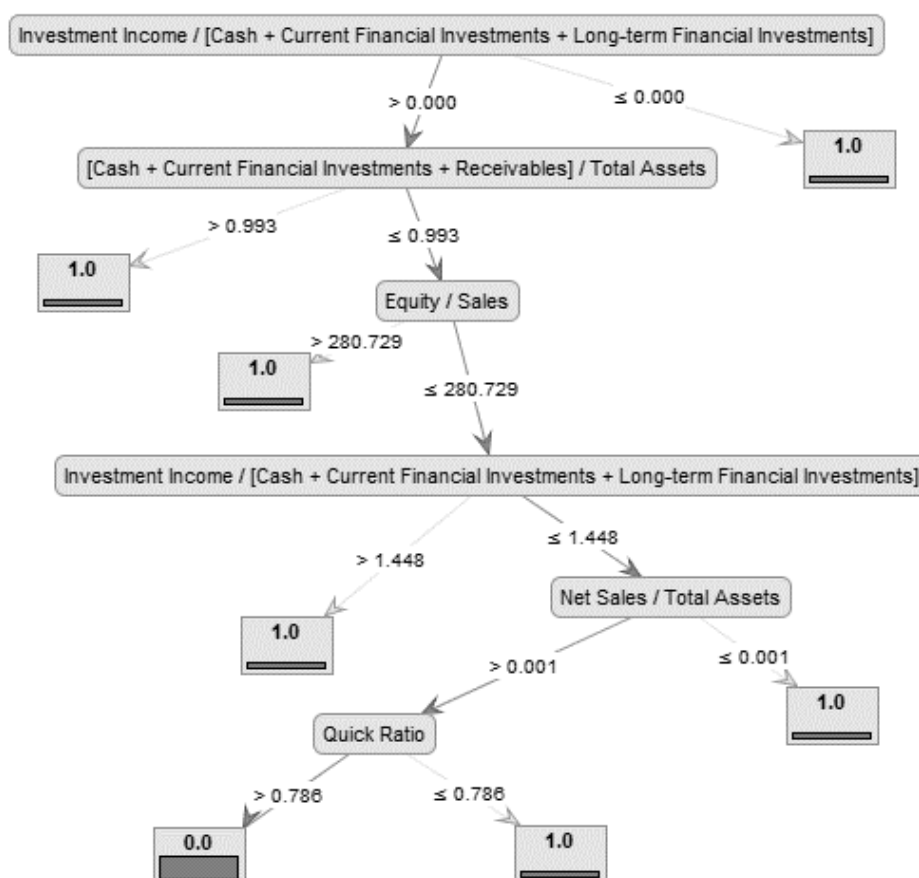


Рис. 2.18. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 1

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

Проведемо моделювання з використанням набору ознак № 2. Результати наведено у табл. 2.20.

Таблиця 2.20

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 2

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	88,46
Точність, %	99,12
Критерій галуження	Коефіцієнт приросту інформації
Мінімальний розмір вузла	4
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,16084

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Очевидно, що побудоване дерево рішень має кращі властивості у порівнянні з попереднім. Окрім цього його класифікаційні характеристики перевершують відповідні показники моделі опорних векторів для набору змінних № 2. Вигляд дерева представлено на рис. 2.19.

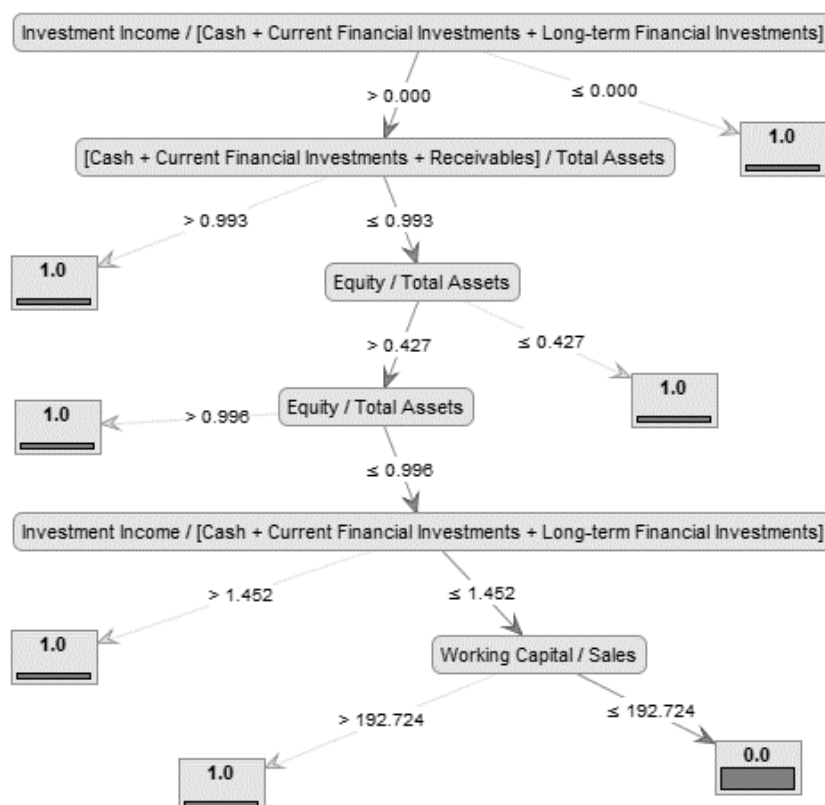


Рис. 2.19. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 2

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner



Побудуємо модель для набору ознак № 3. Класифікаційні характеристики отриманого дерева рішень наведено у табл. 2.21.

Таблиця 2.21

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 3

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	80,77
Точність, %	98,53
Критерій галуження	Індекс Джині
Мінімальний розмір вузла	2
Мінімальний розмір листка	2
Мінімальний приріст критерію	0,09091

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

У порівнянні з попередніми моделями, побудоване дерево рішень має дещо гірші показники класифікаційної точності, втім, вони залишаються на високому рівні. На відміну від відповідної моделі опорних векторів, одержане дерево рішень має вищу загальну точність, але нижчу чутливість. Вигляд дерева представлено на рис. 2.20.

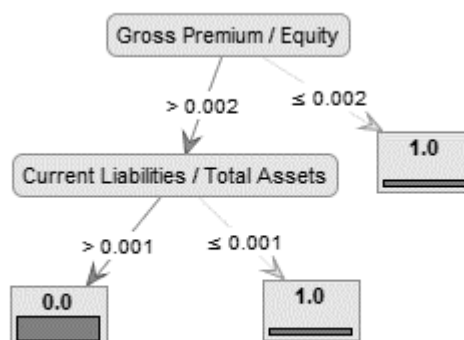


Рис. 2.20. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 3

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

Побудуємо дерево рішень на основі набору ознак № 4. Результати наведено у табл. 2.22.

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 4

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	92,31
Точність, %	99,41
Критерій галуження	Коефіцієнт приросту інформації
Мінімальний розмір вузла	1
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,001

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Одержане дерево рішень має характеристики кращі, аніж у попередніх моделей. Більш того, побудована модель значно перевершує властивості відповідної моделі опорних векторів. Вигляд дерева представлено на рис. 2.21.

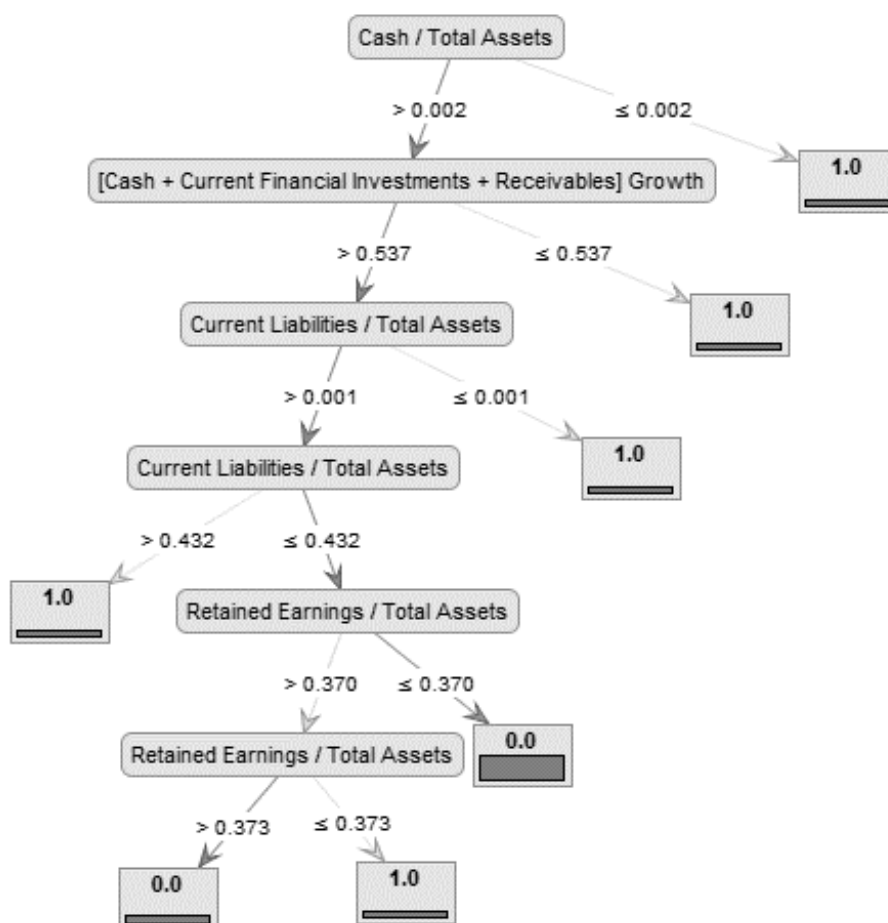


Рис. 2.21. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 4

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

Оскільки в процесі розробки моделей опорних векторів, шляхом використання вдосконаленого алгоритму вибору ознак вдалося одержати кращі моделі, спробуємо побудувати дерева рішень на основі наборів показників, визначених методом мінімальної надлишковості — максимальної доречності з врахуванням зміни важливості ознак між роками. Результати моделювання для набору змінних № 5 наведено у табл. 2.23.

Таблиця 2.23

**Показники класифікаційної якості дерева рішень на основі набору змінних № 5**

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	96,15
Точність, %	99,71
Критерій галуження	Точність
Мінімальний розмір вузла	5
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,001

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Побудоване дерево рішень має властивості кращі, ніж у попередніх моделей. У порівнянні з відповідною моделлю опорних векторів, одержана модель має ідентичний рівень чутливості та вищий рівень загальної точності. Вигляд дерева представлено на рис. 2.22.

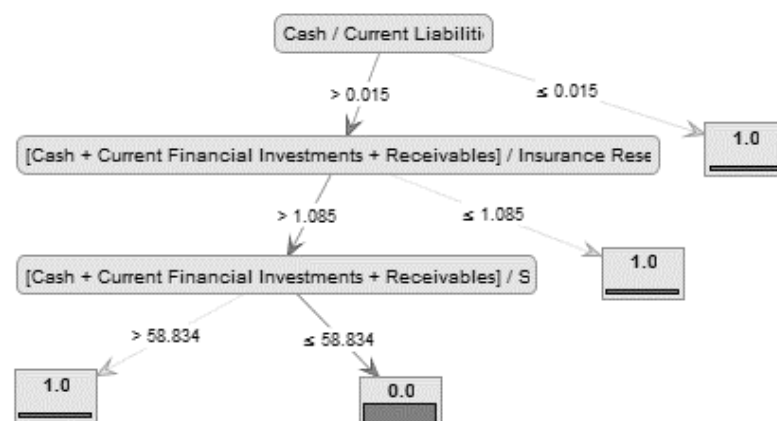


Рис. 2.22. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 5

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

Побудуємо дерево рішень для набору ознак № 6. Результати моделювання наведено у табл. 2.24.

Таблиця 2.24

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 6

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	96,15
Точність, %	99,71
Критерій галуження	Точність
Мінімальний розмір вузла	1
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,001

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Побудоване дерево рішень має характеристики, ідентичні попередньому. При цьому, класифікаційна точність побудованої моделі перевищила показники відповідної моделі опорних векторів. Вигляд дерева представлено на рис. 2.23.

Побудуємо дерево рішень для набору ознак № 7. Результати моделювання наведено у табл. 2.25.

Таблиця 2.25

### Характеристики дерева рішень на основі набору змінних № 7

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	96,15
Точність, %	99,71
Критерій галуження	Точність
Мінімальний розмір вузла	5
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,001

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Побудоване дерево рішень має такі самі класифікаційні властивості, як і попереднє, і також перевершило результат відповідної моделі опорних векторів. Для нього також характерним надмірне галуження одного з показників. Вигляд дерева представлено на рис. 2.24.

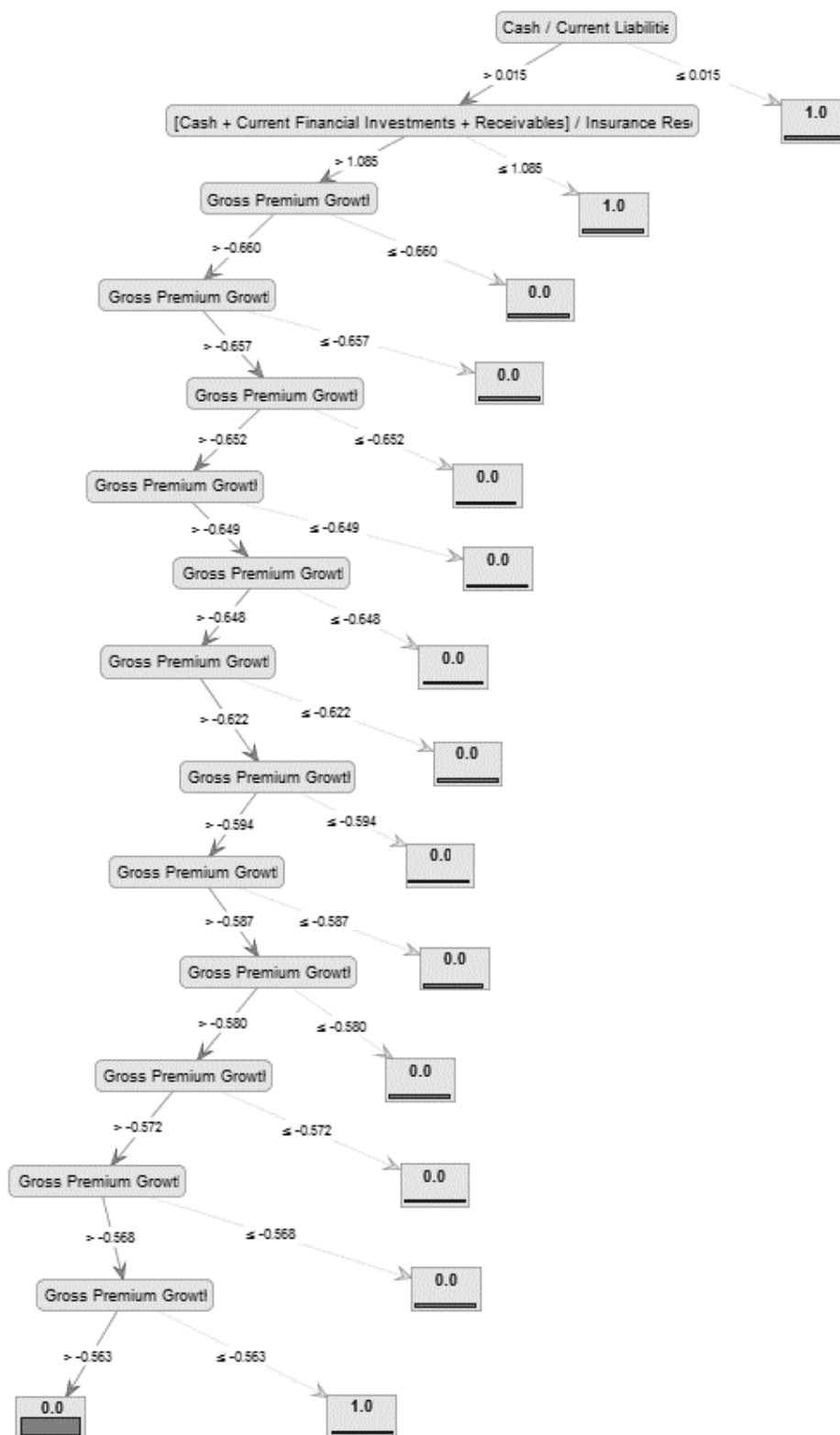


Рис. 2.23. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 6  
Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

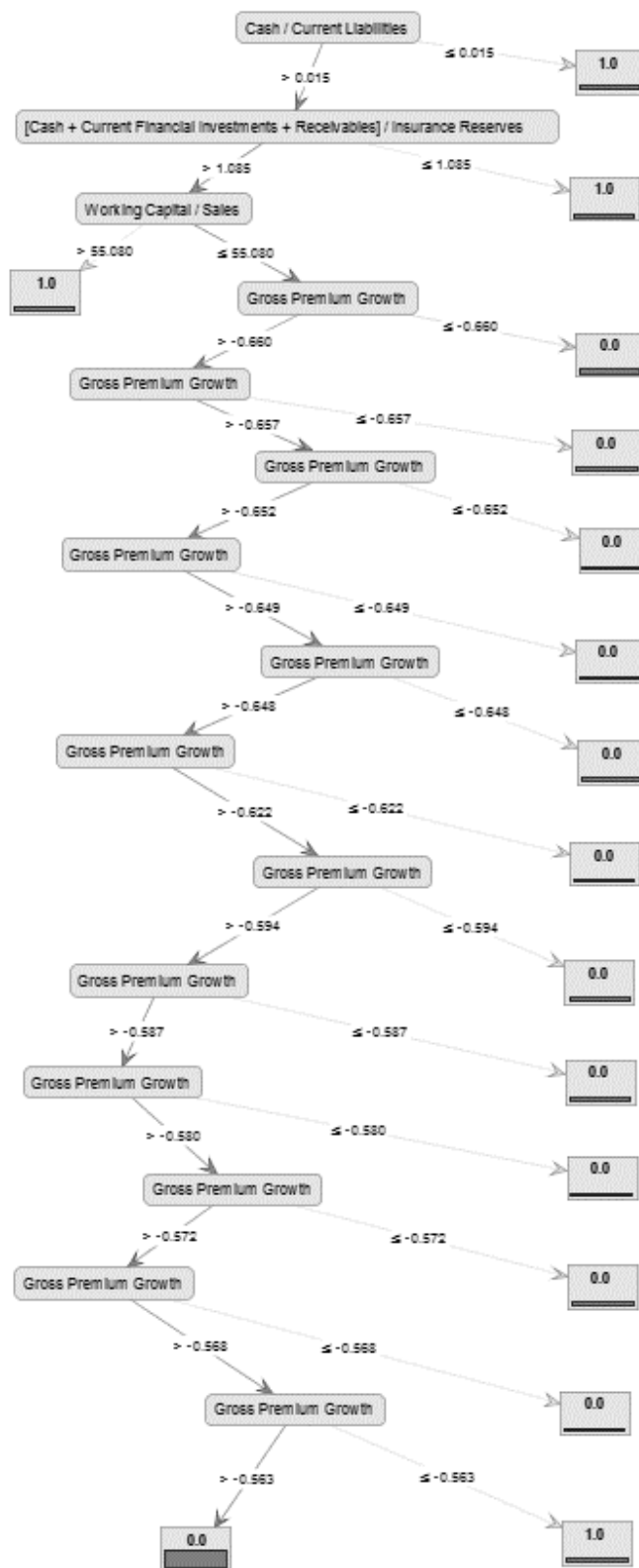


Рис. 2.24. Обране дерево рішень на основі набору змінних № 7  
Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

Здійснено також моделювання із використанням повного переліку змінних. Класифікаційні властивості побудованої моделі наведено у табл. 2.26.

Таблиця 2.26

### Характеристики дерева рішень на основі повного набору змінних (оброблена вибірка)

Характеристика	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	88,46
Точність, %	99,12
Критерій галуження	Індекс Джині
Мінімальний розмір вузла	1
Мінімальний розмір листка	1
Мінімальний приріст критерію	0,011

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Як видно, побудована модель дещо поступається у специфічності попереднім, проте має близьку загальну точність. Вигляд дерева представлено на рис. 2.25.

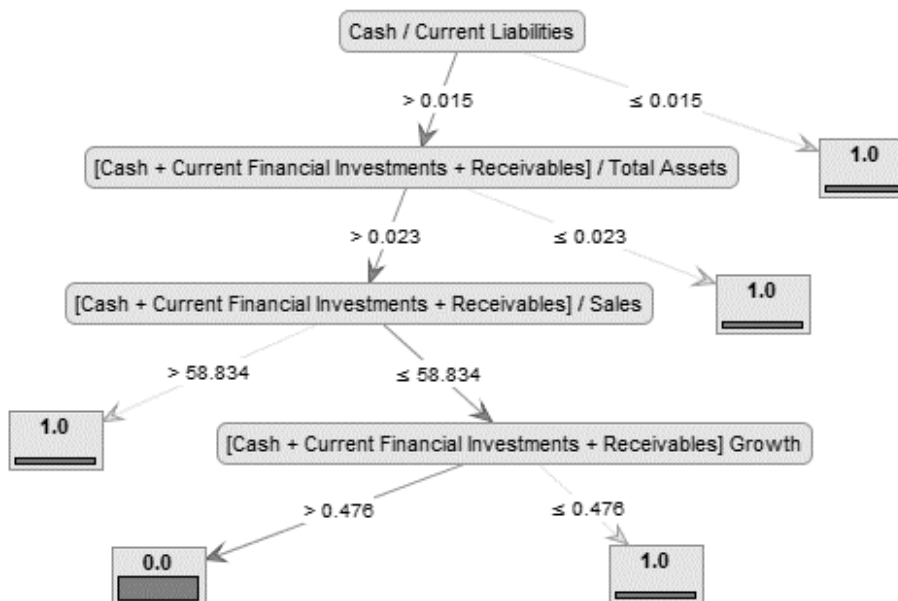


Рис. 2.25. Обране дерево рішень на основі повного переліку змінних (викиди вилучено)

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner

У попередньому випадку використовувалася оброблена початкова вибірка. Здійснено моделювання із використанням повного необробленого переліку змінних. Характеристики побудованої моделі наведено у табл. 2.27.

Таблиця 2.27

### Характеристики дерева рішень на основі повного набору змінних (початкова вибірка)

Характеристика	Значення
Специфічність, %	98,09
Чутливість, %	46,15
Точність, %	94,12
Критерій галуження	Індекс Джині
Мінімальний розмір вузла	5
Мінімальний розмір листка	5
Мінімальний приріст критерію	0,64396

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Очевидно, що побудоване дерево рішень має значно гіршу чутливість, і, незважаючи на високу загальну точність класифікації, погано класифікує страховиків-банкрутів. На відміну від попереднього дерева рішень, побудована модель включає більше індикаторів. Тим не менше, присутність додаткових ознак не дозволила покращити класифікаційні властивості дерева рішень. Вигляд дерева представлено на рис. 2.26.

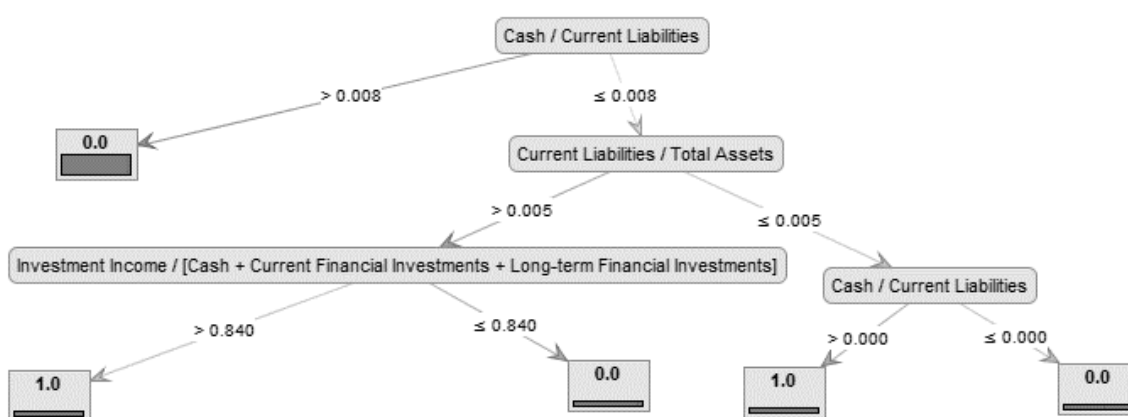


Рис. 2.26. Обране дерево рішень на основі повного необробленого переліку змінних (початкова вибірка)

Джерело: побудовано у програмному середовищі RapidMiner



Зважаючи на те, що при побудові моделей опорних векторів було вирішено застосувати процедури супердискретизації та субдискретизації відповідних класів, побудуємо моделі дерев рішень на основі змінених наборів ознак. Характеристики побудованих моделей представлені у табл. 2.28.

Використання процедури балансування класів дозволило одержати більш точні моделі дерев рішень. При цьому, субдискретизація меншою мірою сприяла покращенню рівні чутливості дерев рішень слід мати на увазі, що точність, близька до ідеальної, може вказувати на високу ймовірність перенавчання моделей.

Загалом, застосування методу дерев рішень дозволило одержати моделі, що мають показники класифікаційної точності кращі, ніж у моделей опорних векторів. Окрім цього побудовані дерева рішень мають прозору структуру, а отже, дозволяють формувати прості правила для визначення загрози розвитку фінансової кризи в страховій компанії.

Найкращі показники класифікаційної точності продемонстрували моделі дерев рішень на основі наборів змінних № 6 (чутливість — 96,15%, загальна точність — 99,71%) та № 7 (чутливість — 96,15%, загальна точність — 99,71%), після застосування процедури супердискретизації — моделі на основі наборів ознак № 1, 2, 5, 6 (специфічність, чутливість та загальна точність — 100,00%), та після застосування процедури субдискретизації — моделі на основі наборів ознак № 1, 2, 4 і повного вхідного набору показників (специфічність на рівні 100,00%, чутливість та загальна точність близько 90%).

**Класифікаційні характеристики та параметри обраних моделей дерев  
рішень**

Вхідні набори змінних		Показник точності			Параметри (критерій, мін. приріст критерію, мін. розмір вузла, мін. розмір листка)
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %	
Супердискретизована вибірка	№ 1	100,00	100,00	100,00	коєф. пр-сту інф., 0,001, 1, 1
	№ 2	100,00	100,00	100,00	коєф. пр-сту інф., 0,001, 1, 1
	№ 3	99,68	100,00	99,84	коєф. пр-сту інф., 0,001, 3, 3
	№ 4	99,36	100,00	99,68	коєф. пр-сту інф., 0,041, 1, 1
	№ 5	100,00	100,00	100,00	коєф. пр-сту інф., 0,001, 5, 5
	№ 6	100,00	100,00	100,00	коєф. пр-сту інф., 0,041, 4, 3
	№ 7	99,68	100,00	99,84	коєф. пр-сту інф., 0,001, 1, 1
	Повний перелік	99,04	100,00	99,52	абс. приріст інф., 0,011, 4, 2
Субдискретизована вибірка	№ 1	100,00	88,46	94,23	індекс Джині, 0,041, 1, 4
	№ 2	100,00	88,46	94,23	індекс Джині, 0,161, 2, 1
	№ 3	96,15	84,62	90,38	коєф. пр-сту інф., 0,251, 1, 3
	№ 4	100,00	88,46	94,23	індекс Джині, 0,041, 1, 1
	№ 5	96,15	100,00	98,08	індекс Джині, 0,001, 1, 1
	№ 6	96,15	100,00	98,08	абс. приріст інф., 0,001, 1, 1
	№ 7	96,15	100,00	98,08	абс. приріст інф., 0,001, 1, 1
	Повний перелік	100,00	92,31	96,15	абс. приріст інф., 0,126, 1, 1

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

*Логістична регресія.* Побудуємо моделі виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях з використанням логістичної регресії. Зважаючи на те, що на підставі аналізу даних було визначено, що їхні характеристики не повною мірою відповідають критеріям застосування класичних статистичних методів, результативність застосування одержаних логіт-моделей може виявитися гіршою за характеристики побудованих моделей штучного інтелекту.

Логістична модель полягає у моделюванні постеріорних ймовірностей  $K$  класів за допомогою лінійної функції від  $x$ , яка забезпечує належність їх значень до інтервалу  $[0, 1]$  та загальну суму ймовірностей рівну одиниці. Логістична модель представляється у такому вигляді [139, с. 119]:

$$\begin{aligned} \log \frac{\Pr(G = 1 | X = x)}{\Pr(G = K | X = x)} &= \beta_{10} + \beta_1^T x \\ \log \frac{\Pr(G = 2 | X = x)}{\Pr(G = K | X = x)} &= \beta_{20} + \beta_2^T x \\ &\vdots \\ \log \frac{\Pr(G = K - 1 | X = x)}{\Pr(G = K | X = x)} &= \beta_{(K-1)0} + \beta_{K-1}^T x \end{aligned}$$

Модель специфікується через  $K - 1$  логарифмів відношень ймовірностей настання та ненастання події (відношень шансів, log-odds) або через логіт-трансформації. Сума виразів

$$\begin{aligned} \Pr(G = k | X = x) &= \frac{e^{(\beta_{k0} + \beta_k^T x)}}{1 + \sum_{\ell=1}^{K-1} e^{(\beta_{\ell 0} + \beta_{\ell}^T x)}}, \\ \Pr(G = K | X = x) &= \frac{1}{1 + \sum_{\ell=1}^{K-1} e^{(\beta_{\ell 0} + \beta_{\ell}^T x)}}, \\ k &= 1, \dots, K - 1 \end{aligned}$$

дорівнює одиниці. При цьому, ймовірності залежать від всього набору параметрів  $\theta = \{\beta_{10}, \beta_1^T, \dots, \beta_{(K-1)0}, \beta_{K-1}^T\}$ , а саме  $\Pr(G = k | X = x) = p_k(x; \theta)$ .

У випадку, коли  $K = 2$ , що відповідає задачі з двома класами страховиків — фінансово здоровими та кризовими, задача моделювання спрощується через присутність єдиної лінійної функції.

Оцінка логістичних моделей, як правило, здійснюється методом максимальної вірогідності з використанням умовної ймовірності  $G$  при умові  $X$ . Оскільки  $\Pr(G|X)$  повною мірою визначає умовний розподіл ймовірностей, використовується багатовимірний розподіл. Відношення шансів для  $N$  спостережень має вигляд

$$\ell(\theta) = \sum_{i=1}^N \log p_{g_i}(x_i; \theta)$$

де  $p_{g_i} = \Pr(G = k | X = x_i; \theta)$  [139, с. 120].

Для зручності припускаємо, що коли  $g_i = 1$ ,  $y_i = 1$ , а коли  $g_i = 2$ ,  $y_i = 0$ . Нехай  $p_1(x; \theta) = p(x; \theta)$ ;  $p_2(x; \theta) = 1 - p(x; \theta)$ , тоді відношення шансів має вигляд

$$\ell(\beta) = \sum_{i=1}^N \{y_i \log p(x_i; \beta) + (1 - y_i) \log(1 - p(x_i; \beta))\} = \sum_{i=1}^N \{y_i \beta^T x_i - \log(1 + e^{\beta^T x_i})\},$$

де  $\beta = \{\beta_{10}, \beta_1\}$ , а вектор вхідних даних  $x_i$  містить константу зі значенням 1 для включення перетину регресії.

Для максимізації логарифму ймовірності до нуля прирівнюють похідні

$$\frac{\partial \ell(\beta)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N x_i (y_i - p(x_i; \beta)) = 0,$$

які являють собою  $p + 1$  нелінійних рівнянь по  $\beta$ . Зважаючи на те, що першим компонентом  $x_i \in 1$ , перше рівняння  $\sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N p(x_i; \beta)$  вказує на те, що очікуване число класу «1» відповідає спостережуваному числу (те саме справджується для другого класу) [139, с. 120].

Для вирішення вищеописаних нелінійних рівнянь застосовується алгоритм Ньютона—Рафсона, який передбачає обчислення другої похідної або Гессіана

$$\frac{\partial^2 \ell(\beta)}{\partial \beta \partial \beta^T} = - \sum_{i=1}^N x_i x_i^T p(x_i; \beta) (1 - p(x_i; \beta)).$$

Ітеративним шляхом обчислюється

$$\beta^{t+1} = \beta^{tl} - \left( \frac{\partial^2 \ell(\beta)}{\partial \beta \partial \beta^T} \right)^{-1} \frac{\partial \ell(\beta)}{\partial \beta},$$

де похідні обчислюються з використанням  $\beta^{tl}$ .

Нехай  $\mathbf{y}$  є вектором  $y_i$ ,  $\mathbf{X}$  — матрицею  $x_i$  розмірності  $N \times (p + 1)$ ,  $\mathbf{p}$  — вектором оцінених ймовірностей з  $i$ -м елементом  $p(x_i; \beta^{tl})$ ,  $\mathbf{W}$  — діагональна матриця ваг розмірності  $N \times N$  з  $i$ -м діагональним елементом  $p(x_i; \beta^{tl}) (1 - p(x_i; \beta^{tl}))$ . Одержуємо

$$\frac{\partial \ell(\beta)}{\partial \beta} = \mathbf{X}^T (\mathbf{y} - \mathbf{p}),$$

$$\frac{\partial^2 \ell(\beta)}{\partial \beta \partial \beta^T} = -\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X}.$$

Застосовуючи метод зважених найменших квадратів, можна спростити формулювання кроку в методі Ньютона—Рафсона:

$$\begin{aligned}\beta^{[t+1]} &= \beta^{[t]} + (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T (\mathbf{y} - \mathbf{p}) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} (\mathbf{X} \beta^{[t]} + \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{p})) = \\ &= (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{z},\end{aligned}$$

де  $\mathbf{z} = \mathbf{X} \beta^{[t]} + \mathbf{W}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{p})$ .

Розв'язання рівнянь відбувається повторно, оскільки у кожній ітерації змінюються  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{W}$  та  $\mathbf{z}$ . Такий алгоритм називають ітеративно зваженим методом найменших квадратів (англ., iteratively reweighted least squares, IRLS), оскільки в кожній ітерації вирішується задача оптимізації

$$\beta^{[t+1]} \leftarrow \arg \min_{\beta} (\mathbf{z} - \mathbf{X} \beta)^T \mathbf{W} (\mathbf{z} - \mathbf{X} \beta).$$

Як правило починають з  $\beta = 0$ . Загалом описаний алгоритм збігається, оскільки логарифм ймовірності є увігнутою функцією, проте можливе завищення оцінки [139, с. 120-121].

Для моделювання скористаємося методом Logit model програмного забезпечення Statsoft Statistica 10. У процесі моделювання використаємо всі сформовані набори ознак. Під час моделювання не використовуватимемо процедуру крос-валідації через високу вимогливість логістичної регресії до кількості спостережень. Використаємо набір змінних № 1 для побудови логіт-моделі. Результати моделювання наведено у табл. 2.29.

Таблиця 2.29

### Параметри логістичної моделі на основі набору змінних № 1

Змінна	Коефіцієнт
Перетин	-2,4564
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Total Assets	-0,3993
Equity / Sales	0,0030
Investment Income / [Cash + Current Financial Investments + Long-term Financial Investments]	0,4624
Net Sales / Total Assets	-30,2711
Quick Ratio	0,0063
Total Liabilities / Total Assets	3,3261

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Як видно з табл. 2.29, найбільший внесок у класифікаційний результат мають перетин, відношення виручки до активів балансу та частка зобов'язань в балансі страховика. Відношення власного капіталу до виручки, інвестиційна рентабельність фінансових активів, а також коефіцієнт швидкої ліквідності мають значно менший внесок у загальний результат.

Застосуємо тест відношення вірогідності (англ., likelihood ratio test, або LR test) для визначення статистичної значущості кожної із змінних. Алгоритм проведення тесту такий: нехай  $L_1$  максимальне значення ймовірності без додаткових припущень,  $L_0$  — максимальне значення ймовірності у випадку, коли наявні обмеження по параметрах, і їх число зменшується.

Припустимо  $k$  параметрів було видалено ( $L_0$  має на  $k$  параметрів менше ніж  $L_1$ ). Обчислимо коефіцієнт  $\lambda = L_0/L_1$ , що приймає значення від 0 до 1. Що менше вірогідним є припущення, тим меншим є значення коефіцієнта. При заданому рівні довіри  $\lambda$  можна обчислити таким чином: розрахувати  $\chi^2 = -2 \ln \lambda$ ; порівняти значення  $\chi^2$  з персентилем  $100(1-\alpha)$  розподілу хі-квадрат із заданим числом ступенів вільності (апроксимація  $\chi^2$  є прийнятною навіть для обмежених вибірок); тест відношення ймовірностей обчислює  $\chi^2$  і відхиляє гіпотезу, якщо  $\chi^2$  більше персентилля розподілу хі-квадрат з  $k$  ступенями вільності, де персентиль відповідає рівню довіри, обраному дослідником.

Слід брати до уваги, що результати тесту можуть бути викривленими через невідповідність розподілу значень змінних нормальному розподілу. Результати застосування LR-тесту наведено у табл. 2.30.

Відповідно до результатів тесту, при рівні довіри 10% статистично значущий внесок до моделі мають відношення власного капіталу до виручки, відношення виручки до активів балансу, а також коефіцієнт швидкої ліквідності. При цьому дві змінні, що мають найбільший абсолютний внесок у значення логістичної функції, виявилися статистично незначущими.

### Результати LR-тесту для моделі на основі набору змінних № 1

Змінна	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Total Assets	1	-47,1263	0,24872	0,617981
Equity / Sales	1	-49,3724	4,74091	<b>0,029454</b>
Investment Income / [Cash + Current Financial Investments + Long-term Financial Investments]	1	-47,2491	0,49437	0,481985
Net Sales / Total Assets	1	-56,3822	18,76052	<b>0,000015</b>
Quick Ratio	1	-62,5599	31,11605	<b>0,000000</b>
Total Liabilities / Total Assets	1	-47,9615	1,91914	0,165952

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Проаналізуємо показники класифікаційної точності побудованої моделі (табл. 2.31).

Таблиця 2.31

### Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 1

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	50,00
Точність, %	96,18

Джерело: розраховано автором

Побудована модель демонструє високу загальну точність, та стовідсоткову специфічність, однак здатність моделі правильно класифікувати страховиків-банкрутів є невисокою — лише 50%.

Дотримуючись аналогічного алгоритму, продовжимо моделювання із використанням набору ознак № 2. Характеристики побудованої моделі наведено у табл. 2.32.



### Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 2

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	р-значення
Перетин	-0,4771	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Total Assets	0,8631	1	-57,699	1,6283	0,201939
Equity / Total Assets	-1,7702	1	-57,034	0,29771	0,585324
Investment Income / [Cash + Current Financial Investments + Long-term Financial Investments]	0,4650	1	-57,206	0,64235	0,42286
Net Sales / Total Assets	-25,5421	1	-66,311	18,8519	<b>0,000014</b>
Total Liabilities / Total Assets	-2,7949	1	-57,066	0,36211	0,547339
Working Capital / Sales	0,0132	1	-64,637	15,5043	<b>0,000082</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

У побудованій моделі значущими виявилися відношення виручки до обсягу активів та відношення робочого капіталу до виручки. При цьому, найбільший внесок у результат класифікації мають відношення виручки до обсягу активів, частка зобов'язань в балансі та відношення власного капіталу до активів балансу. Показники класифікаційної точності моделі наведено у табл. 2.33.

Таблиця 2.33

### Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 2

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	26,92
Точність, %	94,41

Джерело: розраховано автором

З табл. 2.33 видно, що побудована модель має дещо гіршу загальну точність та значно гіршу чутливість, що не дозволяє вважати її придатною для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях.

Побудуємо логістичну модель на основі набору ознак № 3. Результати моделювання представлено у табл. 2.34.

**Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 3**

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
Перетин	-1,3522	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] Growth	0,1346	1	-55,5496	0,22992	0,631581
Current Liabilities / Total Assets	1,9784	1	-55,9522	1,03522	0,308935
Gross Premium / Equity	-39,5494	1	-77,2503	43,63143	<b>0,000000</b>
CFO	-0,0824	1	-59,2031	7,53695	<b>0,006045</b>
Net Income / Total Assets	-5,1205	1	-57,5721	4,27491	<b>0,038679</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Статистично значущим є внесок відношення валових страхових премій до власного капіталу, грошовий потік від операційної діяльності та рентабельність активів. При цьому, найбільший абсолютний внесок в значення класифікатора має відношення валових страхових премій до власного капіталу. Індикатори класифікаційної точності побудованої моделі наведено в табл. 2.35.

Таблиця 2.35

**Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 3**

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	26,92
Точність, %	94,41

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 2.35, логіт-модель на основі набору індикаторів № 3 має ідентичні показники точності класифікації, а отже, також не є прийнятною для використання в аналізі та прогнозуванні фінансової кризи.

Побудуємо логістичну модель на основі переліку показників № 4. Результати моделювання наведено у табл. 2.36.

**Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 4**

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
Перетин	-0,300	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] Growth	-0,007	1	-45,3989	0,000563	0,981078
Cash / Total Assets	-203,865	1	-78,7776	66,75787	<b>0,000000</b>
Current Liabilities / Total Assets	2,378	1	-46,2986	1,799893	0,179725
CFO	-0,083	1	-49,9151	9,03303	<b>0,002651</b>
Retained Earnings / Total Assets	-2,563	1	-47,3007	3,804124	<b>0,051127</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Як видно з табл. 2.36, статистично значущими є частка грошових коштів у балансі страховика, грошовий потік від операційної діяльності та відношення нерозподіленого прибутку до активів балансу. При цьому, найбільший абсолютний внесок в значення логіт-функції вносить відношення грошових коштів до обсягу активів страхової компанії. Найменший внесок має темп приросту ліквідних активів.

Оцінимо класифікаційні властивості побудованої моделі (табл. 2.37).

Таблиця 2.37

**Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 4**

Показник	Значення
Специфічність, %	99,36
Чутливість, %	34,62
Точність, %	94,41

Джерело: розраховано автором

Модель на основі набору показників № 4 має аналогічну загальну точність та дещо нижчу специфічність. При цьому, розрахований рівень чутливості є критично низьким.

Здійснимо моделювання на основі набору індикаторів № 5. Характеристики побудованої моделі наведено в табл. 2.38.

**Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 5**

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
Перетин	-6,51030	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Sales	0,01543	1	-41,9238	15,00262	<b>0,000107</b>
Cash / Current Liabilities	-2,74269	1	-36,6855	4,52604	<b>0,033383</b>
Gross Premium Growth	-8,43465	1	-57,0145	45,18398	<b>0,000000</b>
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Insurance Reserves	0,00079	1	-35,8208	2,79648	<b>0,094471</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Згідно з результатами LR-тесту значущими виявилися всі змінні. Найбільший абсолютний внесок в значення логістичної функції мають зростання валових страхових премій, коефіцієнт абсолютної ліквідності та перетин. Незначним є внесок відношення ліквідних активів до обсягу страхових резервів. Показники класифікаційної точності моделі наведені в табл. 2.39.

Таблиця 2.39

**Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 5**

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	57,69
Точність, %	96,76

Джерело: розраховано автором

Одержана модель має кращі показники класифікаційної точності, ніж моделі, побудовані на попередніх наборах змінних. Побудована логіт-модель ідеально класифікує фінансово здорових страховиків, та демонструє чутливість на рівні 57,69%. При цьому, доволі високою є загальна точність моделі — 96,76%.

Побудуємо модель на основі набору ознак № 6 (табл. 2.40).

**Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 6**

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
Перетин	-5,77612	-	-	-	-
Cash / Current Liabilities	-3,76272	1	-42,4958	9,31526	<b>0,002273</b>
Gross Premium Growth	-8,28248	1	-63,6016	51,52682	<b>0,000000</b>
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Insurance Reserves	0,00068	1	-38,8089	1,94147	0,163509
Net Income / Sales	-0,02495	1	-41,9238	8,17136	<b>0,004256</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Як видно з табл. 2.40, статистично значущими за результатами LR-тесту виявилися всі змінні, окрім відношення ліквідних активів до обсягу страхових резервів. Найбільший внесок у модель мають темп приросту валових страхових премій, коефіцієнт абсолютної ліквідності та перетин. Чиста рентабельність реалізації та відношення ліквідних активів до страхових резервів мають незначний ефект на значення логіт-функції.

Показники класифікаційної точності моделі наведено у табл. 2.41.

Таблиця 2.41

**Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 6**

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	46,15
Точність, %	95,88

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 2.41, побудована модель також має високий рівень специфічності та загальної точності. При цьому рівень чутливості є гіршим, ніж у деяких побудованих раніше моделей.

Використаємо останній набір змінних для побудови логіт-моделі. Результати моделювання наведено у табл. 2.42.

**Характеристики логістичної моделі на основі набору змінних № 7**

Змінна	Коефіцієнт	Ступені вільності	Log-вірогідність	Статистика хі-квадрат	p-значення
Перетин	-6,66566	-	-	-	-
Cash / Current Liabilities	-2,60417	1	-35,7690	4,03538	<b>0,044556</b>
Gross Premium Growth	-8,59087	1	-56,8274	46,15208	<b>0,000000</b>
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Insurance Reserves	0,00083	1	-35,2519	3,00108	<b>0,083209</b>
Working Capital / Sales	0,01946	1	-41,9238	16,34501	<b>0,000053</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Усі включені до моделі змінні є статистично значущими. Найбільший внесок в значення функції вносять темп приросту валових страхових премій, коефіцієнт абсолютної ліквідності та перетин; найменший — відношення ліквідних активів до страхових резервів. Класифікаційні властивості моделі наведено у табл. 2.53.

Таблиця 2.43

**Класифікаційні властивості логістичної моделі на основі набору змінних № 7**

Показник	Значення
Специфічність, %	100,00
Чутливість, %	61,54
Точність, %	97,06

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 2.43, одержана модель має найвищі показники точності: відмінну специфічність та високу точність. Рівень чутливості хоча і є найвищим серед побудованих моделей, залишається недостатнім для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях.

Як і у попередніх випадках, застосуємо процедуру супердискретизації та порівняємо результати моделювання. Алгоритм моделювання залишаємо незмінним. У табл. 2.44 наведено одержані логіт-функції. Напівжирним виділено показники, що виявилися статистично значущими на підставі LR-тесту.

**Параметри моделей, побудованих з використанням супердискретизованої  
вибірки**

Змінна моделі	Набір змінних, №						
	1	2	3	4	5	6	7
Перетин	0,2619	2,4916	<b>1,2662</b>	<b>2,4805</b>	<b>-4,8404</b>	<b>-4,8066</b>	<b>-4,8701</b>
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Total Assets	0,0045	<b>1,3801</b>	-	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] Growth	-	-	0,1791	-0,1896	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Sales	-	-	-	-	0,0078	-	-
Cash / Current Liabilities	-	-	-	-	<b>-2,8793</b>	<b>-3,4871</b>	<b>-2,7403</b>
Cash / Total Assets	-	-	-	<b>-194,9915</b>	-	-	-
CFO	-	-	<b>-0,0499</b>	-0,0609	-	-	-
Current Liabilities / Total Assets	-	-	0,8343	1,5474	-	-	-
Equity / Sales	<b>0,0017</b>	-	-	-	-	-	-
Equity / Total Assets	-	-2,2977	-	-	-	-	-
Gross Premium / Equity	-	-	<b>-41,2921</b>	-	-	-	-
Gross Premium Growth	-	-	-	-	<b>-10,5020</b>	<b>-11,1356</b>	<b>-10,4125</b>
Investment Income / [Cash + Current Financial Investments + Long-term Financial Investments]	0,4397	0,1862	-	-	-	-	-
[Cash + Current Financial Investments + Receivables] / Insurance Reserves	-	-	-	-	0,0005	0,0004	0,0005
Net Sales / Total Assets	<b>-34,6712</b>	<b>-31,4783</b>	-	-	-	-	-
Net Income / Total Assets	-	-	<b>-2,8016</b>	-	-	-	-
Net Income / Sales	-	-	-	-	-	-0,0182	-
Retained Earnings / Total Assets	-	-	-	<b>-1,6987</b>	-	-	-
Quick Ratio	<b>0,0036</b>	-	-	-	-	-	-
Total Liabilities / Total Assets	-	-0,9701	-	-	-	-	-
Total Liabilities / Total Assets	<b>3,4479</b>	-	-	-	-	-	-
Working Capital / Sales	-	<b>0,0062</b>	-	-	-	-	<b>0,0112</b>

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення StatSoft Statistica

Можна констатувати, що завдяки використанню супердискретизованої вибірки в більшості логіт-моделей змінився не лише перелік статистично значущих змінних, а й напрям впливу деяких змінних на значення результуючої функції. Втім, більший інтерес викликає зміна класифікаційних характеристик побудованих моделей. У табл. 2.45 наведено показники точності для логіт-моделей.

Таблиця 2.45

**Класифікаційні характеристики моделей, побудованих з використанням супердискретизованого класу страховиків-банкротів**

Показник класифікаційної точності	Набір (супердискретизованих) змінних						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Специфічність, %	96,18	88,22	88,54	100,00	92,36	92,36	92,36
Чутливість, %	74,84	72,61	75,80	84,71	88,22	88,54	88,54
Точність, %	85,51	80,41	82,17	92,36	90,29	90,45	90,45

Джерело: розраховано автором

З табл. 2.45 видно, що після супердискретизації групи банкрутів у вибірці вдалося одержати більш прийнятні з позиції класифікаційної точності моделі. Хоча загальна точність моделей дещо знизилася, було досягнуто високих значень чутливості. При цьому, рівень специфічності залишився на достатньо високому рівні.

Найкращою з позиції класифікаційних характеристик виявилася логістична модель на основі набору змінних № 4 після застосування процедури супердискретизації (чутливість — 84,71%, загальна точність — 92,36%). Моделі на основі початкових наборів змінних, незважаючи на високі показники специфічності та точності продемонстрували занижений рівень чутливості.

Хоча більшість побудованих економіко-математичних моделей має відмінні класифікаційні характеристики, порівняємо їх з результатами застосування деяких поширених методів та моделей на досліджуваній вибірці страховиків за даними 2010 року. Пропонуємо використати класичний аналіз фінансової стійкості на основі фінансових коефіцієнтів [6] (результат визначається на підставі оцінки



рівня та динаміки індикаторів та формування агрегованого результату на основі простої середньої арифметичної), коефіцієнта У. Бівера підприємств [6, с. 204], Z-показника Е. Альтмана (для невиробничих підприємств) [87; 89], дискримінантної моделі О. Терещенка (для підприємств інших галузей) [74], коефіцієнта надійності страховика Товариства актуаріїв України [61] та дискримінантної моделі К. Грозави для українських страхових компаній [25; 26]. Особливості та результати застосування зазначених методів та моделей наведено у Додатку Б. Класифікаційні властивості застосованих методів представлені у табл. 2.46.

Таблиця 2.46

### Порівняння класифікаційних характеристик наявних методів та моделей

Показник		Висновок на основі аналізу фінансових коефіцієнтів	Висновок на основі коефіцієнта У. Бівера	Висновок на основі моделі Е. Альтмана	Висновок на основі моделі О. Терещенка	Висновок на основі коефіцієнта надійності	Висновок на основі моделі К. Грозави
Пропуски враховано	Специфічність, %	10,51	7,96	92,36	73,57	77,71	81,21
	Чутливість, %	34,62	84,62	11,54	23,08	26,92	15,38
	Точність, %	12,35	13,82	86,18	69,71	73,82	76,18
	Відсоток компаній, клас яких неможливо визначити, %	12,06	2,94	5,00	17,35	0,00	2,94
Пропуски не враховано	Специфічність, %	11,38	8,14	96,99	87,83	77,71	83,06
	Чутливість, %	100,00	95,65	12,50	33,33	26,92	17,39
	Точність, %	14,05	14,24	90,71	84,34	73,82	78,48

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 2.46, результати використання обраних методів та моделей виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях є неоднорідними. З одного боку, дискримінантні моделі та коефіцієнт надійності продемонстрували високу загальну точність, і водночас — критично низьку чутливість. З іншого боку, результати класичного фінансового аналізу та застосування коефіцієнта У. Бівера вказують на високу здатність цих методів

визначати кризових страховиків; однак, критично низькою є здатність розрізняти фінансово здорові страхові компанії.

Таким чином, здійснивши аналіз класифікаційних характеристик побудованих моделей, можна констатувати, що всі застосовані методи можуть бути використані в процесі виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях і мають переваги над поширеними на практиці методами та моделями. При цьому з-поміж побудованих моделей найкращу класифікаційну точність продемонстрували дерева рішень. Моделі опорних векторів та логістичні моделі також мають прийнятні класифікаційні властивості.

Обрання моделей, найбільш застосовних для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях, здійснимо у наступному розділі шляхом врахування не лише класифікаційної точності, а результативності прогнозування з використанням даних за наступні звітні періоди.

### **2.3. Побудова імітаційної моделі діяльності української страхової компанії**

На відміну від моделей виявлення ознак фінансової кризи, моделі процесів реагування на фінансову кризу та навчання з кризи спрямовані більшою мірою на визначення та обґрунтування дій управлінців, аніж на характеризування певного стану компанії. При цьому, елемент прогнозування є важливим і в такого типу моделях, адже він дозволяє здійснювати порівняння альтернативних шляхів розвитку підприємства. Методом моделювання процесів реагування на фінансову кризу та навчання з досвіду антикризового фінансового управління в страхових компаніях України обрано імітаційне моделювання, а саме системну динаміку.

Зважаючи на те, що антикризове фінансове управління в страховій компанії є складовою загальної системи управління підприємством та може спрямовуватися на всі сфери діяльності страховика, побудова специфічних

елементів реагування на фінансову кризу та навчання з неї відбуватиметься на основі імітаційної моделі діяльності страхової компанії.

На думку основоположника системної динаміки Дж. Форрестера, фінансова інформація «не є інтегральною складовою функцій прийняття рішень», а «базова схема основних ефектів в організації як правило може бути представлена без фінансової та бухгалтерської інформації» [131, с. 335-336]. Втім, слід брати до уваги, що страховики є фінансовими компаніями, тому фінансовий вимір діяльності виявляється надзвичайно важливим для здійснення ефективного управління ними. Хоча страхові компанії, як й інші компанії, проводять операційну, інвестиційну та фінансову діяльність, саме особливості наповнення цих напрямків діяльності відрізняють страховий бізнес від інших підприємств [24; 36].

Операційна діяльність страховика включає андерайтинг, перестраховання, резервування та врегулювання страхових випадків. Андерайтинг передбачає укладання страхових договорів із визначеними страховими сумами залежно від наявного капіталу страховика. Якщо компанія не може утримати певний страховий ризик, використовується перестраховання. Частина одержаних премій, а також інших коштів резервується з метою можливості повного і вчасного здійснення страхових виплат.

На відміну від підприємств інших галузей, в страхових компаніях надзвичайно важливу роль грає інвестування, адже страховикам необхідно акумулювати та примножувати наявні фінансові ресурси для забезпечення страхових виплат. Страхові компанії інвестують не лише власні кошти, а й кошти страхових резервів, напрями вкладення яких строго регулюються законодавством.

Фінансові операції страховиків пов'язані із залученням та поверненням власних та позикових фінансових ресурсів, а також включають виплати власникам у вигляді дивідендів. При цьому, страхові компанії значно меншою мірою використовують позикові фінансові ресурси, адже здійснення страхових виплат за рахунок взятих у позику коштів заборонено законодавством.

Зважаючи на важливість як фінансової, так і нефінансової складової в представленні діяльності українських страхових компаній, у процесі моделювання дотримуватимемося управлінсько-облікового підходу. Управлінський облік, на відміну від бухгалтерського обліку, передбачає збір та обробку інформації, яка має реально допомагати у веденні бізнесу та спрямовується на підтримку достатнього рівня запасів (фінансових та матеріальних) для уникнення їх вичерпання [103, с. 193]. Використання управлінсько-облікового підходу також дозволяє з більшою точністю визначати та адресувати причини кризових явищ, не обмежуючись симптомами фінансової кризи. Окрім цього, зазначений підхід дозволяє враховувати «ментальні моделі» управлінців, вбудовані в організацію. Нарешті, використання інформаційної бази управлінського обліку сприяє визначенню не лише причинно-наслідкових, а й зворотних зв'язків у бізнес-системі.

Представлення бухгалтерських операцій в моделі страхової компанії відбувалося з орієнтацією на підходи К. Ямагучі [244] та Е. Мельзе [185]. Формування складових елементів діяльності страхових компаній здійснювалося з використанням праць у сфері страхової справи [249], фінансів страхових компаній [24; 249], розробки моделей управління страховими компаніями [35-37], нормативно-правової бази України в галузі страхування.

В процесі моделювання використовувалося програмне забезпечення iSee Systems iThink 10.0.6. Через неповну підтримку кирилических символів, назви елементів моделі є англійськими.

Побудована імітаційна модель складається з 12 секторів (модулів), кожен з яких відображає відносно відокремлену сферу операцій страхової компанії. Більшість модулів є взаємопов'язаними через наявність фінансових та/або інформаційних потоків між ними. До моделі входять такі модулі: *Actuarial* (Актuarні розрахунки); *Underwriting* (Андерайтинг); *Reinsurance* (Перестраховування); *Claims* (Вимоги); *Reserving* (Резервування); *Investing* (Інвестування); *Human resources* (Працівники); *Fixed assets* (Необоротні активи); *Equity* (Власний капітал); *Tax calculation* (Податки); *Financials* (Ключові фінансові показники); *Cash* (Грошові кошти).

На рис. 2.27 зображено структуру взаємозв'язків між сферами діяльності страхової компанії.

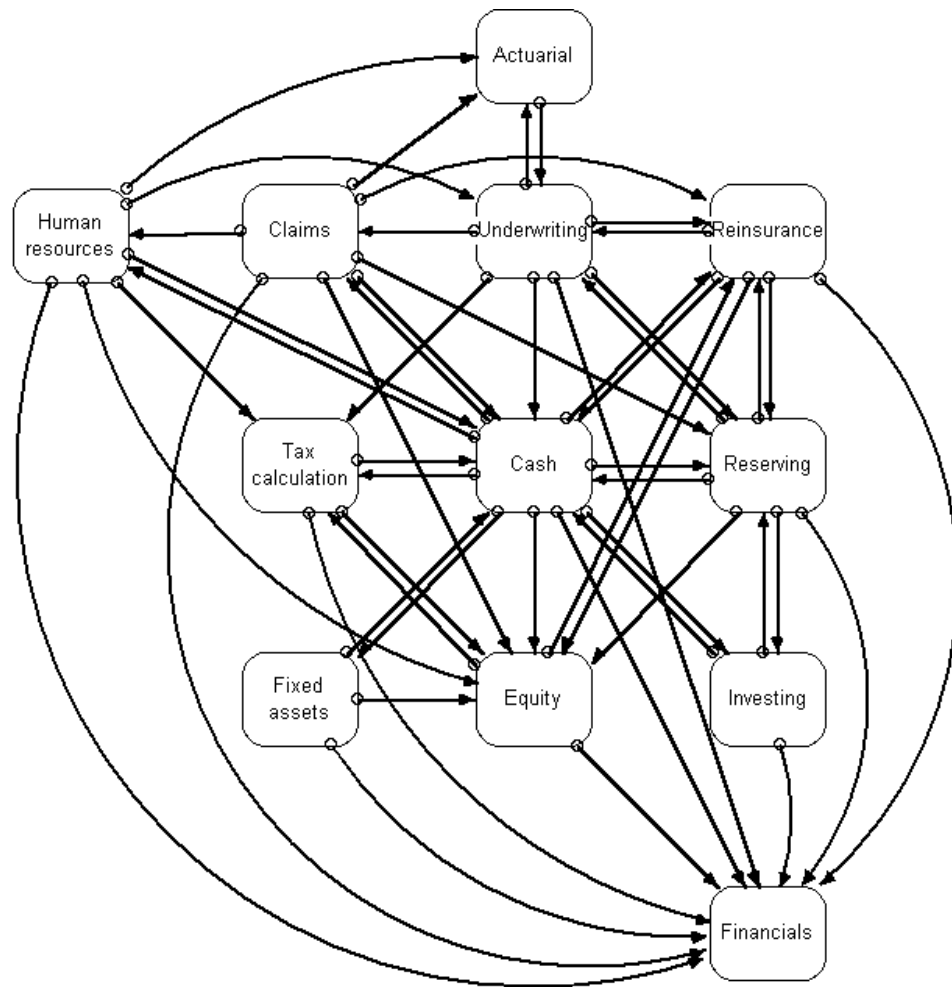


Рис. 2.27. Запропонована структура взаємозв'язків між сферами діяльності страховика

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

Страхова компанія прагне задовольнити попит на страхові послуги, пропонуючи власний страховий продукт. Попит на страховий продукт страховика визначається як загальнонаціональним попитом на страхові послуги, так і відносною ціною страхового продукту (страховим тарифом). Залежно від загального попиту на страхові продукти компанії та середньої страхової суми за контрактом визначається попит у вигляді кількості страхових угод для укладення. У разі, якщо страхова сума перевищує дозволена величину власного утримання,

відбувається передача ризику у перестраховання. При укладанні страхових угод основним обмеженням виступає продуктивність працівників компанії.

На основі кількості укладених угод, середньої страхової суми та валового страхового тарифу розраховується загальна сума валових страхових премій. Чисті зароблені страхові премії визначаються шляхом врахування передачі певного обсягу премій у перестраховання та зміни обсягу страхових резервів незароблених премій. У модулі *Underwriting* визначається величина валових та чистих зароблених страхових премій, а також частка премій, що передається перестраховикам (рис. 2.28).

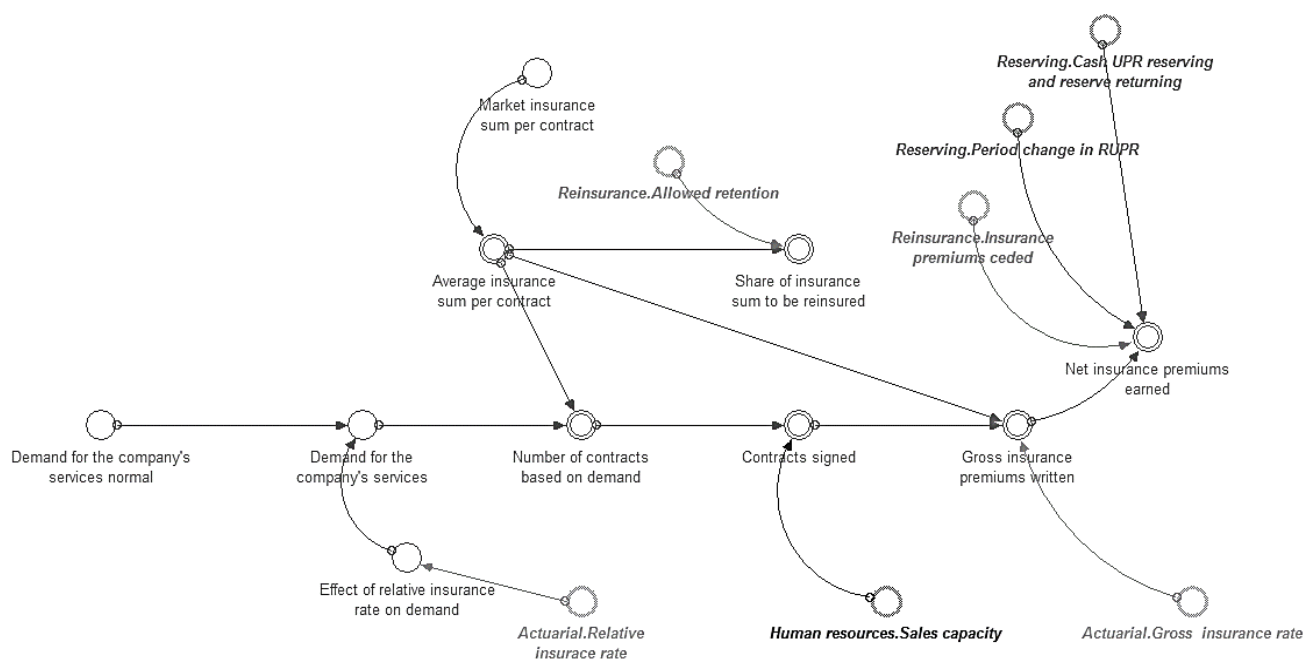


Рис. 2.28. Структура модуля *Underwriting* (Андерайтинг)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.47 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Андерайтинг», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі Андерайтинг

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Sales_capacity	Максимальний обсяг реалізації	Human_resources/Працівники
Relative_insurance_rate	Відносний страховий тариф	Actuarial/АктUARні розрахунки
Gross_insurance_rate	Валовий страховий тариф	Actuarial/АктUARні розрахунки
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховування	Reinsurance/Перестраховування
Allowed_retention	Дозволений рівень власного утримання	Reinsurance/Перестраховування
Cash_UPR_reserving_and_reserve_returning	Зміна резерву незароблених премій у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
Period_change_in_RUPR	Зміна резерву незароблених премій за період	Reserving/Резервування
Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Average_insurance_sum_per_contract	Середня страхова сума по договору	Market_insurance_sum_per_contract
Contracts_signed	Договори укладені	$\min(\text{Human\_resources.Sales\_capacity}, \text{Number\_of\_contracts\_based\_on\_demand})$
Demand_for_the_company's_services	Попит на послуги компанії	$\text{Demand\_for\_the\_company's\_services\_normal} * \text{Effect\_of\_relative\_insurance\_rate\_on\_demand}$
Demand_for_the_company's_services_normal	Середній попит на послуги страхових компаній	Demand_normal_indicated
Demand_normal_indicated	Розрахований попит на послуги страхових компаній	$\text{Gross\_insurance\_premiums\_DATA} / 0.05$
Desired_share_of_insurance_sum_to_be_reinsured	Цільова частка страхової суми для передачі перестраховику	$\text{Reinsurance\_Indicated} / \text{Gross\_insurance\_premiums\_DATA}$
Effect_of_relative_insurance_rate_on_demand	Вплив відносного страхового тарифу на попит	$\text{smth1}(1 / \text{Actuarial.Relative\_insurance\_rate}, 1)$
Gross_insurance_premiums_written	Валові страхові премії	$\text{Contracts\_signed} * \text{Average\_insurance\_sum\_per\_contract} * \text{Actuarial.Gross\_insurance\_rate}$
Net_insurance_premiums_earned	Чисті страхові премії	$\text{Gross\_insurance\_premiums\_written} - \text{Reinsurance.Insurance\_premiums\_ceded} - \text{Reserving.Cash\_UPR\_reserving\_and\_reserve\_returning} + \text{Reserving.Period\_change\_in\_RUPR}$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Number_of_contracts_based_on_demand	Попит на укладення договорів	Demand_for_the_company's_services/Average_insurance_sum_per_contract
Share_of_insurance_sum_to_be_reinsured	Частка страхової суми для передачі перестраховику	(max(0,(Average_insurance_sum_per_contract-Reinsurance.Allowed_retention)/Average_insurance_sum_per_contract))+(1-.SWITCHER_Reinsurance_OFF)*Desired_share_of_insurance_sum_to_be_reinsured
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Gross_insurance_premiums_DATA	Дані щодо валових страхових премій	Розраховано на основі фінансової звітності
Market_insurance_sum_per_contract	Ринкова середня страхова сума за договором	1000

Джерело: розроблено автором

Валовий страховий тариф визначається на основі оцінки витрат, ризикової надбавки, історичного рівня виплат та бажаної рентабельності страхових операцій. Враховуються аквізиційні витрати, змінні витрати на збут страхових послуг, ліквідаційні витрати. Валовий страховий тариф змінюється не ментально, а за певний визначений період часу. На основі валового страхового тарифу та середньоринкового тарифу визначається відносна ціна страхового продукту компанії.

Модуль *Actuarial* містить ланцюг розрахунку чистого та валового страхового тарифу, витрат на ведення справи, а також відносного страхового тарифу (рис. 2.29).



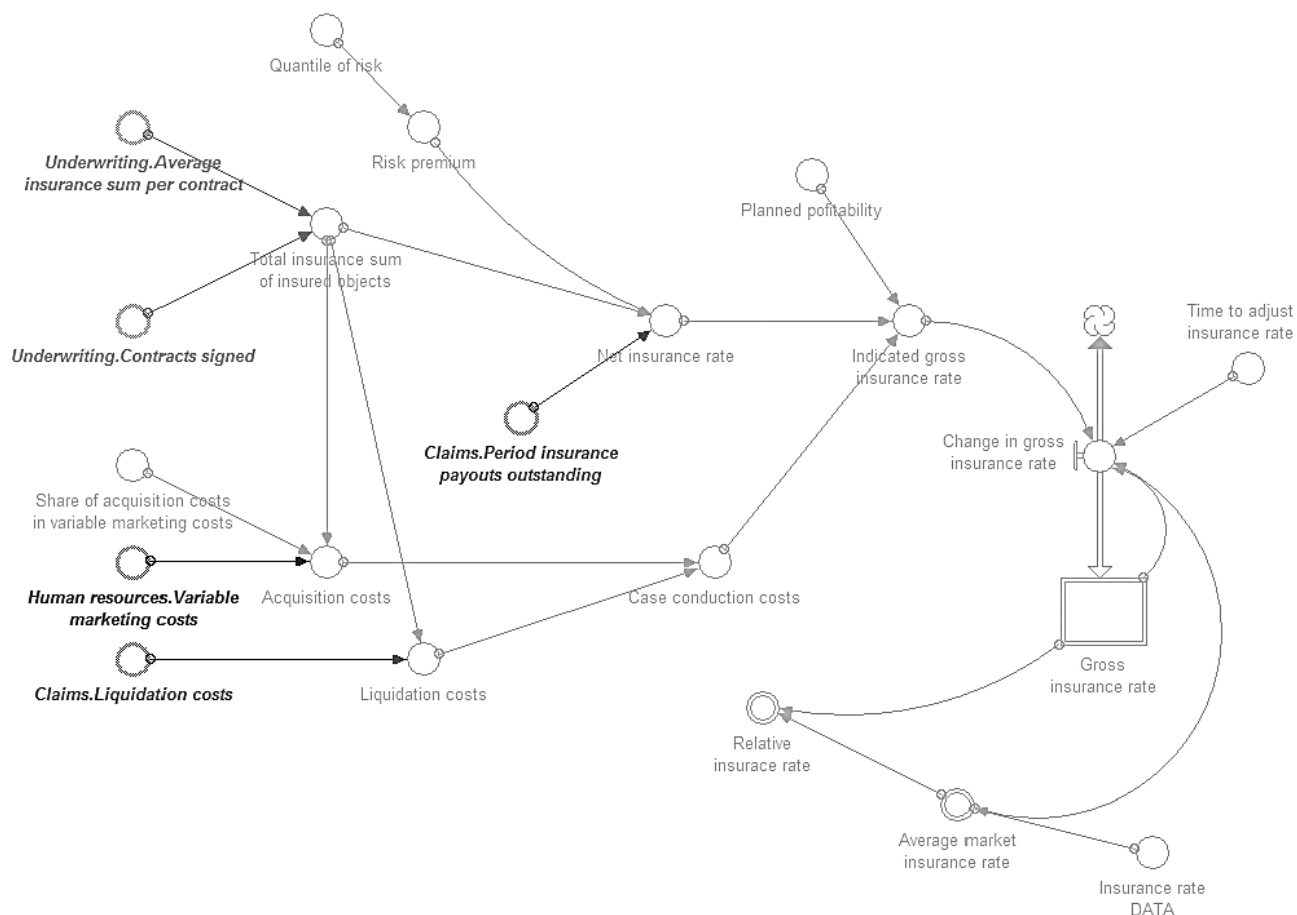


Рис. 2.29. Структура модуля *Actuarial* (АктUARні розрахунки)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.48 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «АктUARні розрахунки», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

Таблиця 2.48

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «АктUARні розрахунки»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Variable__marketing_costs	Змінні маркетингові витрати	Human_resources/Працівники
Average_insurance_sum_per_contract	Середня страхова сума по договору	Underwriting/Андерайтинг
Contracts_signed	Договори укладені	Underwriting/Андерайтинг
Period_insurance_payouts_outstanding	Страхові виплати за період	Claims/Вимоги
Gross__insurance_rate	Валовий страховий тариф	$Gross\_insurance\_rate(t - dt) + (Change\_in\_gross\_insurance\_rate) * dt$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Change_in_gross_insurance_rate	Зміна валового страхового тарифу	$(\text{Indicated\_gross\_insurance\_rate} * (1 - \text{.SWITCHER\_Rate\_OFF}) + \text{.SWITCHER\_Rate\_OFF} * \text{Average\_market\_insurance\_rate} - \text{Gross\_insurance\_rate}) / \text{Time\_to\_adjust\_insurance\_rate}$
Indicated_gross_insurance_rate	Цільове значення валового страхового тарифу	$100 * \text{Net\_insurance\_rate} / (100 - \text{Case\_conduction\_costs} - \text{Planned\_pofitability})$
Net_insurance_rate	Чистий страховий тариф	$(\text{Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding} / \text{Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects} + \text{Risk\_premium})$
Acquisition_costs	Аквізиційні витрати	$\text{Human\_resources.Variable\_marketing\_costs} * \text{Share\_of\_acquisition\_costs\_in\_variable\_marketing\_costs} / \text{Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects} * 100$
Case_conduction_costs	Витрати на ведення справи	$\text{Acquisition\_costs} + \text{Liquidation\_costs}$
Total_insurance_sum_of_insured_objects	Загальна страхова сума застрахованих об'єктів	$\text{Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract} * \text{Underwriting.Contracts\_signed}$
Risk_premium	Премія за ризик	$1.2 * \text{Quantile\_of\_risk}$
Liquidation_costs	Ліквідаційні витрати	$\text{Claims.Liquidation\_costs} / \text{Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects} * 100$
Relative_insurance_rate	Відносний страховий тариф	$\text{Gross\_insurance\_rate} / \text{Average\_market\_insurance\_rate}$
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
.SWITCHER_Rate_OFF	Перемикач розрахунку страхового тарифу	0
Average_market_insurance_rate	Середній ринковий страховий тариф	Insurance_rate_DATA = 0.05
Time_to_adjust_insurance_rate	Час для зміни страхового тарифу	1
Planned_pofitability	Планова прибутковість діяльності	24.735
Share_of_acquisition_costs_in_variable_marketing_costs	Частка аквізиційних витрат у маркетингових витратах	0.1
Quantile_of_risk	Квантиль ризику	0

Джерело: розроблено автором

Не всі зібрані страхові премії належать компанії. Залежно від рівня власного утримання, частина валових страхових премій може бути передана у перестраховання, що скорочує величину зароблених премій страховика. Частка

переданих у перестраховання премій також враховується у резерві незароблених премій у якості права вимоги до перестраховиків. Модуль *Reinsurance* включає розрахунок власного утримання, обсягу премій переданих перестраховикам, обсягу страхових відшкодувань, компенсованих перестраховиками, обсяг комісій та платежів, пов'язаних з використанням перестраховання (рис. 2.30).

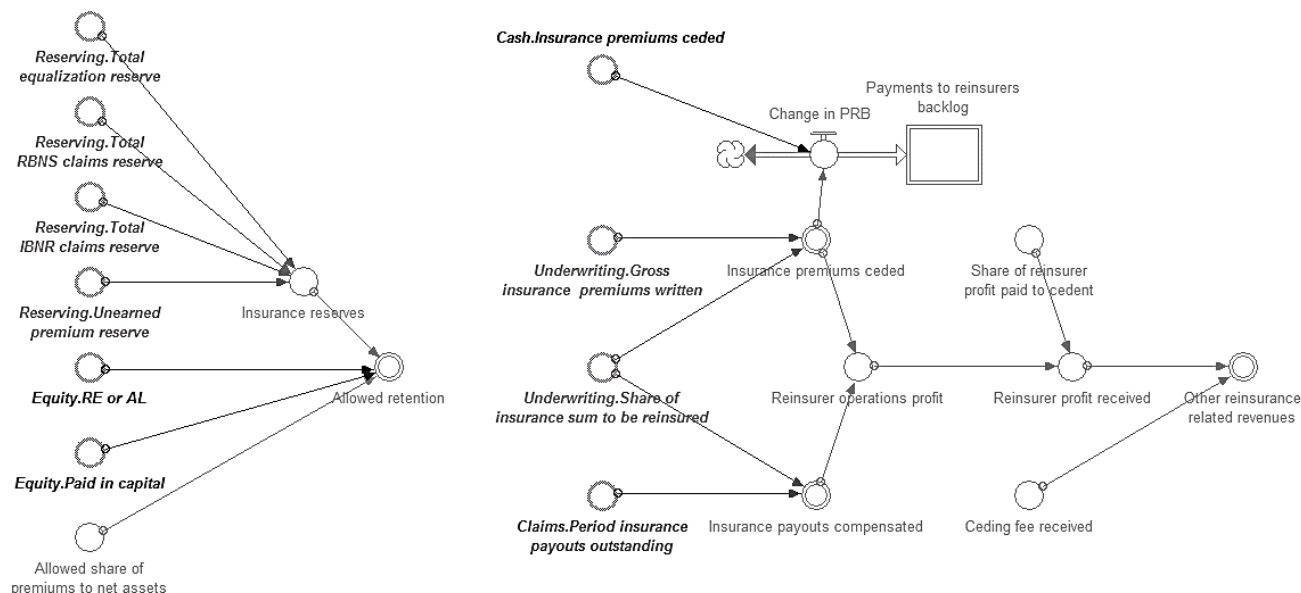


Рис. 2.30. Структура модуля *Reinsurance* (Перестраховання)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.49 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Перестраховання», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

Таблиця 2.49

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Перестраховання»

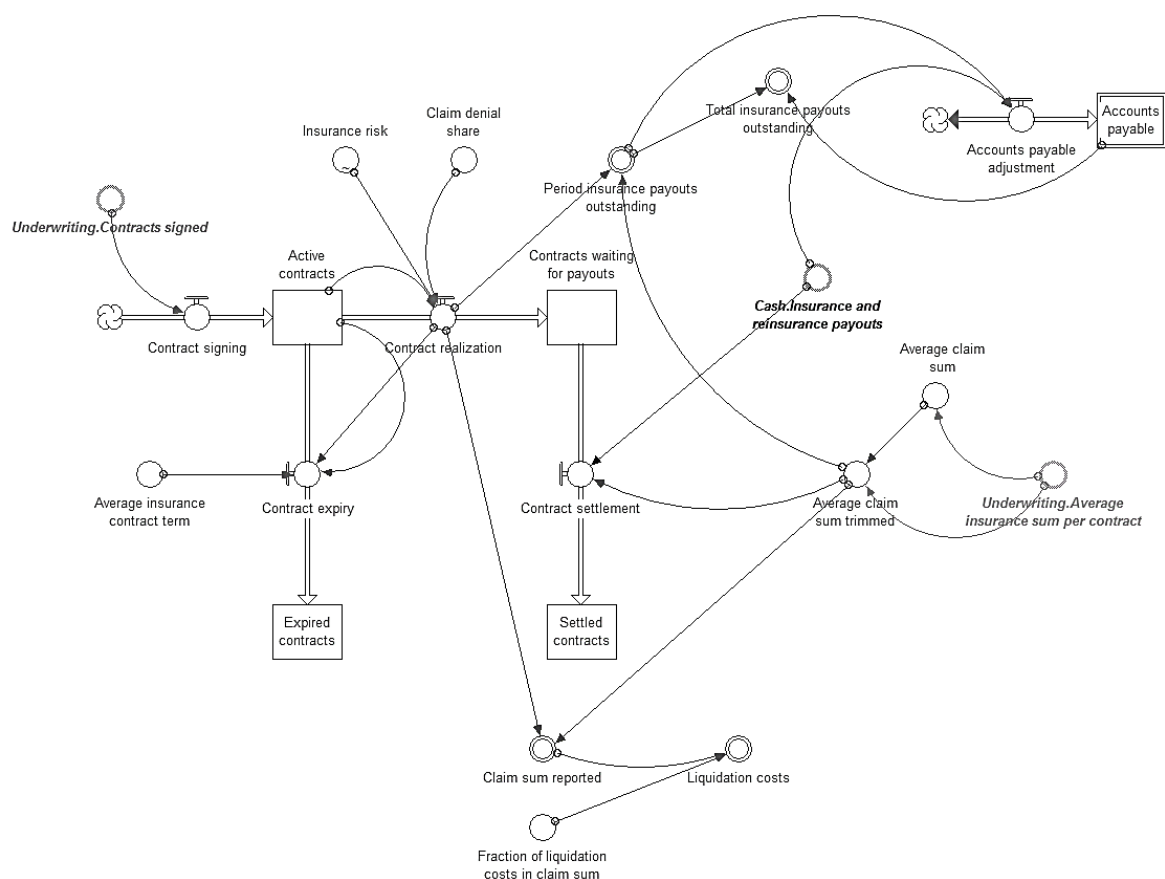
Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховання	Cash/Грошові кошти
RE_or_AL	Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	Equity/Власний капітал
Paid_in_capital	Зареєстрований (статутний) капітал	Equity/Власний капітал
Period_insurance_payouts_outstanding	Страхові виплати за період	Claims/Вимоги
Share_of_insurance_sum_to_be_reinsured	Частка страхової суми для передачі перестраховику	Underwriting/Андерайтинг

<b>Вхідні параметри</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Формула розрахунку</b>
Gross_insurance__premiums_written	Валові страхові премії	Underwriting/Андерайтинг
Total__equalization_reserve	Резерв коливань збитковості	Reserving/Резервування
Unearned_premium_reserve	Резерв незароблених премій	Reserving/Резервування
Total_IBNR_claims_reserve	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Total_RBNS_claims_reserve	Резерв заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
<b>Ендогенні змінні</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Формула розрахунку</b>
Payments_to_reinsurers_backlog	Заборгованість за платежами перестраховику	Payments_to_reinsurers_backlog(t - dt) + (Change_in_PRB) * dt
Change_in_PRB	Зміна заборгованості за платежами перестраховику	Insurance_premiums_ceded - Cash.Insurance_premiums_ceded
Allowed_retention	Дозволений рівень власного утримання	(IF ((Equity.RE_or_AL+Equity.Paid_in_capital)>=0) THEN max(0,(Insurance_reserves+Equity.RE_or_AL+Equity.Paid_in_capital)*Allowed_share_of_premiums_to_net_assets) Else 0)*0 +max(0,(Insurance_reserves+Equity.RE_or_AL+Equity.Paid_in_capital)* Allowed_share_of_premiums_to_net_assets)
Insurance_payouts_compensated	Страхові виплати компенсовані перестраховиком	Claims.Period_insurance_payouts_outstanding*Underwriting.Share_of_insurance_sum_to_be_reinsured
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховування	Underwriting.Gross_insurance_premiums_written*Underwriting.Share_of_insurance_sum_to_be_reinsured
Insurance_reserves	Страхові резерви	Reserving.Total__equalization_reserve+Reserving.Unearned_premium_reserve+Reserving.Total_IBNR_claims_reserve+Reserving.Total_RBNS_claims_reserve
Other_reinsurance_related_revenues	Інші доходи від перестраховування	Ceding_fee_received+Reinsurer_profit_received
Reinsurer_operations_profit	Прибуток від операцій перестраховування	Insurance_premiums_ceded - Insurance_payouts_compensated
Reinsurer_profit_received	Одержаний прибуток від операцій перестраховування	max(0,Reinsurer_operations_profit)* Share_of_reinsurer_profit_paid_to_cedent

Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Allowed_share_of_premiums_to_net_assets	Максимально допустима частка страхових премій до чистих активів	0.1
Ceding_fee_received	Плата за передачу у перестраховання	0
Share_of_reinsurer_profit_paid_to_cedent	Частка прибутку перестраховика, що виплачується страховику	0

Джерело: розроблено автором

Коли страхувальники звертаються в страхову компанію для одержання страхового відшкодування, частина звернень відхиляється, а розмір збитків порівнюється із величиною страхової суми. Перестраховики компенсують частину страхових відшкодувань, залежно від частки страхових платежів переданих перестраховику. Обсяг коштів, що був внесений до резерву незароблених премій повертається з нього, якщо дія угоди завершується. Страховик здійснює страхові виплати, якщо в наявності є достатньо грошових коштів. В модулі *Claims* ведеться облік за категоріями страхових угод (активні; ті, що спливли; ті, за якими очікується здійснення виплат; врегульовані), розраховується обсяг страхових відшкодувань до сплати, обчислюються ліквідаційні витрати (рис. 2.31).

Рис. 2.31. Структура модуля *Claims* (Вимоги)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.50 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Вимоги», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

Таблиця 2.50

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Вимоги»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Insurance_and_reinsurance_payouts	Страхові та перестрахові виплати	Cash/Грошові кошти
Average_insurance_sum_per_contract	Середня страхова сума по договору	Underwriting/Андерайтинг
Contracts_signed	Договори укладені	Underwriting/Андерайтинг
Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Accounts_payable	Кредиторська заборгованість	$Accounts\_payable(t - dt) + (Accounts\_payable\_adjustment) * dt$
Accounts_payable_adjustment	Зміна кредиторської заборгованості	$Period\_insurance\_payouts\_outstanding - Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Active__contracts	Активні страхові договори	Active__contracts(t - dt) + (Contract_signing - Contract_expiry - Contract_realization) * dt
Contract_signing	Укладення договорів	Underwriting.Contracts_signed
Contract_expiry	Завершення терміну дії договорів	Active__contracts/Average_insurance__contract_term-Contract_realization
Contract_realization	Реалізація страхових договорів	Insurance_risk*(1-Claim_denial__share)*Active__contracts
Contracts_waiting__for_payouts	Договори, за якими очікується виплата	Contracts_waiting__for_payouts(t - dt) + (Contract_realization - Contract_settlement) * dt
Contract_settlement	Виконання договорів	Cash.Insurance_and_reinsurance_payouts/Average_claim__sum_trimmed
Expired__contracts	Договори, термін дії яких завершився	Expired__contracts(t - dt) + (Contract_expiry) * dt
Settled__contracts	Договори, виплати за якими буди здійснені	Settled__contracts(t - dt) + (Contract_settlement) * dt
Average_claim_sum	Середня сума вимоги	$smth1(\text{Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract} * 1.2, 1)$
Average_claim__sum_trimmed	Середня сума, що підлягає виплаті	$min(\text{Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract}, \text{Average\_claim\_sum})$
Liquidation_costs	Ліквідаційні витрати	Claim_sum_reported*Fraction_of_liquidation_costs_in_claim_sum
Period_insurance_payouts_outstanding	Страхові виплати за період	Contract_realization*Average_claim__sum_trimmed
Total_insurance_payouts_outstanding	Загальні страхові виплати	Period_insurance_payouts_outstanding+Accounts__payable
Claim_sum_reported	Заявлена сума страхових виплат	Average_claim__sum_trimmed*Contract_realization
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Average_insurance__contract_term	Середній термін дії контракту	4
Claim_denial__share	Часта договорів, за якими відхилено вимоги щодо виплат	0
Fraction_of_liquidation_costs_in_claim_sum	Частка ліквідаційних витрат у сумі страхових виплат	0.001
Insurance_payouts_indicated	Розраховані страхові виплати	Розраховано на основі фінансової звітності
Insurance_risk	Страховий ризик	Розраховано на основі фінансової звітності

Джерело: розроблено автором

Кожен страховик формує та підтримує на належному рівні резерв незароблених премій, який розраховується на основі обсягу страхових премій за три попередні квартали. Окрім цього страхові компанії формують резерви збитків (резерв заявлених, але не виплачених збитків; резерв збитків, що виникли, але не заявлені; резерв коливань збитковості).

У разі наявності вільних коштів (не зарезервованих та не використаних для інших платежів), ці кошти інвестуються для одержання додаткового неопераційного доходу. Кошти страхових резервів також інвестуються, проте структура вкладень регулюється законодавчо для забезпечення ліквідності, безпечності, прибутковості та диверсифікованості інвестицій. Зважаючи на те, що структура модулів *Investing* та *Reserving* є громіздкою, наводимо лише частину модуля *Investing*, в якому відбувається визначення пріоритетних напрямків вкладень залежно від прибутковості інструментів та обмежень, а також розрахунок інвестиційних доходів та втрат (рис. 2.32).

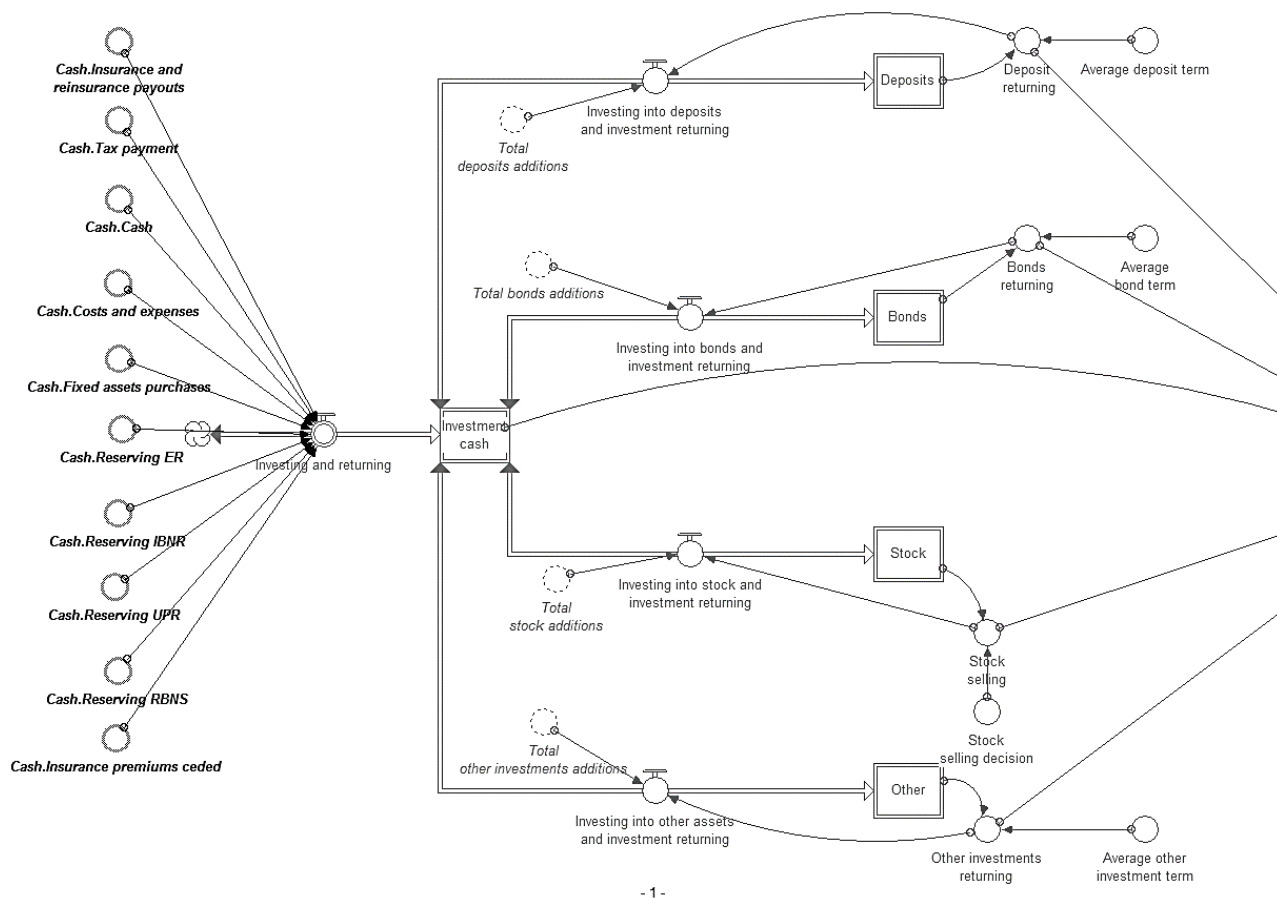


Рис. 2.32. Структура модуля *Investing* (Інвестування, фрагмент)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink



Через громізdkість ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Інвестування», рівняння їх визначення та значення відповідних констант наведено у Додатку В.

Розрахунок податків, що сплачує страховик, відбувається на основі операційного (страхового) доходу, інших видів доходів та витрат, результатів зміни страхових резервів. В модулі *Tax payment* обчислюються податок на страхові доходи, податок на прибуток, а також утримання та відрахування (єдиний соціальний внесок) (рис. 2.33).

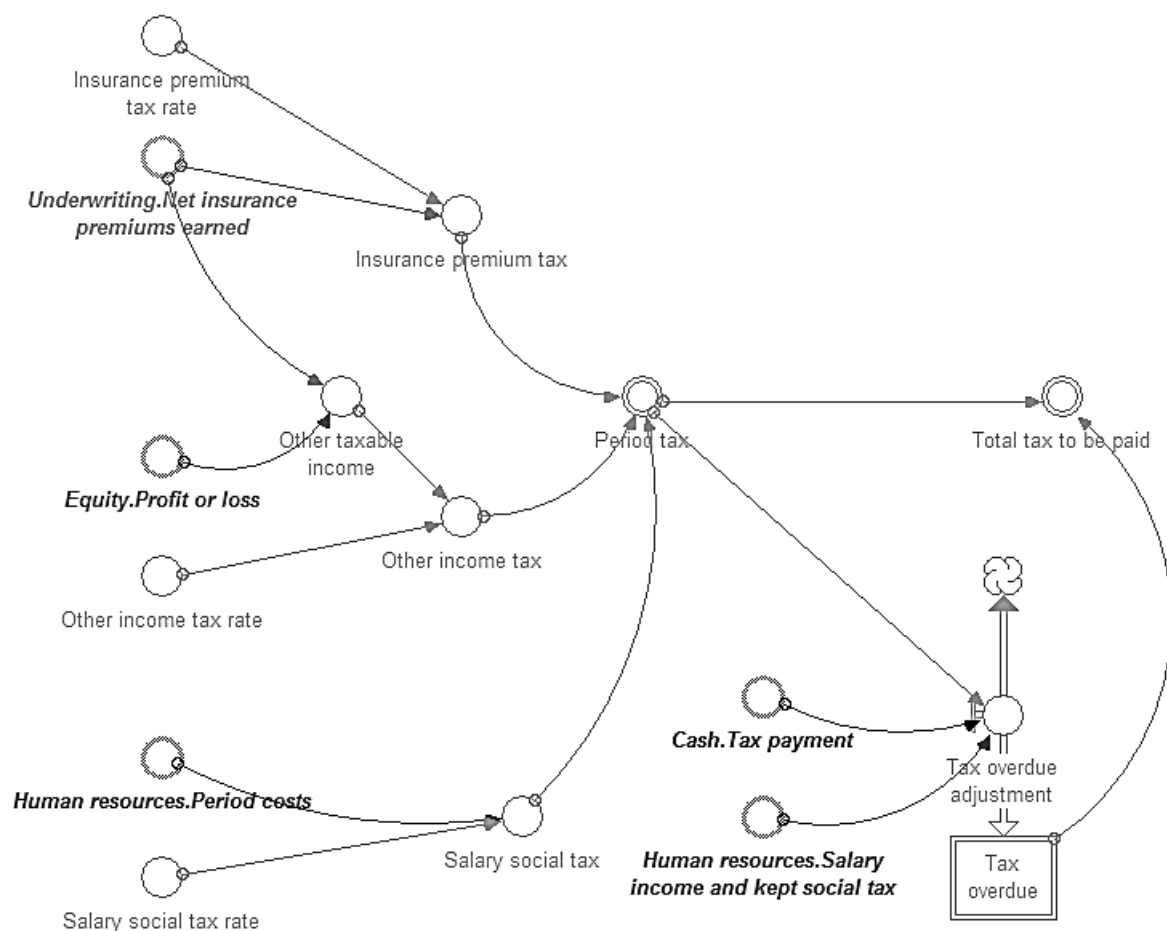


Рис. 2.33. Структура модуля *Tax calculation* (Податки)\*

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.51 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Податки», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

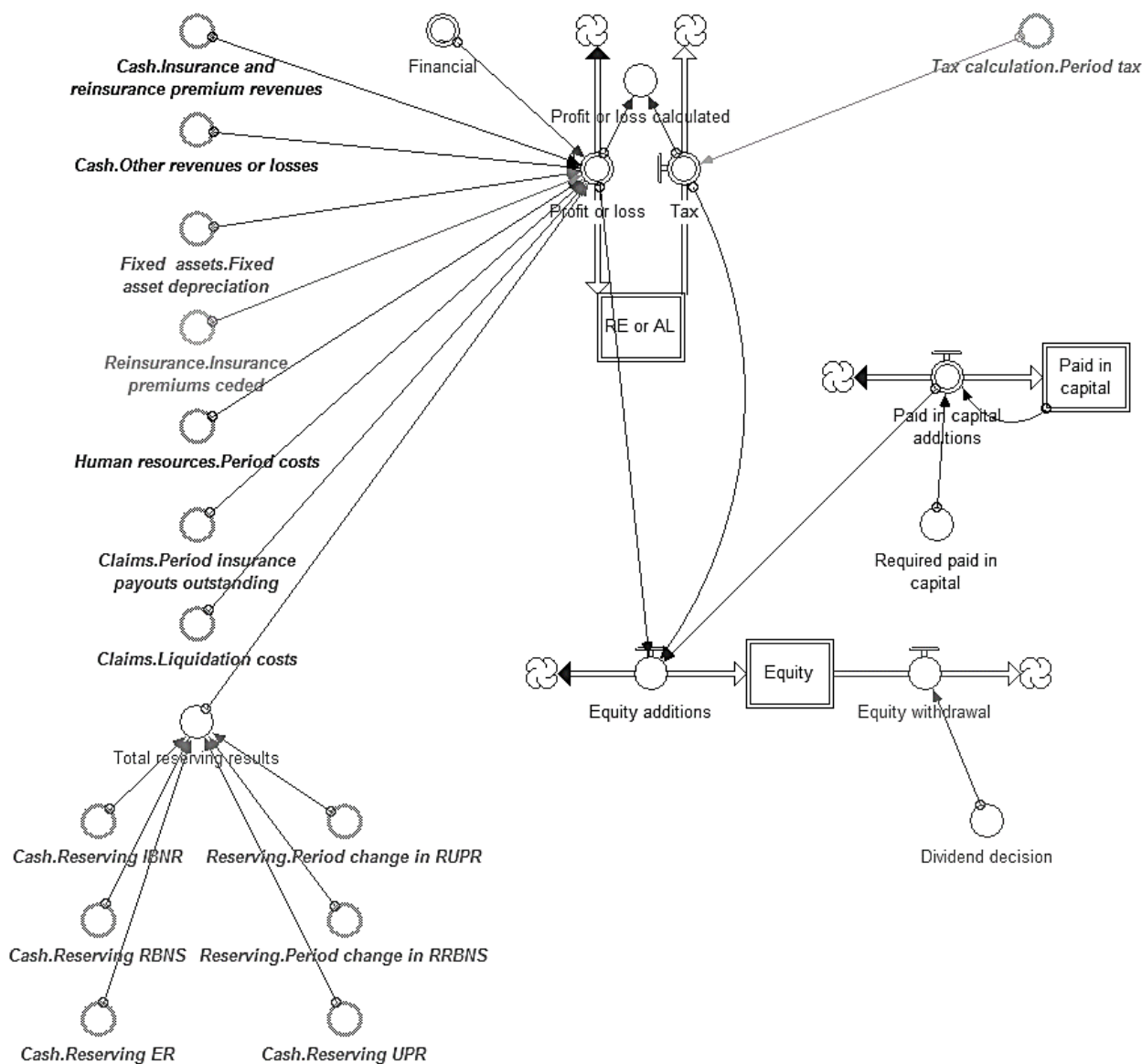
## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Податки»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Salary_income_and_kept_social_tax	Зобов'язання з податку на доходи фізичних осіб та соціального внеску	Human_resources/Працівники
Period_costs	Видатки періоду	Human_resources/Працівники
Tax_payment	Податкові платежі	Cash/Грошові кошти
Net_insurance_premiums_earned	Чисті страхові премії	Underwriting/Андерайтинг
Profit_or_loss	Фінансовий результат до оподаткування	Equity/Власний капітал
Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Tax__overdue	Заборгованість за податковими зобов'язаннями	$Tax\_overdue(t - dt) + (Tax\_overdue\_adjustment) * dt$
Tax_overdue_adjustment	Зміна заборгованості за податковими зобов'язаннями	$Period\_tax + Human\_resources.Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax - Cash.Tax\_payment$
Insurance_premium_tax	Податок на страхові премії	$Insurance\_premium\_tax\_rate * Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned$
Other_income_tax	Податок на прибуток	$Other\_income\_tax\_rate * max(Other\_taxable\_income, 0)$
Other_taxable__income	Інший прибуток, що підлягає оподаткуванню	$Equity.Profit\_or\_loss - Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned$
Period_tax	Податкові зобов'язання за період	$Insurance\_premium\_tax + Other\_income\_tax + Salary\_social\_tax$
Salary_social_tax	Соціальні внески	$Human\_resources.Period\_costs * Salary\_social\_tax\_rate$
Total_tax_to_be_paid	Податкові зобов'язання	$Period\_tax + Tax\_overdue$
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Insurance_premium__tax_rate	Ставка податку на страхові премії	0.03
Other_income_tax_rate	Ставка податку на прибуток	0.18
Salary_social_tax_rate	Ставка соціального внеску	0.4

Джерело: розроблено автором

Основним елементом сектору власного капіталу є обчислення нерозподіленого прибутку/непокритих збитків, яке відбувається на основі врахування всіх грошових потоків. З метою обмеження складності моделі припускається, що дебіторська заборгованість в розрахунках страховика

погашається відразу. При цьому облік кредиторської заборгованості збережено з метою обліку можливого виникнення нестачі грошових коштів, що веде до зменшення ліквідності та платоспроможності страховика. В модулі *Equity* відображається акумуляція нерозподіленого прибутку (непокритих збитків) страховика, а також зміна статутного капіталу (рис. 2.34).



- 1 -

Рис. 2.34. Структура модуля *Equity* (Власний капітал)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.52 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Власний капітал», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Власний капітал»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Fixed_asset_depreciation	Знос необоротних активів	Fixed_assets/Необоротні активи
Insurance_and_reinsurance_premium_revenues	Страхові та перестрахові доходи	Cash/Грошові кошти
Other_revenues_or_losses	Інші доходи та витрати	Cash/Грошові кошти
Reserving_IBNR	Зміна резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Cash/Грошові кошти
Reserving_RBNS	Зміна резерву заявлених, але не врегульованих збитків	Cash/Грошові кошти
Reserving_UPR	Зміна резерву незароблених премій	Cash/Грошові кошти
Reserving_ER	Зміна резерву коливань збитковості	Cash/Грошові кошти
Period_insurance_payouts_outstanding	Страхові виплати за період	Claims/Вимоги
Liquidation_costs	Ліквідаційні витрати	Claims/Вимоги
Period_costs	Витрати періоду	Human_resources/Працівники
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховання	Reinsurance/Перестраховання
Period_tax	Податкові зобов'язання за період	Tax_calculation/Податки
Period_change_in_RUPR	Зміна у резерві незароблених премій за період	Reserving/Резервування
Period_change_in_RRBNS	Зміна у резерві заявлених але не виплачених збитків за період	Reserving/Резервування
Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Equity	Власний капітал	$Equity(t - dt) + (Equity\_additions - Equity\_withdrawal) * dt$
Equity_additions	Зміна власного капіталу	$Paid\_in\_capital\_additions + Profit\_or\_loss - Tax$
Equity_withdrawal	Зменшення власного капіталу	Dividend_decision
RE_or_AL	Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	$RE\_or\_AL(t - dt) + (Profit\_or\_loss - Tax) * dt$

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Profit_or_loss	Фінансовий результат до оподаткування	- Fixed_assets.Fixed_asset_depreciation +Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues+Cash.Other_revenues_or_losses- Claims.Period_insurance_payouts_outstanding-Human_resources.Period_costs - Reinsurance.Insurance_premiums_ceded-Claims.Liquidation_costs- Total_reserving_results)
Tax	Витрати на сплату податків	Tax_calculation.Period_tax
Paid_in_capital	Зареєстрований (статутний) капітал	Paid_in_capital(t - dt) + (Paid_in_capital_additions) * dt
Paid_in_capital_additions	Зміна зареєстрованого капіталу	(Required_paid_in_capital- Paid_in_capital)/0.25
Profit_or_loss_calculated	Чистий фінансовий результат	Profit_or_loss-Tax
Required_paid_in_capital	Вимоги щодо зареєстрованого капіталу	Indicated_capital
Total_reserving_results	Результати інвестування резервів	Cash.Reserving_IBNR+Cash.Reserving_RBNS+Cash.Reserving_UPR+Cash.Reserving_ER-Reserving.Period_change_in_RUPR-Reserving.Period_change_in_RRBNS
Екзогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Значення
Dividend_decision	Рішення про виплату дивідендів	0
Indicated_capital	Цільовий зареєстрований капітал	Розраховано на основі фінансової звітності

Джерело: розроблено автором

Центральним підсумовуючим модулем є модуль *Cash*, в якому представлений ключовий запас грошових коштів страховика, а також всі вхідні та вихідні грошові потоки. Більшість зазначених потоків формується в інших модулях, проте фактичне значення відтоків грошових коштів визначається безпосередньо в модулі *Cash*, адже обсягу коштів може не вистачати і відтоки формуються залежно від їх пріоритетності та наявності запасу грошових коштів.

Основними притоками грошових коштів є доходи від страхової та перестрахової діяльності (*Insurance and reinsurance revenues*), які представлені у

вигляді окремого потоку через особливості оподаткування. Інші доходи, витрати та втрати враховані в потоці *Other revenues or losses*, який включає частину страхових виплат, компенсованих перестраховиками, комісію перестраховування, тантьєму, результат інвестиційної діяльності, доходи від продажу активів. Іншими грошовими потоками є резервування та повернення коштів з резерву незароблених премій (*Reserving and returning UPR*), резерву заявлених (*Reserving and returning RBNS*), але не виплачених збитків, резерву збитків, що виникли, але не заявлені (*Reserving and returning IBNR*), та резерву коливань збитковості (*Reserving and returning ER*). Грошовий потік від інвестиційної діяльності (*Investing and returning*) є двостороннім. Основним операційним грошовим відтоком є виплата страхових та перестрахових відшкодувань (*Insurance and reinsurance payouts*). Іншими операційними відтоками грошових коштів є передача страхових премій перестраховику (*Insurance premiums ceded*), витрати (*Costs and expenses*), сплата податків (*Tax payment*) та придбання необоротних активів (*Fixed assets purchases*). Структура модуля *Cash* наведена на рис. 2.35.

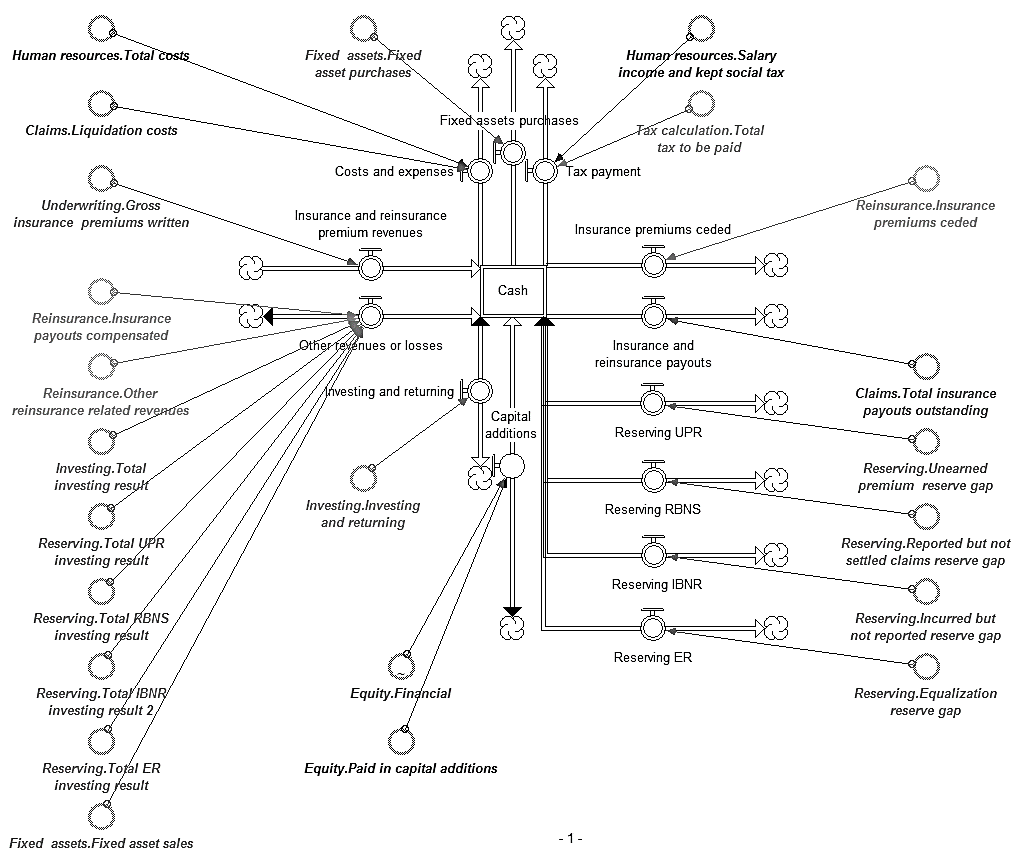


Рис. 2.35. Структура модуля *Cash* (Грошові кошти)

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

У табл. 2.53 наведено ендогенні та екзогенні змінні, що увійшли до модуля «Грошові кошти», рівняння їх визначення та значення відповідних констант.

Таблиця 2.53

**Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Грошові кошти»**

<b>Вхідні параметри</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Модуль</b>
Gross_insurance__premiums_written	Валові страхові премії	Underwriting/Андерайтинг
Fixed_asset_sales	Продаж необоротних активів	Fixed__assets/Необоротні активи
Fixed_assets_purchases	Купівля необоротних активів	Fixed__assets/Необоротні активи
Total__investing_result	Загальна дохідність від інвестування	Investing/Інвестування
Investing_and_returning	Загальний обсяг інвестування протягом періоду	Investing/Інвестування
Total_UPR__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву незароблених премій	Reserving/Резервування
Total_RBNS__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Total_IBNR__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Total_ER__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву коливань збитковості	Reserving/Резервування
Unearned_premium__reserve_gap	Нестача резервів незароблених премій	Reserving/Резервування
Reported_but_not_settled_claims_reserve_gap	Нестача резервів заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Incurred_but_not_reported_reserve_gap	Нестача резервів збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Equalization_reserve_gap	Нестача резерву коливань збитковості	Reserving/Резервування
Other_reinsurance_related_revenues	Інші доходи від перестраховування	Reinsurance/Перестраховування
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховування	Reinsurance/Перестраховування
Paid_in_capital_additions	Зміна зареєстрованого капіталу	Equity/Власний капітал

Умовне позначення	Показник	Модуль
Salary_income_and_kept_social_tax	Зобов'язання з податку з доходів фізичних осіб та соціального внеску	Human_resources/Працівники
Total_costs	Загальні витрати	Human_resources/Працівники
Liquidation_costs	Ліквідаційні витрати	Claims/Вимоги
Total_insurance_payouts_outstanding	Загальні страхові виплати	Claims/Вимоги
Total_tax_to_be_paid	Податкові зобов'язання	Tax_calculation/Податки
Cash	Гроші та їх еквіваленти	Cash(t - dt) + (Insurance_and_reinsurance_premium_revenues + Other_revenues_or_losses + Capital_additions - Insurance_premiums_ceded - Tax_payment - Reserving_UPR - Reserving_RBNS - Reserving_IBNR - Reserving_ER - Costs_and_expenses - Insurance_and_reinsurance_payouts - Investing_and_returning - Fixed_assets_purchases) * dt
Insurance_and_reinsurance_premium_revenues	Страхові та перестрахові доходи	Underwriting.Gross_insurance_premiums_written
Other_revenues_or_losses	Інші доходи та витрати	(Fixed_assets.Fixed_asset_sales+Investing.Total_investing_result+Reserving.Total_UPR_investing_result+Reserving.Total_RBNS_investing_result+Reserving.Total_IBNR_investing_result+Reserving.Total_ER_investing_result+Reinsurance.Other_reinsurance_related_revenues)+Reinsurance.Insurance_payouts_compensated
Capital_additions	Зростання капіталу	Equity.Paid_in_capital_additions
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховання	Reinsurance.Insurance_premiums_ceded
Tax_payment	Податкові платежі	Tax_calculation.Total_tax_to_be_paid+Human_resources.Salary_income_and_kept_social_tax
Reserving_UPR	Зміна резерву незароблених премій	Reserving.Unearned_premium_reserve_gap
Reserving_RBNS	Зміна резерву заявлених, але не врегульованих збитків	Reserving.Reported_but_not_settled_claims_reserve_gap
Reserving_IBNR	Зміна резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving.Incurred_but_not_reported_reserve_gap
Reserving_ER	Зміна резерву коливань збитковості	Reserving.Equalization_reserve_gap
Costs_and_expenses	Витрати	Human_resources.Total_costs+Claims.Liquidation_costs
Insurance_and_reinsurance_payouts	Страхові та перестрахові виплати	Claims.Total_insurance_payouts_outstanding

Джерело: розроблено автором



Решта модулів містить інші елементи, пов'язані з діяльністю страхових компаній, зокрема модуль *Fixed assets* — облік основного капіталу страховика; *Human resources* — характеристики людських ресурсів страхової компанії, а також витрати, пов'язані з персоналом; *Financials* — основні статті фінансової звітності страховика та перелік фінансових показників, що можуть бути використані для аналізу його фінансового стану. Змінні та рівняння, а також значення констант для зазначених модулів наведено у Додатку В (з метою тестування до моделі було включено додаткові елементи, не зображені на рисунках структури модулів, однак ефект яких представлено у рівняннях моделі).

Загалом поведінку моделі визначають основні петлі зворотного зв'язку, які поширюються за межі одного модуля та включають кілька операцій страховика. На рис. 2.36 зображено ключові петлі зворотного зв'язку.

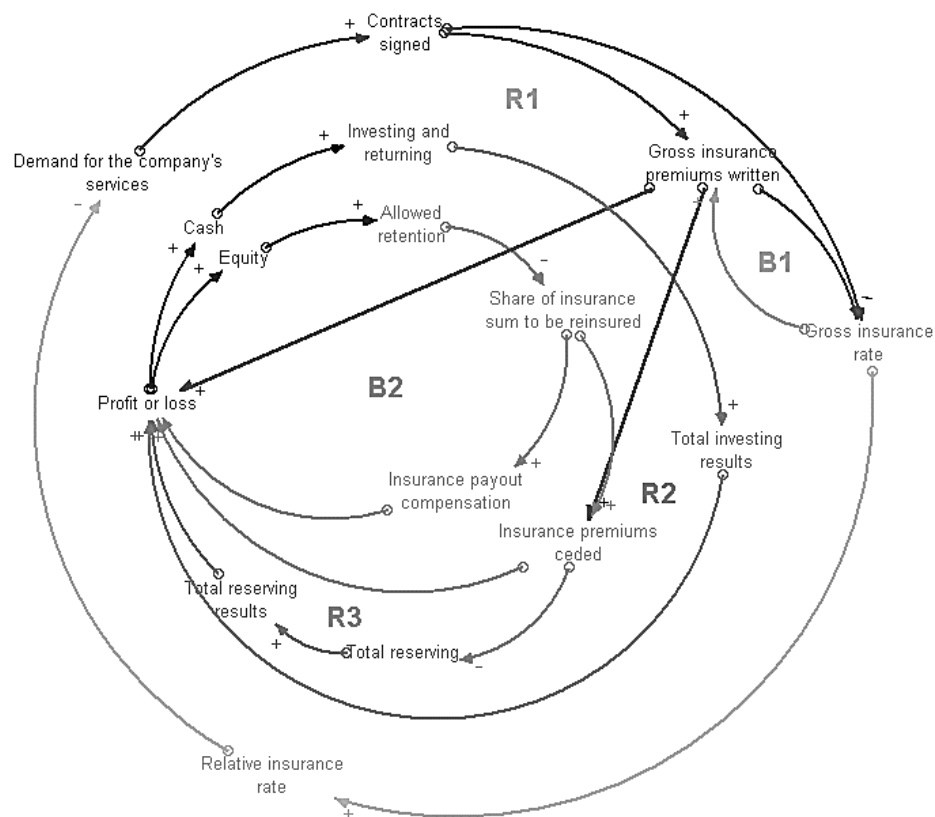


Рис. 2.36. Ключові петлі зворотного зв'язку в моделі

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

Підсилююча петля зворотного зв'язку **R1** характеризує взаємний вплив ціни страхової послуги (страхового тарифу) та попиту на страхові послуги компанії.

Вищі продажі дозволяють страховику зменшити чистий страховий тариф через скорочення рівня виплат, що, в свою чергу, збільшує кількість охочих придбати страховий продукт компанії. В той же час, зростання валових страхових премій може відбуватися за рахунок зростання страхового тарифу, однак удорожчання послуг компанії у порівнянні з середньоринковою вартістю послуг, негативно впливає на попит. Балансуюча петля зворотного зв'язку **V1** відповідає цьому ефекту.

Для демонстрації ефектів зворотного зв'язку в моделі, використаємо декілька тестів. З метою аналізу ефектів петель **R1** та **V1**, змінимо співвідношення між страховим тарифом компанії та середньоринковим страховим тарифом. Протестуємо реакцію моделі на такі зміни: (1) середньоринковий страховий тариф зростає на 25% в 4 кварталі; (2) середньоринковий страховий тариф зростає на 25% в 4 кварталі та повертається до початкового рівня у 8 кварталі; (3) середньоринковий страховий тариф зростає на 25% в 4 кварталі, падає на 25% в 6 кварталі та повертається до початкового рівня в 8 кварталі. Результати симуляції наведено на рис. 2.37.

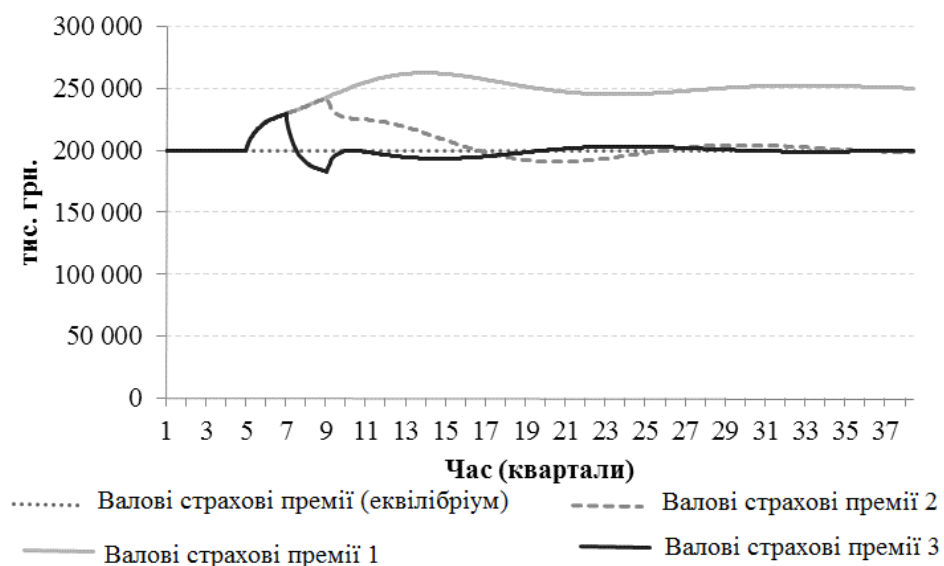


Рис. 2.37. Зміна валових страхових премій у відповідь на зміну відносного страхового тарифу

Джерело: розраховано на основі комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 2.37, адаптація страхового тарифу до ринкового рівня може використовуватися страховиком для підвищення продажів як в несприятливих, так і в сприятливих ринкових умовах.

Другою важливою підсилюючою петлею зворотного зв'язку, що базується на взаємовпливі інвестування на грошові кошти, є петля **R2**. Вона показує, що чим більше в страховій компанії є коштів для інвестування, тим більшим буде фінансових результат від інвестування. Це в свою чергу, підвищує величину грошових коштів, доступних для інвестування. З іншого боку, ці кошти можуть бути використані в інших напрямках. Операції резервування містять подібні підсилюючі ефекти зворотного зв'язку через присутність в них інвестиційної складової.

Інший важливий підсилюючий ефект в моделі виникає завдяки петлі зворотного зв'язку **R3**, яка пов'язана з використанням перестраховування. Вплив петлі показує, що збільшення обсягу переданих перестраховику страхових премій може викликати зменшення операційних результатів, що негативно впливає на прибуток та обсяг наявних грошових коштів. Цей ефект підсилюється через вплив на рівень власного утримання, який обмежує можливість страхування.

Окрім цього з перестраховими операціями пов'язана ще одна петля зворотного зв'язку — **B2**. Використання перестрахового захисту дозволяє страховій компанії обмежити необхідний рівень виплат завдяки одержанню коштів у вигляді компенсацій перестраховиками частини виплат, що позитивно впливає на чистий операційний результат. При цьому, зменшується необхідність перестраховувати ризик через зростання власного утримання. Для тестування зазначених ефектів запровадимо обов'язкову норму перестраховування на рівні 20%. Результат симуляції зображено на рис. 2.38.



Рис. 2.38. Вплив зміни норми перестраховування на зароблені страхові платежі та обсяг виплат, компенсований перестраховиками

Джерело: розраховано на основі комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 2.38, використання перестрахового захисту зменшує операційні доходи діяльності страховика, але одночасно дозволяє зменшити операційні витрати, пов'язані з здійсненням страхових виплат.

Для визначення валідності побудованої імітаційної моделі перевіримо, наскільки добре вона здатна відтворювати динаміку ключових показників. Для цього використаємо в моделі інформацію про діяльність страхової компанії «Еталон» за 2007-2013 роки. Результати симуляції наведено на рис. 2.39.

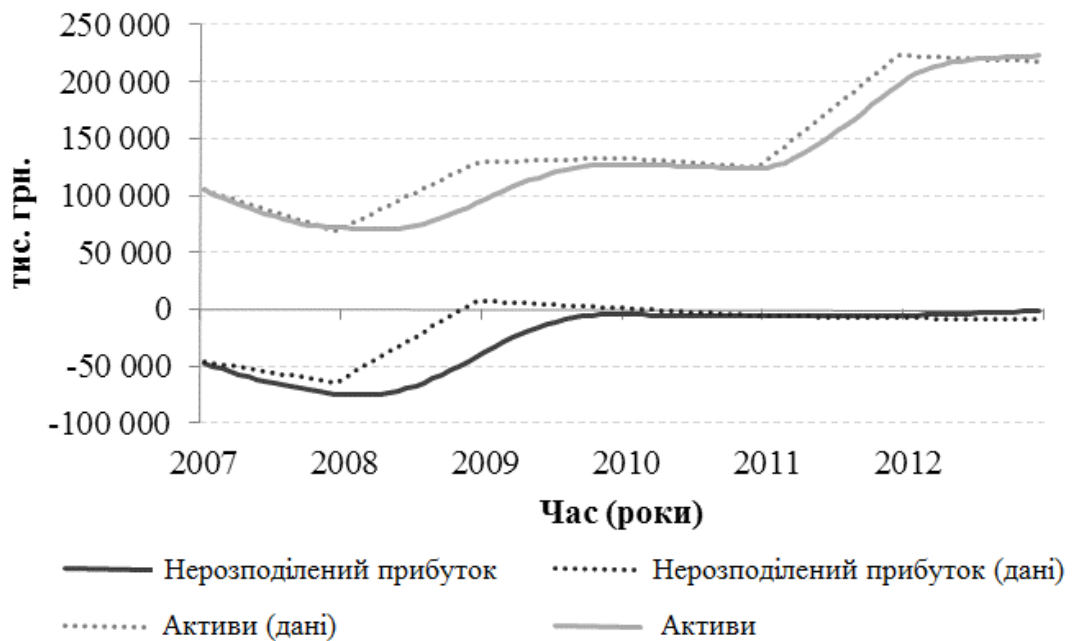


Рис. 2.39. Відтворення імітаційною моделлю динаміки активів та нерозподіленого прибутку

Джерело: розраховано на основі комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 2.39, побудована імітаційна модель добре реплікує поведінку зазначених показників. Зважаючи на те, що параметри ведення бізнесу загалом подібні для всіх українських компаній з ризикового страхування, можна стверджувати, що запропонована імітаційна модель може бути використана для прогнозування показників діяльності страхових компаній. Окрім цього, вона може бути застосована для тестування заходів реагування на фінансову кризу та навчання управлінців шляхом проведення імітаційних експериментів.

Таким чином, побудована модель діяльності страхової компанії буде використана в наступному розділі з метою реалізації сценарного аналізу на основі імітаційних експериментів.

## Висновки до розділу 2

1. Результати аналізу динаміки показників діяльності українських страхових компаній вказують на наявність важливих проблем, що негативно впливають на стійкість страхового ринку та фінансове здоров'я страховиків. Серед основних проблем — зменшення доходів страхових компаній, зокрема від основної діяльності; зростання рівня страхових виплат, що негативно впливає на результативність операційної діяльності; зростання абсолютного значення обсягу збитків у структурі фінансових результатів діяльності страхових компаній та погіршення чистих фінансових результатів; скорочення обсягів власного капіталу; високі темпи банкрутства страховиків.

2. Підсумки проведеного математико-статистичного аналізу бізнес-індикаторів вибірки українських страхових компаній вказали на невідповідність їхніх характеристик основним вимогам та припущенням класичних статистичних методів і моделей. Зокрема, класи страховиків є непропорційними, значення показників розподілені несиметрично; для розподілів характерна гостроконечність; результати тестування вказують, що значення індикаторів не є нормально розподіленими; значна частина обраних показників діяльності страхових компаній містить пропуски даних та викиди. Окрім цього, більшість досліджених бізнес-індикаторів високо корельовані між собою. Такі результати обмежують перелік застосовних методів і моделей та диктують необхідність попередньої обробки використовуваної інформаційної бази.

3. На основі аналізу особливостей досліджених методів найбільш прийнятними для моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях визначено такі: для побудови моделей виявлення ознак фінансової кризи — метод опорних векторів (висока точність, невимогливість до даних, фіксована структура), метод дерев рішень (середня точність, прозора і фіксована структура), логістична регресія (висока точність, прозора фіксована структура, однак більші вимоги до даних); для побудови моделей реагування на фінансову кризу та навчання з кризи — системна динаміка

(прозора структура, можливість тестування альтернативних управлінських рішень, простота застосування).

4. Побудовані моделі опорних векторів продемонстрували високі значення показників класифікаційної точності. Так, завдяки застосуванню вдосконаленого алгоритму вибору ознак (а саме алгоритму мінімальної надлишковості — максимальної доречності з додатковим врахуванням релевантності індикаторів між роками) вдалося одержати модель опорних векторів, що має високу чутливість (96,15%) та загальну точність (89,71%). При цьому, найкращі результати були одержані при використанні радіально-базисної функції ядра опорних векторів. Додаткове здійснення процедури супердискретизації класу страховиків-банкрутів з метою збалансування вибірки дозволило покращити класифікаційні характеристики моделей: зокрема, моделі опорних векторів на основі набору ознак № 1 та № 7 продемонстрували стовідсоткову чутливість та загальну точність на рівні 99,36–99,52%. Застосування процедури субдискретизації виявилось менш результативним.

5. Одержані моделі дерев рішень також продемонстрували відмінні класифікаційні властивості. Зокрема, застосувавши алгоритм індукції дерев CART вдалося побудувати моделі з чутливістю 96,15% і загальною точністю 99,71% (набори ознак № 6 та № 7), після проведення супердискретизації класу страховиків-банкрутів — моделі дерев рішень з специфічністю, чутливістю та точністю на рівні 100,00% (набори змінних № 1, 2, 5, 6), та внаслідок субдискретизації класу фінансово здорових страховиків — моделі дерев рішень зі специфічністю на рівні 100,00% та близькими до 90,00% чутливістю і загальною точністю.

6. Розроблені логістичні моделі мають дещо гірші класифікаційні характеристики. Зокрема, найвищий рівень точності, що вдалося досягнути при використанні початкових наборів змінних, склав 97,06% при чутливості на рівні 61,54%. Застосування процедури супердискретизації сприяло покращенню значень показників класифікаційної точності логістичних моделей: було одержано

модель з дещо гіршою загальною точністю — 92,36%, проте вищим рівнем чутливості — 84,71%.

7. Побудовані економіко-математичні моделі виявлення ознак фінансової кризи значно перевершують класифікаційні характеристики поширених методів та моделей оцінки загрози виникнення фінансової кризи в страхових компаніях. Так, найвища досягнута точність (дерева рішень) майже на 10% вища за точність моделі Е. Альтмана для невиробничих компаній при застосуванні на даних страховиків 2010 року. Окрім цього на відміну від використовуваних методів і моделей, розроблені моделі мають збалансовані рівні чутливості та специфічності, що є суттєвою перевагою.

8. На основі аналізу доробків, присвячених теорії та практиці функціонування страхових компаній, було побудовано імітаційну модель діяльності української компанії з ризикового страхування. Розроблена імітаційна модель включає більшість ключових напрямків діяльності страхових компаній, зокрема андерайтинг, врегулювання страхових випадків, перестраховання, актуарні розрахунки, резервування, інвестування та інші. Динамічна поведінка моделі характеризується наявністю в ній зворотних зв'язків між різними сферами діяльності страховика. Застосувавши декілька діагностичних тестів, було проілюстровано підсилюючі та балансуючі ефекти основних петель зворотного зв'язку, пов'язаних зі страховим тарифом, перестрахованням, резервуванням та інвестуванням. Використання інформації про діяльність української страхової компанії «Еталон» дозволило продемонструвати, що побудована імітаційна модель реплікує динамічну поведінку ключових фінансових показників страхової компанії, а отже, може бути використана для розробки та тестування управлінських рішень, пов'язаних з реагуванням на фінансову кризу.

Основні результати дослідження цього розділу опубліковані автором у наукових працях [43; 45; 47].



**РОЗДІЛ 3**

**ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ АНТИКРИЗОВОГО ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ**

**В СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ НА ОСНОВІ ЕКОНОМІКО-**

**МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**

**3.1. Виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях з використанням побудованих моделей**

Для можливості застосування побудованих моделей виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях на практиці, необхідним кроком є обрання найбільш прийнятних моделей. Незважаючи на те, що було зроблено висновок про високі класифікаційні характеристики розроблених моделей, важливим кроком є перевірка результативності застосування моделей на даних інших періодів.

Використаємо показники діяльності страховиків за 2011 рік для аналізу прогнозних властивостей побудованих моделей опорних векторів. Зауважимо, що клас страховиків-банкрутів включає компанії, які припинили діяльність протягом 2011 та наступних років. У табл. 3.1 наведено результати застосування обраних моделей опорних векторів на нових даних.

*Таблиця 3.1*

**Результати класифікації страховиків з використанням моделей опорних векторів**

Набір ознак, функція ядра, параметри моделі		Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Початкова вибірка	№ 1, поліном, $d = 3$ , $C = 1$	87,26	20,00	79,66
	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,25$ , $C = 1$	70,70	32,50	66,38
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2$ , $C = 5$	77,07	35,00	72,32
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1$ , $C = 0,1$	43,31	70,00	46,33

Набір ознак, функція ядра, параметри моделі		Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Початкова вибірка	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1, C = 1$	58,28	55,00	57,91
	№ 5, поліном, $d = 0,5, C = 5$	85,99	42,50	81,07
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 1,25, C = 1$	89,49	57,50	85,88
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,75, C = 5$	87,26	57,50	83,90
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,75, C = 0,1$	88,22	60,00	85,03
Супердискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,8, C = 10000$	98,06	12,50	88,42
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 100$	99,36	17,50	90,11
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 10$	90,13	27,50	83,05
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 4, C = 10000$	93,31	15,00	84,46
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,0, C = 10000$	94,59	32,50	87,57
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,4, C = 10000$	94,90	30,00	87,57
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 3,1, C = 100$	95,22	35,00	88,42
Субдискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2, C = 100$	92,99	45,00	87,57
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,3, C = 1000$	85,67	30,00	79,38
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1, C = 1$	46,82	87,50	51,41
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,9, C = 10$	43,31	87,50	48,31

Набір ознак, функція ядра, параметри моделі		Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Субдискретизована вибірка	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 1,1, C = 10000$	68,79	62,50	68,08
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2, C = 1000$	84,39	52,50	80,79
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,6, C = 10$	80,89	62,50	78,81

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Як видно з табл. 3.1, застосування процедури супердискретизації дійсно сприяло покращенню загальної точності класифікації, проте спричинило зменшення чутливості побудованих моделей опорних векторів. Причиною таких результатів може бути зміна характеру функціонування страхових компаній в наступному році, що викликало зміну взаємозв'язків між показниками.

Тим не менше, досягнуті рівні точності та специфічності є доволі високими. Зокрема, найвищу загальну точність прогнозування продемонструвала модель на основі набору змінних № 2 (супердискретизована вибірка) — 90,11%. Втім, для цієї моделі характерним є дуже низький рівень чутливості — лише 17,50%, що виступає обмежуючим фактором. На противагу цьому, модель на основі набору змінних № 7 (супердискретизована вибірка) демонструє не лише високі рівні специфічності — 95,22%, та загальної точності — 88,42%, а й значно вищий рівень чутливості — 35,00%. Моделі на основі наборів ознак № 5 та № 6 (супердискретизована вибірка) хоча і мають подібні показники точності, побудовані із значно вищим значенням параметра  $C$ , що вказує на більшу ймовірність перенавчання.

Визначимо серед побудованих моделей опорних векторів найбільш прийнятну для прогнозування модель. При цьому враховуватимемо не лише загальну точність, а й рівень чутливості через значну непропорційність класів у

вибірці та генеральній сукупності. Найбільш прийнятною вважатимемо модель, що демонструє найвищий сукупний приріст показників чутливості та загальної точності у порівнянні з найгіршими рівнями зазначених показників серед обраних моделей (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Порівняння приросту показників класифікаційної точності для обраних моделей опорних векторів**

Набір ознак, функція ядра, параметри моделі		Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника		
		Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Початкова вибірка	№ 1, поліном, $d = 3, C = 1$	7,50	33,33	40,83
	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,25, C = 1$	20,00	20,05	40,05
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2, C = 5$	22,50	25,99	48,49
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1, C = 0,1$	57,50	0,00	57,50
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1, C = 1$	42,50	11,58	54,08
	№ 5, поліном, $d = 0,5, C = 5$	30,00	34,74	64,74
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 1,25, C = 1$	45,00	39,55	84,55
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,75, C = 5$	45,00	37,57	82,57
	<b>№ 7, радіально-базисна функція, <math>\gamma = 0,75, C = 0,1</math></b>	47,50	38,70	<b>86,20</b>
Супердискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,8, C = 10000$	0,00	42,09	42,09
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 100$	5,00	43,78	48,78
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,6, C = 10$	15,00	36,72	51,72
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 4, C = 10000$	2,50	38,13	40,63
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,0, C = 10000$	20,00	41,24	61,24
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 4,4, C = 10000$	17,50	41,24	58,74
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 3,1, C = 100$	22,50	42,09	64,59

Набір ознак, функція ядра, параметри моделі		Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника		
		Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Субдискретизована вибірка	№ 1, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2$ , $C = 100$	32,50	41,24	73,74
	№ 2, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,3$ , $C = 1000$	17,50	33,05	50,55
	№ 3, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,1$ , $C = 1$	75,00	5,08	80,08
	№ 4, радіально-базисна функція, $\gamma = 2,9$ , $C = 10$	75,00	1,98	76,98
	№ 5, радіально-базисна функція, $\gamma = 1,1$ , $C = 10000$	50,00	21,75	71,75
	№ 6, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,2$ , $C = 1000$	40,00	34,46	74,46
	№ 7, радіально-базисна функція, $\gamma = 0,6$ , $C = 10$	50,00	32,48	82,48

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Таким чином, з-поміж побудованих моделей опорних векторів, найбільш придатною для виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях є модель на основі набору ознак № 7 (початкова вибірка). Застосовуючи метод опорних векторів, можна проаналізувати загрозу виникнення фінансової кризи в страховій компанії з використанням таких показників:

- відношення обсягу грошових коштів до поточних зобов'язань (коефіцієнт абсолютної ліквідності);
- темп зростання валових страхових премій;
- відношення суми ліквідних активів до обсягу чистих страхових резервів;
- відношення власних оборотних коштів до чистого доходу.

Тобто, використовуючи метод опорних векторів, загрозу виникнення фінансової кризи на підприємстві можна визначити враховуючи обсяг найбільш ліквідних активів та їх співвідношення із страховими та поточними нестраховими зобов'язаннями, а також динаміку доходів від основної діяльності. При цьому, через непрозору структуру метод опорних векторів не дозволяє прямо інтерпретувати структуру моделі.

Протестуємо результативність застосування обраних моделей дерев рішень на даних 2011 року. Результати класифікації наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

### Результати класифікації страховиків з використанням моделей дерев рішень

Набір ознак		Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Початкова вибірка	№ 1	88,54	62,50	85,59
	№ 2	88,54	60,00	85,31
	№ 3	89,49	47,50	84,75
	№ 4	89,17	60,00	85,88
	№ 5	87,26	57,50	83,90
	№ 6	86,94	52,50	83,05
	№ 7	86,94	57,50	83,62
	Повний перелік	87,26	50,00	83,05
Супердискретизована вибірка	№ 1	95,86	27,50	88,14
	№ 2	96,50	42,50	90,40
	№ 3	89,81	47,50	85,03
	№ 4	85,03	40,00	79,94
	№ 5	96,82	12,50	87,29
	№ 6	95,86	22,50	87,57
	№ 7	97,13	17,50	88,14
	Повний перелік	96,18	15,00	87,01
Субдискретизована вибірка	№ 1	79,30	55,00	76,55
	№ 2	88,54	60,00	85,31
	№ 3	76,43	65,00	75,14
	№ 4	89,17	57,50	85,59
	№ 5	88,54	37,50	82,77
	№ 6	89,49	35,00	83,33
	№ 7	88,54	37,50	82,77
	Повний перелік	88,22	42,50	83,05

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 3.2, загальна точність, досягнута при застосуванні побудованих дерев рішень, виявилася вищою за точність обраних моделей опорних векторів. Однак, збалансування вибірки не дозволило суттєво покращити прогностні характеристики побудованих дерев рішень: приріст специфічності та загальної точності є меншим за втрату чутливості моделей.

Застосуємо алгоритм визначення найбільш прийнятної моделі дерев рішень, аналогічний застосованому для моделей опорних векторів (табл. 3.4).

**Порівняння приросту показників класифікаційної точності для обраних  
моделей дерев рішень**

Набір ознак		Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника		
		Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Початкова вибірка	№ 1	50,00	10,45	<b>60,45</b>
	№ 2	47,50	10,17	57,67
	№ 3	35,00	9,61	44,61
	№ 4	47,50	10,74	58,24
	№ 5	45,00	8,76	53,76
	№ 6	40,00	7,91	47,91
	№ 7	45,00	8,48	53,48
	Повний перелік	37,50	7,91	45,41
Супердискретизована вибірка	№ 1	15,00	13,00	28,00
	№ 2	30,00	15,26	45,26
	№ 3	35,00	9,89	44,89
	№ 4	27,50	4,80	32,30
	№ 5	0,00	12,15	12,15
	№ 6	10,00	12,43	22,43
	№ 7	5,00	13,00	18,00
	Повний перелік	2,50	11,87	14,37
Субдискретизована вибірка	№ 1	42,50	1,41	43,91
	№ 2	47,50	10,17	57,67
	№ 3	52,50	0,00	52,50
	№ 4	45,00	10,45	55,45
	№ 5	25,00	7,63	32,63
	№ 6	22,50	8,19	30,69
	№ 7	25,00	7,63	32,63
	Повний перелік	30,00	7,91	37,91

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 3.4, серед застосованих дерев рішень найбільш прийнятною є модель на основі переліку ознак № 1 (рис. 3.2). Імовірність виникнення фінансової кризи в страховій компанії є низькою, якщо виконуються такі умови: інвестиційна рентабельність фінансових активів лежить в межах від нуля до 144,8%; частка ліквідних активів у балансі страховика є нижчою за 99,3%; відношення власного капіталу до виручки є меншим за 280,729; оборотність активів страховика є вищою за 1%; коефіцієнт швидкої ліквідності є вищим за 78,6%. В інших випадках страховик визначається в якості потенційного банкрута.

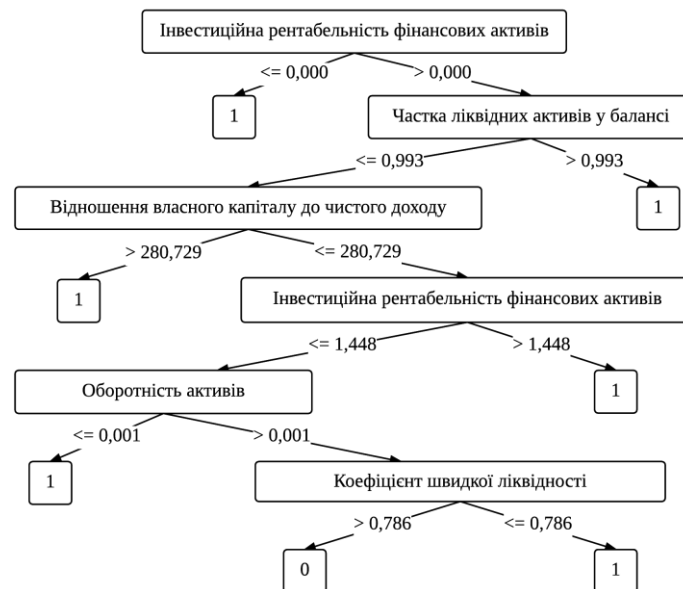


Рис. 3.1. Вигляд обраного дерева рішень

Джерело: розробка автора

Використаємо дані за 2011 рік для обрання найбільш придатних для прогнозування логістичних моделей. Результати застосування моделей наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

### Результати класифікації страховиків з використанням обраних логістичних моделей

Набір змінних		Показник точності		
		Специфічність, %	Чутливість, %	Точність, %
Початкова вибірка	№ 1	87,58	22,50	80,23
	№ 2	98,73	0,00	87,57
	№ 3	86,62	30,00	80,23
	№ 4	89,49	35,00	83,33
	№ 5	89,81	37,50	83,90
	№ 6	92,04	32,50	85,31
	№ 7	93,95	27,50	86,44
Супердискретизована вибірка	№ 1	73,57	60,00	72,03
	№ 2	73,25	65,00	72,32
	№ 3	71,02	60,00	69,77
	№ 4	78,66	52,50	75,71
	№ 5	85,67	42,50	80,79
	№ 6	87,90	42,50	82,77
	№ 7	87,58	42,50	82,49

Джерело: розраховано автором



Порівнюючи результати, наведені у табл. 3.5, з показниками класифікаційної точності на навчальній вибірці, можна дійти висновку, що загалом прогнозні властивості побудованих логістичних моделей є посередніми. Максимально досягнутий рівень чутливості склав 65,00% для моделі на основі супердискретизованої вибірки на наборі показників № 2, проте загальна точність моделі склала лише 72,32%. При цьому, логіт-моделі з дещо вищими показниками загальної специфічності та точності класифікації демонструють значно гірші рівні чутливості.

Використовуючи раніше описану процедуру, визначимо найприйнятнішу логістичну модель (табл. 3.6)

Таблиця 3.6

**Порівняння приросту показників класифікаційної точності для обраних логістичних моделей**

Набір змінних		Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника		
		Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Початкова вибірка	№ 1	22,50	10,46	32,96
	№ 2	0,00	17,80	17,80
	№ 3	30,00	10,46	40,46
	№ 4	35,00	13,56	48,56
	№ 5	37,50	14,13	51,63
	№ 6	32,50	15,54	48,04
	№ 7	27,50	16,67	44,17
Супердискретизована вибірка	№ 1	60,00	2,26	62,26
	<b>№ 2</b>	65,00	2,55	<b>67,55</b>
	№ 3	60,00	0,00	60,00
	№ 4	52,50	5,94	58,44
	№ 5	42,50	11,02	53,52
	№ 6	42,50	13,00	55,50
	№ 7	42,50	12,72	55,22

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 3.6 серед побудованих логістичних моделей найбільш прийнятною є модель на основі супердискретизованої вибірки на наборі показників № 2. Вона має такий вигляд:

$$PR(G=1) = \frac{1}{1 + e^{-(2,4916 + 1,3801x_1 - 2,2977x_2 + 0,1862x_3 - 31,4783x_4 - 0,9701x_5 + 0,0062x_6)}}$$

де  $PR(G=1)$  — ймовірність загрози виникнення фінансової кризи в страховій компанії;

$x_1$  — частка ліквідних активів у балансі;

$x_2$  — частка власного капіталу в балансі;

$x_3$  — відношення інвестиційного прибутку до фінансових активів;

$x_4$  — відношення чистого доходу до загального обсягу активів;

$x_5$  — частка зобов'язань у балансі;

$x_6$  — відношення власних оборотних коштів до чистого доходу.

Відповідно до побудованої моделі позитивно на фінансове здоров'я страховика впливають приріст відношення обсягу зібраних страхових премій (чистого доходу) до обсягу активів балансу, приріст частки власного капіталу в балансі підприємства, а також приріст частки позикового капіталу в балансі страховика. При цьому, зростання частки ліквідних активів у балансі страховика, інвестиційної рентабельності фінансових активів та відношення власних оборотних коштів до виручки збільшує ймовірність виникнення фінансової кризи в страховій компанії. Одержані знаки коефіцієнтів є дещо суперечливими, втім, можуть бути пояснені особливостями діяльності українських страховиків.

Порівняємо класифікаційні та прогнозні властивості обраних моделей, побудованих кожним з методів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

### Показники класифікаційної та прогнозної точності обраних моделей

Метод	Показник точності	Класифікація (2010 рік, навчальна вибірка)	Прогнозування (2011 рік, тестова вибірка)	Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника (2011 рік)		
				Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Опорні вектори	Специфічність, %	89,17	88,22	0,00	12,71	12,71
	Чутливість, %	96,15	60,00			
	Точність, %	89,71	85,03			

Метод	Показник точності	Класифікація (2010 рік, навчальна вибірка)	Прогнозування (2011 рік, тестова вибірка)	Приріст у порівнянні з найнижчим значенням показника (2011 рік)		
				Приріст чутливості, в. п.	Приріст точності, в. п.	Сукупний приріст, в. п.
Дерева рішень	Специфічність, %	100,00	88,54	2,50	13,27	15,77
	Чутливість, %	88,46	62,50			
	Точність, %	99,12	85,59			
Логістична регресія	Специфічність, %	88,22	73,25	5,00	0,00	5,00
	Чутливість, %	72,61	65,00			
	Точність, %	80,41	72,32			

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 3.7, серед обраних моделей найвищі показники класифікаційної та прогнозної точності має розроблена модель дерев рішень, яка є найбільш придатною для виявлення ознак фінансової кризи: окрім високих показників чутливості, специфічності та точності, вона має відкриту структуру.

Порівняємо результати визначення потенційних загроз виникнення фінансової кризи в діючих страхових компаніях України шляхом застосування обраних моделей. Використаємо останні доступні звітні дані страховиків (за 2014 рік) для розрахунку показників, що входять до використовуваних наборів змінних. До переліку включено 39 страховиків, які представлені у рейтингах страхових компаній InsuranceTOP і звітні дані яких були доступними на офіційних веб-сторінках та у друкованих джерелах.

Застосування моделі опорних векторів для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях України вимагає використання додаткового програмного забезпечення, оскільки вони не мають прозорої структури. Зважаючи на те, що побудова моделей опорних векторів відбувалася у програмному пакеті RapidMiner, це ж програмне забезпечення використаємо для застосування обраної моделі опорних векторів на даних діючих страховиків. Результати застосування обраної моделі опорних векторів наведено у табл. 3.8.

**Результати класифікації страховиків обраною моделлю опорних векторів на основі даних за 2014 рік**

Компанія	Належність до класу (0 — фінансово здорова страхова компанія, 1 — потенційний банкрут)
Актив-гарант	0
Актив-страхування	0
Альфа страхування	0
Альфа-гарант	0
Арма	0
АХА Страхування	0
Брокбізнес страхування	0
Гарантія	0
Гарант-система	0
Довіра і гарантія	0
Домінанта	0
Еталон	0
Європейське туристичне страхування	0
Європейський страховий альянс	0
Іллічівське	0
Інго Україна	0
Княжа	0
Мега-поліс	0
Мир	0
Мотор-Гарант	0
Нафтагазстрах	0
Нова	0
Онікс	0
Оранта	0
Перша	0
ПЗУ Україна	0
Поліс центр	0
Провідна	0
Просто-страхування	0
Стройполіс	0
Теком	0
Українська охоронно-страхова компанія	0
Українська страхова група	0
Український страховий капітал	0
Український страховий стандарт	0
Універсальна	0
УПСК	0
ХДІ страхування	0
Юнісон страхування	0

Джерело: розраховано автором з використанням програмного забезпечення RapidMiner

Як видно з табл. 3.8, всі досліджувані страхові компанії мають високий рівень фінансового здоров'я та не є потенційними банкрутами відповідно до результатів застосування моделі опорних векторів. Особливості методу не дозволяють визначити логіку класифікації страховиків, тому його застосування обмежується констатацією факту потенційної фінансової кризи.

Застосуємо обране дерево рішень для виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях. На відміну від методу опорних векторів, моделі дерев рішень є прозорими та можуть бути використані на практиці без застосування спеціального програмного забезпечення. Результати виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях України за допомогою обраної моделі дерев рішень наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

**Результати класифікації страховиків обраною моделлю дерев рішень на основі даних за 2014 рік**

Компанія	Належність до класу (0 — фінансово здорова страхова компанія, 1 — потенційний банкрут)
Актив-гарант	0
Актив-страхування	0
Альфа страхування	0
Альфа-гарант	0
Арма	0
АХА Страхування	0
Брокбізнес страхування	0
Гарантія	0
Гарант-система	0
Довіра і гарантія	0
Домінанта	0
Еталон	0
Європейське туристичне страхування	0
Європейський страховий альянс	0
Іллічівське	0
Інго Україна	0
Княжа	0
Мега-поліс	0
Мир	0
Мотор-Гарант	0
Нафтагазстрах	0
Нова	0
Онікс	0

Компанія	Належність до класу (0 — фінансово здорова страхова компанія, 1 — потенційний банкрут)
Оранта	0
Перша	0
ПЗУ Україна	0
Поліс центр	0
Провідна	0
Просто-страхування	0
Стройполіс	0
Теком	0
Українська охоронно-страхова компанія	0
Українська страхова група	0
Український страховий капітал	0
Український страховий стандарт	0
Універсальна	0
УПСК	0
ХДІ страхування	0
Юнісон страхування	0

Джерело: розраховано автором

Як видно за табл. 3.9, результати застосування дерева рішень не відрізняються від результатів класифікації на основі моделі опорних векторів. Всіх страховиків визначено в якості фінансово здорових.

Застосуємо останню з обраних моделей — логістичну — для аналізу ймовірності виникнення фінансової кризи українських страхових компаніях. Як і дерева рішень, логістична регресія може бути використана в практиці антикризового фінансового управління без спеціального програмного забезпечення та відкрито представляє логіку визначення загрози виникнення фінансової кризи в компанії. Окрім цього, результат класифікації за допомогою логіт-моделей може інтерпретуватися в якості ймовірності, адже лежить в межах від 0 до 1. Результати застосування логістичної моделі наведено у табл. 3.10.

**Результати класифікації страховиків обраною логістичною моделлю на  
основі даних за 2014 рік**

Компанія	Належність до класу (0 — фінансово здорова страхова компанія, 1 — потенційний банкрут)
Актив-гарант	0,1562
Актив-страхування	0,3037
Альфа страхування	0,0000
Альфа-гарант	0,0010
Арма	0,0160
АХА Страхування	0,0000
Брокбізнес страхування	0,0000
Гарантія	0,0000
Гарант-система	0,0001
Довіра і гарантія	0,0000
Домінанта	0,0000
Еталон	0,0053
Європейське туристичне страхування	0,0000
Європейський страховий альянс	0,0000
Іллічівське	0,0000
Інго Україна	0,0000
Княжа	0,0000
Мега-поліс	0,0000
Мир	0,0730
Мотор-Гарант	0,1456
Нафтагазстрах	0,0000
Нова	0,0000
Онікс	0,0013
Оранта	0,0000
Перша	0,0000
ПЗУ Україна	0,0000
Поліс центр	0,0025
Провідна	0,0000
Просто-страхування	0,0000
Стройполіс	0,0014
Теком	0,0202
Українська охоронно-страхова компанія	0,0000
Українська страхова група	0,0000
Український страховий капітал	0,2607
Український страховий стандарт	0,0000
Універсальна	0,0000
УПСК	0,0000
ХДІ страхування	0,0044
Юнісон страхування	0,0126

Джерело: розраховано автором

Як видно з табл. 3.10, жодна із досліджуваних страхових компаній не має високої ймовірності виявитися в стані непереборної фінансової кризи. Втім, такі страхові компанії як «Актив-страхування», «Український страховий капітал», «Актив-гарант» та «Мотор-Гарант» мають найвищі серед досліджених компаній ймовірності потрапити до класу потенційних банкрутів відповідно до результатів застосування моделі (ймовірність банкрутства складає більше 14%).

Загалом, жоден із кризових страховиків не був класифікований однаково всіма моделями. Зважаючи на те, що більшість компаній у переліку є активно діючими страховими компаніями, а також на високу загальну точність обраних моделей, одержані результати застосування моделей є очікуваними. Беручи до уваги значне перевищення рівня специфічності над рівнем чутливості використаних моделей, вартими додаткової уваги вважатимемо страхові компанії, які були класифіковані в якості кризових хоча б однією з моделей.

Таким чином, використання даних за 2011 рік вказало на зміну класифікаційних характеристик побудованих моделей. Зокрема, моделі опорних векторів та дерев рішень зберегли високий рівень специфічності, дерева рішень продемонстрували лише незначне скорочення загальної точності, класифікаційні властивості логістичних моделей суттєво погіршилися. Проведення процедури супердискретизації класу страховиків-банкрутів у вибірці дозволило певною мірою покращити результативність застосування більшості моделей. Так, кращими виявилися прогностні властивості моделей опорних векторів та логістичної регресії. Втім, незважаючи на приріст специфічності завдяки застосуванню супердискретизації, чутливість моделей дерев рішень зменшилася.

Найбільш прийнятними для використання в процесі виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях України серед використаних методів виявилися дерева рішень. Обрана модель дерев рішень продемонструвала високі показники специфічності та загальної точності, а також середній рівень чутливості при використанні даних за наступний період. Перевагою побудованої моделі дерев рішень є також відкритість структури моделі та прозорість правил прийняття рішень для класифікації компаній.



Показниками, за допомогою яких можна визначити загрозу виникнення фінансової кризи за допомогою обраної моделі дерев рішень є частка ліквідних активів у балансі, відношення інвестиційного прибутку до фінансових активів, відношення чистого доходу до активів, відношення власного капіталу до чистого доходу, коефіцієнт швидкої ліквідності. Частково збігається з наведеним перелік показників, що входять до найкращої логістичної моделі; при цьому, модель опорних векторів включає інші індикатори. Загалом, в усіх моделях присутні показники ліквідності та індикатори, які враховують страхові резерви та доходи.

Застосування обраних моделей на поточних показниках діяльності тридцяти дев'яти діючих страхових компаній України вказало, що більшість досліджуваних страховиків є фінансово здоровими. За допомогою застосованих моделей було визначено страховиків, які демонструють ознаки розвитку фінансової кризи. Так, відповідно до підсумків застосування логістичної регресії жоден із страховиків не демонструє високої ймовірності опинитися в стані фінансової кризи, однак такі страхові компанії як «Актив-страхування», «Український страховий капітал», «Актив-гарант» та «Мотор-Гарант» заслуговують додаткової уваги.

### **3.2. Сценарний аналіз показників діяльності страхової компанії на основі розробленої імітаційної моделі**

Застосуємо побудовану раніше імітаційну модель діяльності страхової компанії для аналізу альтернативних напрямків функціонування страховика та можливих заходів відповіді на фінансову кризу. Для цього, використаємо дані про діяльність страхової компанії «Актив-Страхування», яка за результатами застосування логістичної регресії має найвищу ймовірність опинитися в стані фінансової кризи (30,37%). Зважаючи на особливості діяльності обраної компанії, базова імітаційна модель була адаптована та налаштована. Основні зміни такі:

- 1) Інвестування. Модуль *Investing* включає лише два види інвестицій — банківські депозити (короткострокові) та цінні папери (довгострокові). Окрім

цього додано потік переоцінки фінансових активів, що також відображений в модулі *Equity*.

2) Резервування. Модуль *Reserving*, окрім аналогічного розподілу інвестицій, включає лише резерв незароблених премій з часткою перестраховиків в ньому через несуттєвість величини інших страхових резервів у порівнянні з резервом незароблених премій.

3) Власний капітал. У модулі *Equity* додано можливість зміни структури власного капіталу, а саме збільшення обсягу статутного капіталу за рахунок реінвестування прибутку.

4) Фінансові показники. У модулі *Financials* скорочено перелік представлених фінансових показників до наборів, що використовуються в обраних логіт-моделі та дереві рішень. Також додано структуру представлення виявлення ознак фінансової кризи на основі застосування зазначених моделей для спрощення практичного застосування модельного комплексу.

5) Додані екзогенні витрати, пов'язані з врахуванням собівартості реалізованих цінних паперів у зв'язку з наявністю фактів реалізації фінансових інвестицій.

Перелік всіх рівнянь та структура модулів наведено у Додатку Д.

Перевіримо, чи відтворює побудована імітаційна модель динаміку показників досліджуваної страхової компанії (рис. 3.2).

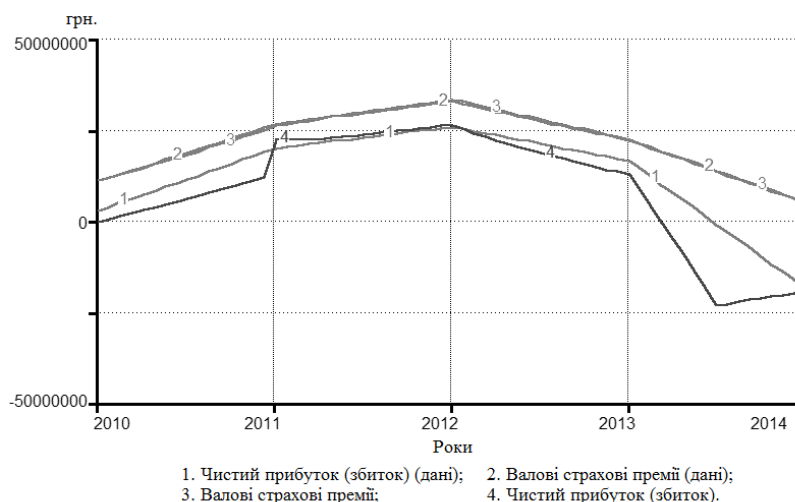


Рис. 3.2. Динаміка валових страхових премій та чистого прибутку (збитку)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.2, побудована імітаційна модель відмінно реплікує динаміку валових страхових премій, а також добре повторює динаміку чистого прибутку (збитку) досліджуваної страхової компанії. Певні невідповідності між історичними та одержаними значеннями прибутку (збитку) страховика пов'язані з наявністю ряду екзогенних факторів, таких як рішення про продажів фінансових активів тощо.

Переконаємося у тому, що розроблена модель здатна відтворювати показники фінансового становища страхової компанії. Результати симуляції наведено на рис. 3.3.

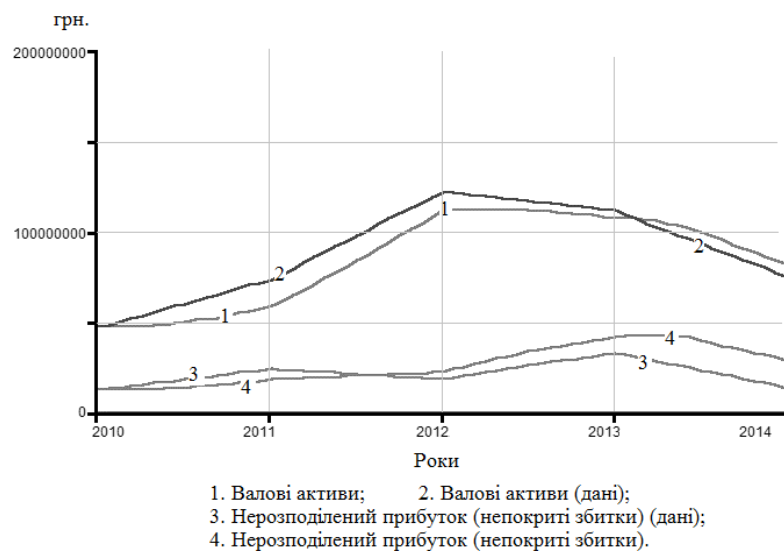


Рис. 3.3. Динаміка активів, нерозподіленого прибутку та невідповідності балансу

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.3, побудована імітаційна модель добре повторює динаміку загального обсягу активів та нерозподіленого прибутку страховика. Окрім цього, зберігається відповідність між активами та пасивами (змінна *Balance* дорівнює нулю).

Окрім цього, необхідно пересвідчитися в тому, що уточнена модель робить відповідний висновок про ймовірність виникнення фінансової кризи в страховій компанії із використанням побудованих «white box» моделей виявлення ознак фінансової кризи. Для цього до моделі було включено класифікатори на основі побудованих моделей — логістичної регресії та дерева рішень.

На рис. 3.4 зображено динаміку класифікації компанії із застосуванням обраної логіт-моделі та дерева рішень.

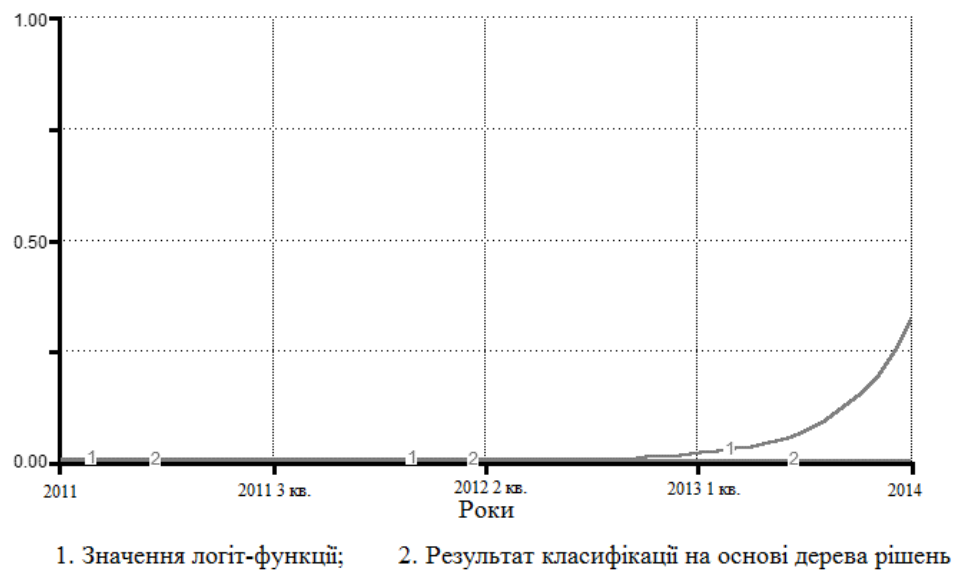


Рис. 3.4. Динаміка класифікації компанії з використанням обраного дерева рішень та логіт-моделі

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Розроблена імітаційна модель добре повторює динаміку значень логіт-функції та дерев рішень: результат класифікації на основі дерев рішень показує, що компанія не є потенційним банкрутом, а логіт-модель за результатами 2014 року демонструє значення близьке до 0,3. Відповідність значень логіт-функції вказує на те, що значення ключових фінансових показників, які в ній використовуються, також відповідають фактичним даним.

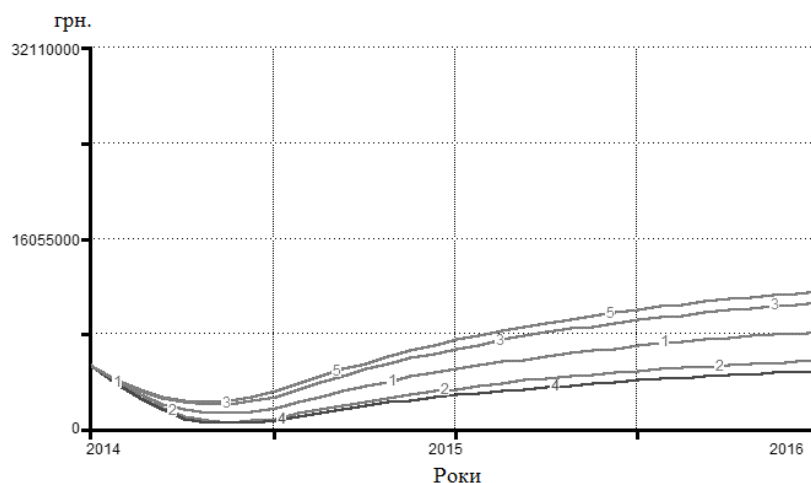
Проведемо сценарний аналіз розвитку ситуації в страховій компанії. Пропонуємо виокремити ключові фактори, що можуть мати значний вплив на результативність діяльності страховика. До основних зовнішніх факторів, що визначають фінансову результативність та фінансовий стан страхової компанії, пропонуємо включити такі:

1. Попит. Зміна попиту на страхові послуги є одним з основних факторів, що впливає на дохідність основної діяльності страхової компанії, тому його коливання можуть значно вплинути на формування базового грошового потоку.

2. Збитковість. Залежно від ринкової кон'юнктури може коливатися ризиковість страхових операцій, тобто ймовірність та величина заявлених збитків, що прямо визначають рівень збитковості страхових операцій (за умови збереження рівня відмови у страхових виплатах).

3. Дохідність інвестицій. Коливання дохідності інвестицій прямо впливає на фінансовий результат від інвестиційної діяльності. Зважаючи на важливість інвестиційної складової в діяльності страхових компаній, чистий фінансовий результат страховиків значною мірою залежить від мінливості інвестиційних доходів.

Безсумнівно, наведений перелік не є вичерпним, проте перелічені фактори мають високу ймовірність коливань, в той час як інші (наприклад, особливості оподаткування, нижні обмеження заробітної плати працівників) можна вважати фіксованими в коротко- та середньостроковій перспективі. Саме тому, пропонуємо обмежитися тестуванням лише ключових зовнішніх чинників. Проаналізуємо вплив можливих коливань попиту на страхові продукти компанії на фінансовий стан та ймовірність виникнення фінансової кризи в досліджуваній страховій компанії. Протестуємо такі зміни у попиті: падіння на 50% (крива 2), зростання на 50% (крива 3), падіння на 70% (крива 4), зростання на 70% (крива 5). Динаміці показників при збереженні поточного попиту відповідає крива 1. Результати симуляції наведено на рис. 3.5–3.8.



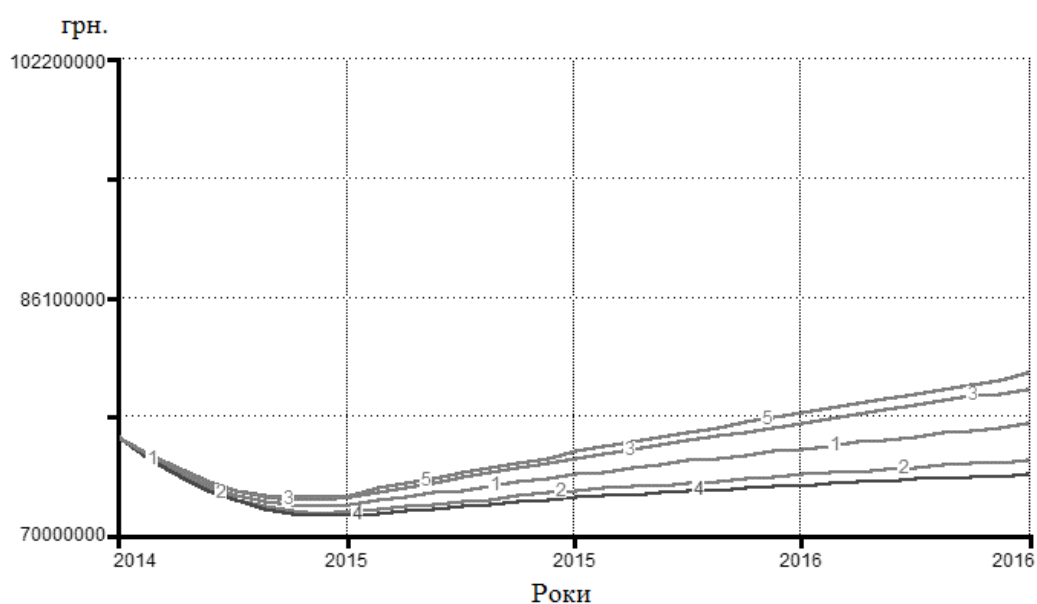
1-5. Обсяг грошових коштів відповідно до сценаріїв 1-5.

Рис. 3.5. Динаміка обсягу грошових коштів (сценарії попиту)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.5, при жодному з негативних сценаріїв досліджувана страхова компанія не виснажує запас грошових коштів. Хоча в короткостроковій перспективі відбувається скорочення обсягу грошових коштів, цей ефект викликаний динамікою попередніх періодів. Окрім цього, відповідно до позитивних сценаріїв, зростання попиту на послуги призводить до мультиплікативного зростання обсягу наявних грошових коштів завдяки інвестиційній складовій діяльності страховика.

Проаналізуємо динаміку власного капіталу страхової компанії відповідно до окреслених сценаріїв. Результати симуляції наведено на рис. 3.6.



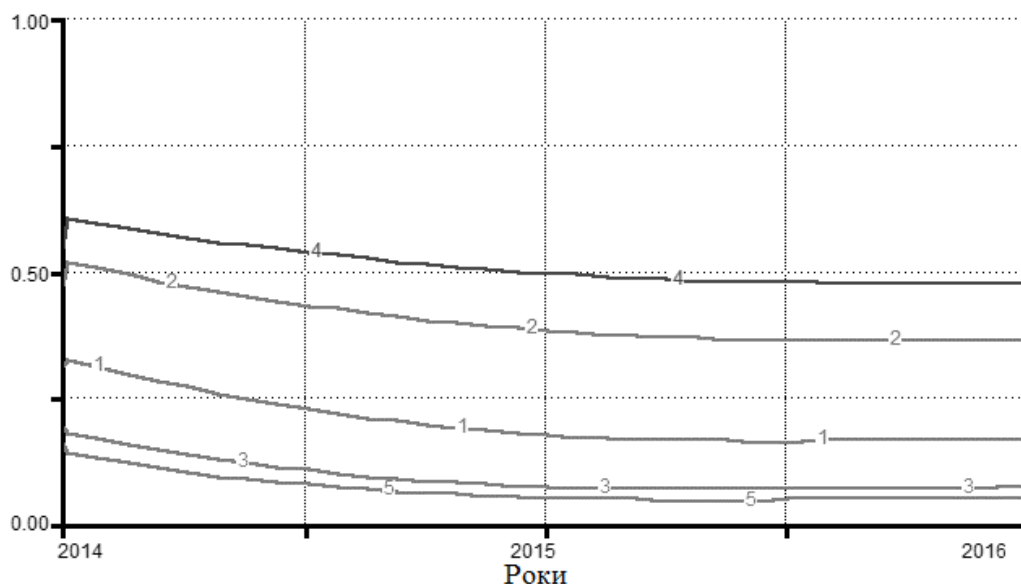
1-5. Обсяг власного капіталу відповідно до сценаріїв 1-5.

Рис. 3.6. Динаміка обсягу власного капіталу (сценаріїв попиту)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.6, динаміка власного капіталу загалом відповідає динаміці грошових коштів: страхова компанія здатна подолати скорочення попиту шляхом інвестування вже залучених коштів.

Необхідним кроком є аналіз результату класифікації компанії вбудованими моделями виявлення ознак фінансової кризи. Динаміку результатів застосування класифікаторів наведено на рис. 3.7.

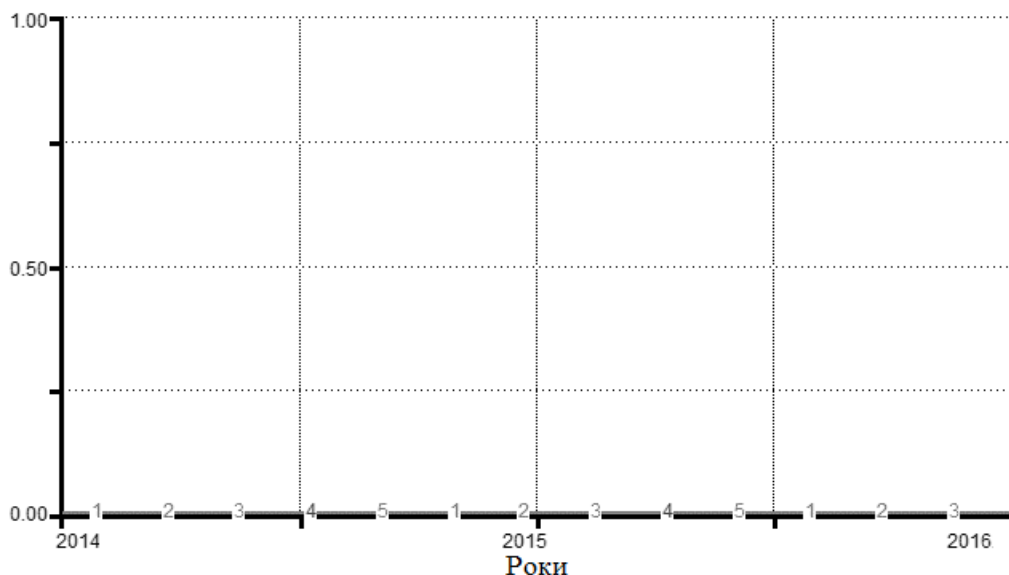


1-5. Значення логіт-функції відповідно до сценаріїв 1-5.

Рис. 3.7. Динаміка значення логіт-функції (сценарії попиту)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.7, загроза виникнення фінансової кризи в страховій компанії зменшується з часом для всіх сценаріїв. Порівняємо результати з класифікацією страховика на основі дерева рішень (рис. 3.8).



1-5. Результат класифікації на основі дерева рішень відповідно до сценаріїв 1-5.

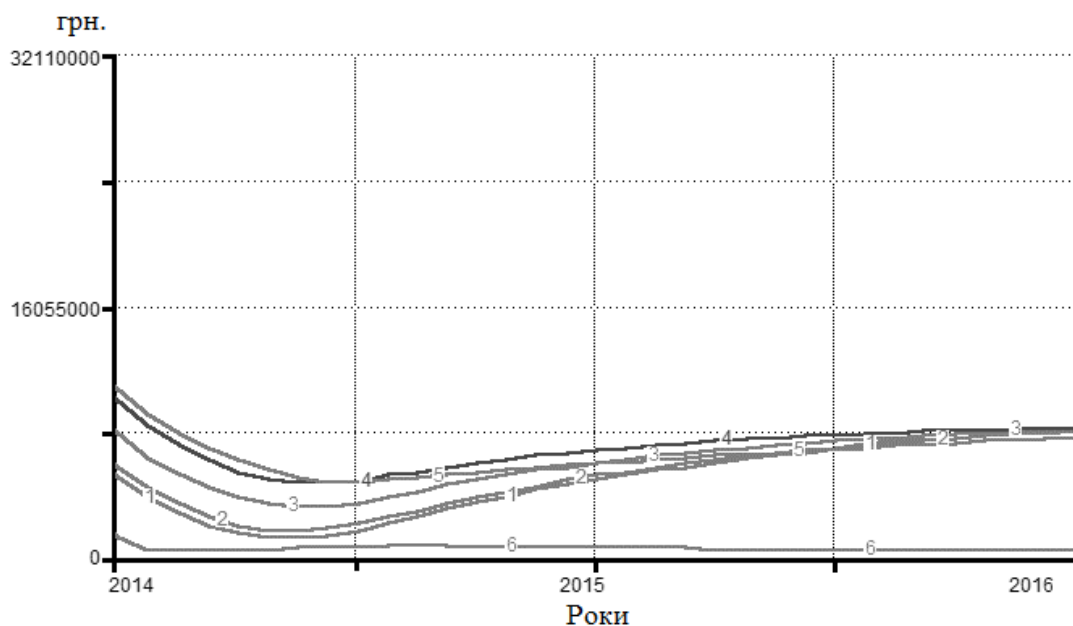
Рис. 3.8. Динаміка результатів класифікації на основі дерева рішень (сценарії попиту)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Динаміка результатів класифікації на основі дерева рішень дозволяє зробити подібні висновки — виникнення фінансової кризи в страховій протягом найближчих років внаслідок скорочення попиту є малоімовірним.

Таким чином, зміни у попиті на страхові продукти компанії в середньостроковій перспективі не призведуть до значного погіршення фінансового стану та виникнення ознак фінансової кризи.

Здійснимо аналіз динаміки показників діяльності страховика під впливом зміни рівня збитковості страхових операцій. Розглядатимемо такі сценарії: рівень ризику збільшився до 5% (крива 2), рівень ризику збільшився до 15% (крива 3), рівень ризику збільшився до 25% (крива 4), рівень ризику збільшився до 35% (крива 5), рівень ризику збільшився до 45% (крива 6). Початковому рівню ризику відповідає крива 1. Результати симуляції наведено на рис. 3.9–3.12.



1-6. Обсяг грошових коштів відповідно до сценаріїв 1-6.

Рис. 3.9. Динаміка обсягу грошових коштів (сценарії збитковості)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.9, лише значне зростання ризику (до 0,45 згідно з найбільш песимістичним сценарієм) призводить до різкого скорочення наявних грошових коштів. Проаналізуємо динаміку обсягу власного капіталу (рис. 3.10).



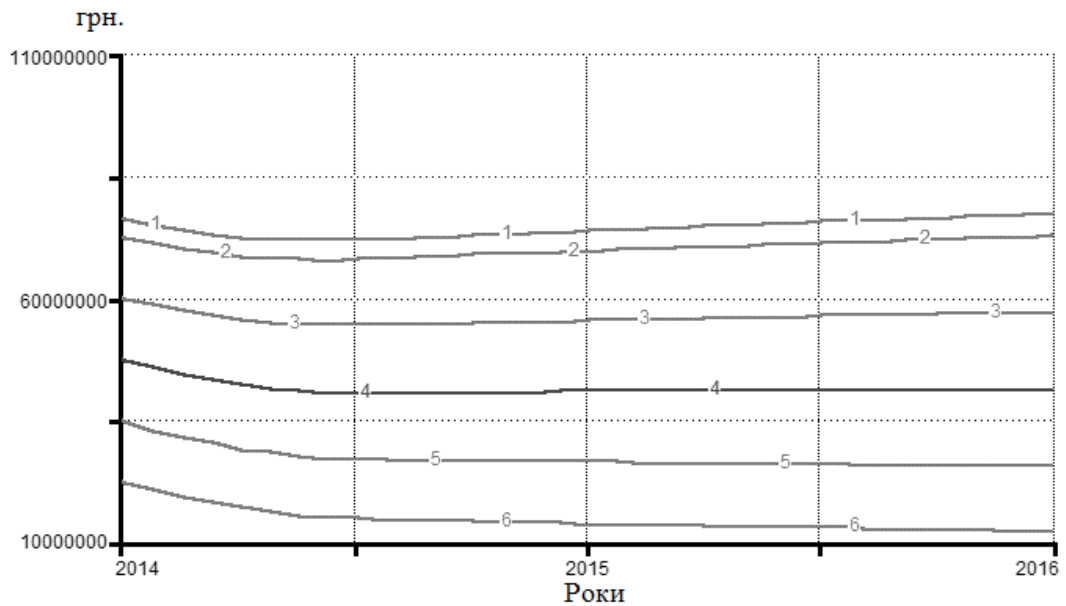


Рис. 3.10. Динаміка обсягу власного капіталу (сценарії збитковості)  
Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.10, власний капітал демонструє дещо гіршу динаміку. Зокрема, зростання ризиковості страхових операцій призводить до суттєвого його скорочення через зменшення прибутку. Найбільш песимістичний сценарій, при якому рівень ризику зростає до 45%, вказує на доволі значне зменшення обсягу власного капіталу.

Проаналізуємо результати застосування логіт-моделі (рис. 3.11).

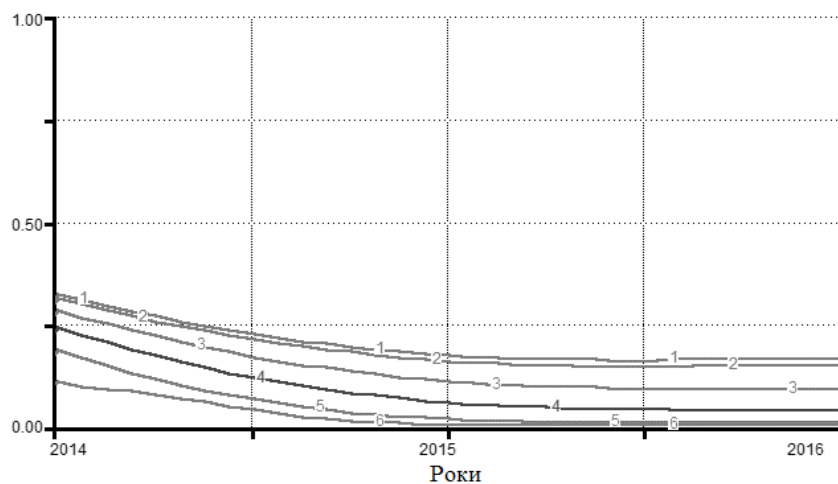
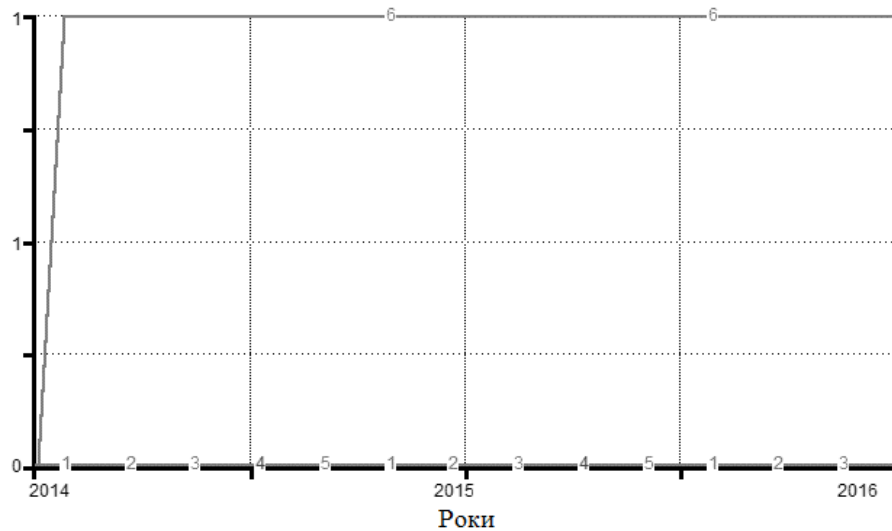


Рис. 3.11. Динаміка значення логіт-функції (сценарії збитковості)  
Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.11, підвищення ризиковості страхових операцій не призводить до зростання загрози виникнення фінансової кризи в страховій компанії навіть за найбільш песимістичного сценарію. Порівняємо результати застосування логіт-моделі з динамікою класифікатора на основі дерева рішень (рис. 3.12).



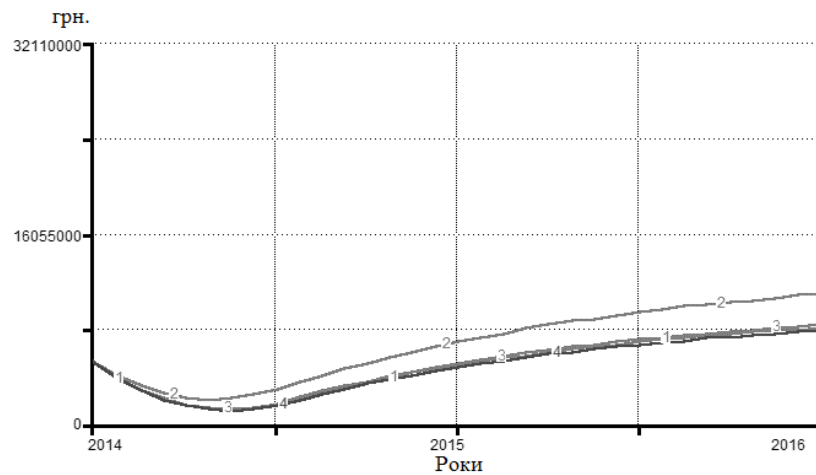
1-6. Результат класифікації на основі дерева рішень відповідно до сценаріїв 1-6.

Рис. 3.12. Динаміка результату класифікації на основі дерева рішень (сценарії збитковості)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Результати симуляції вказують на те, що відповідно до результатів дерева рішень страхова компанія не має високої ймовірності опинитися в стані непереборної фінансової кризи навіть при значному зростанні рівня ризику. Втім, на відміну від логіт-моделі, дерево рішень демонструє, що зростання рівня ризику до 45% викликає негативну класифікацію досліджуваного страховика.

Проаналізуємо вплив коливань результатів інвестиційної діяльності страховика на його фінансове здоров'я. Для цього розглянемо такі сценарії: відсоткова ставка за депозитами зростає до 25% (крива 2), ставка за депозитами зменшується до 10% (крива 3), ставка за депозитами зменшується до 5% (крива 4). Збереженню поточного рівня прибутковості депозитів відповідає крива 1. Результати симуляції наведено на рис. 3.13–3.16.

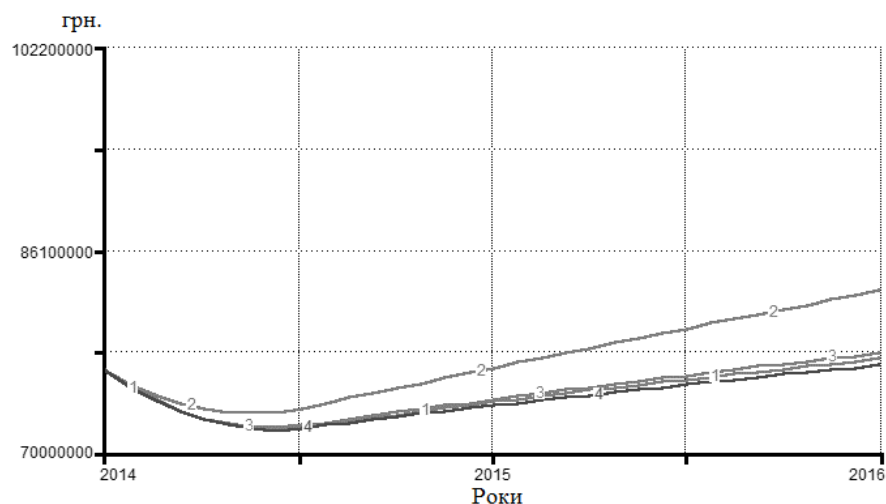


1-4. Обсяг грошових коштів відповідно до сценаріїв 1-4.

Рис. 3.13. Динаміка обсягу грошових коштів (сценарії дохідності інвестицій)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.13, негативна зміна ставки за депозитами несуттєво впливає на динаміку грошових коштів страхової компанії завдяки тому, що компанія в процесі інвестування оцінює очікувану прибутковість активів. Скорочення відсоткової ставки зменшує обсяг коштів, що направляється в депозити, і навпаки. Проаналізуємо також динаміку власного капіталу (рис. 3.14).



1-4. Обсяг власного капіталу відповідно до сценаріїв 1-4.

Рис. 3.14. Динаміка обсягу власного капіталу (сценарії дохідності інвестицій)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як і у випадку з обсягом грошових коштів, негативні тенденції у прибутковості депозитів незначно впливають на обсяг власного капіталу. При цьому зберігається позитивна динаміка обсягу власного капіталу.

Проаналізуємо динаміку значень класифікаторів на основі логіт-моделі та дерева рішень (рис. 3.15–3.16).

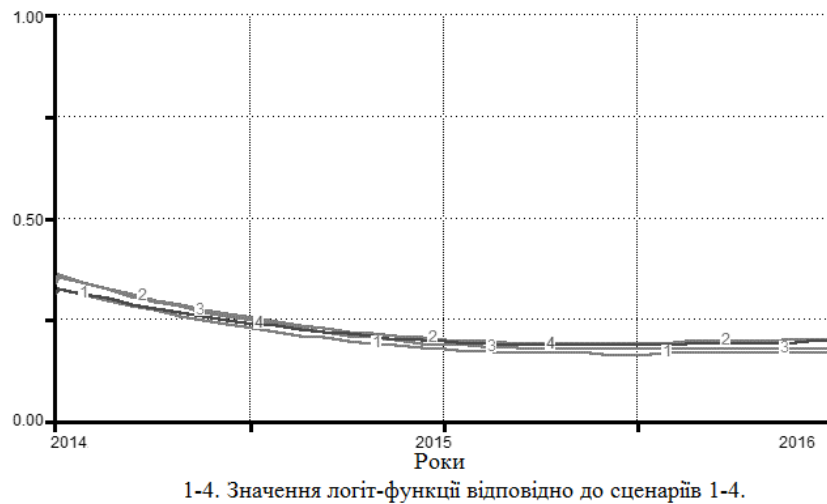


Рис. 3.15. Динаміка значення логіт-функції (сценарії дохідності інвестицій)

Джерело: результат комп'ютерної симуляції у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.15, погіршення відсоткової ставки за депозитами незначно впливає на результати класифікації страховика за допомогою логіт-функції: загроза банкрутства залишається невисокою та продовжує слабшати через відмову від неприбуткових фінансових вкладень. Порівняємо результати застосування логіт-функції з деревом рішень (рис. 3.16).

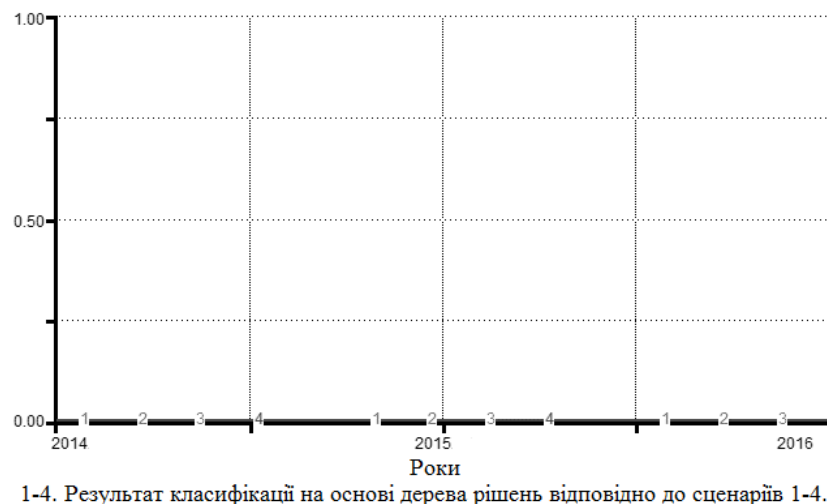


Рис. 3.16. Динаміка результату класифікації на основі дерева рішень (сценарії дохідності інвестицій)

Джерело: розраховано автором у програмному середовищі iThink

Як видно з рис. 3.16, подібно до результатів застосування логіт-моделі, скорочення доходності депозитів за умови реагування на це управління не несе загрози фінансовому здоров'ю страховика.

Аналогічний вплив має коливання вартості пайових цінних паперів, що реалізуються страховиком для одержання прибутку. Через врахування потенційної зміни ціни, пріоритет даного виду інвестицій зменшується.

Таким чином, відповідно до запропонованих сценаріїв досліджувана страхова компанія має невисоку ймовірність опинитися в стані непереборної фінансової кризи. Відповідно до результатів симуляції, фінансові негаразди у 2014 році виявилися тимчасовими та змінюються на позитивну тенденцію за більшості досліджених сценаріїв, як позитивних, так і негативних.

Загалом, вплив негативних факторів нівелюється стабільними грошовими потоками від інвестиційної діяльності страховика, а можливе скорочення страхового прибутку тягне за собою також і скорочення виплат. Лише значне зростання ризиковості страхування (ймовірності виникнення страхового випадку) призводить до появи ознак фінансової кризи відповідно до використаних моделей виявлення ознак фінансової кризи.

Аналогічно до тестування впливу зміни екзогенних чинників на показники діяльності страхової компанії, можливо здійснювати сценарний аналіз впливу змін ключових внутрішніх факторів, що піддаються управлінню. У випадку високої загрози виникнення фінансової кризи в страховій компанії, першочерговими важелями реагування на кризу можуть бути такі (базуючись на аналізі ключових ефектів зворотного зв'язку):

1. Страховий тариф. Зростання страхового тарифу сприяє збільшенню страхових доходів, однак через наявність балансуючих ефектів в моделі, може відбуватися скорочення попиту, а отже, чинитися негативний вплив на доходи від основної діяльності.

2. Нормативи обов'язкового перестраховування. Зміна норми перестраховування здатна одночасно обмежувати страхові доходи та страхові витрати завдяки наявності балансуєчих петель зворотного зв'язку.

3. Резервування. Збільшення величини резервів сприяє накопиченню коштів для здійснення страхових виплат та фінансування витрат; окрім цього, інвестування страхових резервів чинить мультиплікативний ефект.

4. Дивідендна політика. Використання вільних коштів для виплат власникам обмежує інвестиційний потенціал страховика, втім робить інвестиції у власний капітал компанії більш привабливими.

5. Політика витрат. Варіювання витрат прямим чином впливає на фінансові потоки компанії, а отже визначає рівень фінансового здоров'я страховика.

Побудована імітаційна модель дозволяє включення до сценарного аналізу фактично будь-якого окремого елемента моделі. Також модель може бути розширена шляхом включення нових показників, що також можуть бути використанні для тестування заходів реагування на кризові явища.

Окрім цього, однією з найбільших переваг системно-динамічного підходу в моделюванні процесів антикризового фінансового управління є можливість навчання. Використане програмне забезпечення iSeeSystems iThink має інструментарій для представлення елементів тестування та візуалізації, які можуть бути використані не лише особами з досвідом побудови імітаційних моделей, а й власне управлінцями, які можуть не приймали прямої участі в розробці моделі. Приклад графічного користувацького інтерфейсу, що дозволяє провести описаний вище сценарний аналіз, наведено на рис. 3.17.

Елементи керування дозволяють налаштовувати конкретні параметри діяльності страховика, оцінюючи вплив запропонованих змін на динаміку ключових бізнес-індикаторів. Окрім цього, перемикачі дозволяють включати/виключати певні елементи та сукупності елементів моделі, що сприяє детальному аналізу поведінки бізнес-системи страховика.

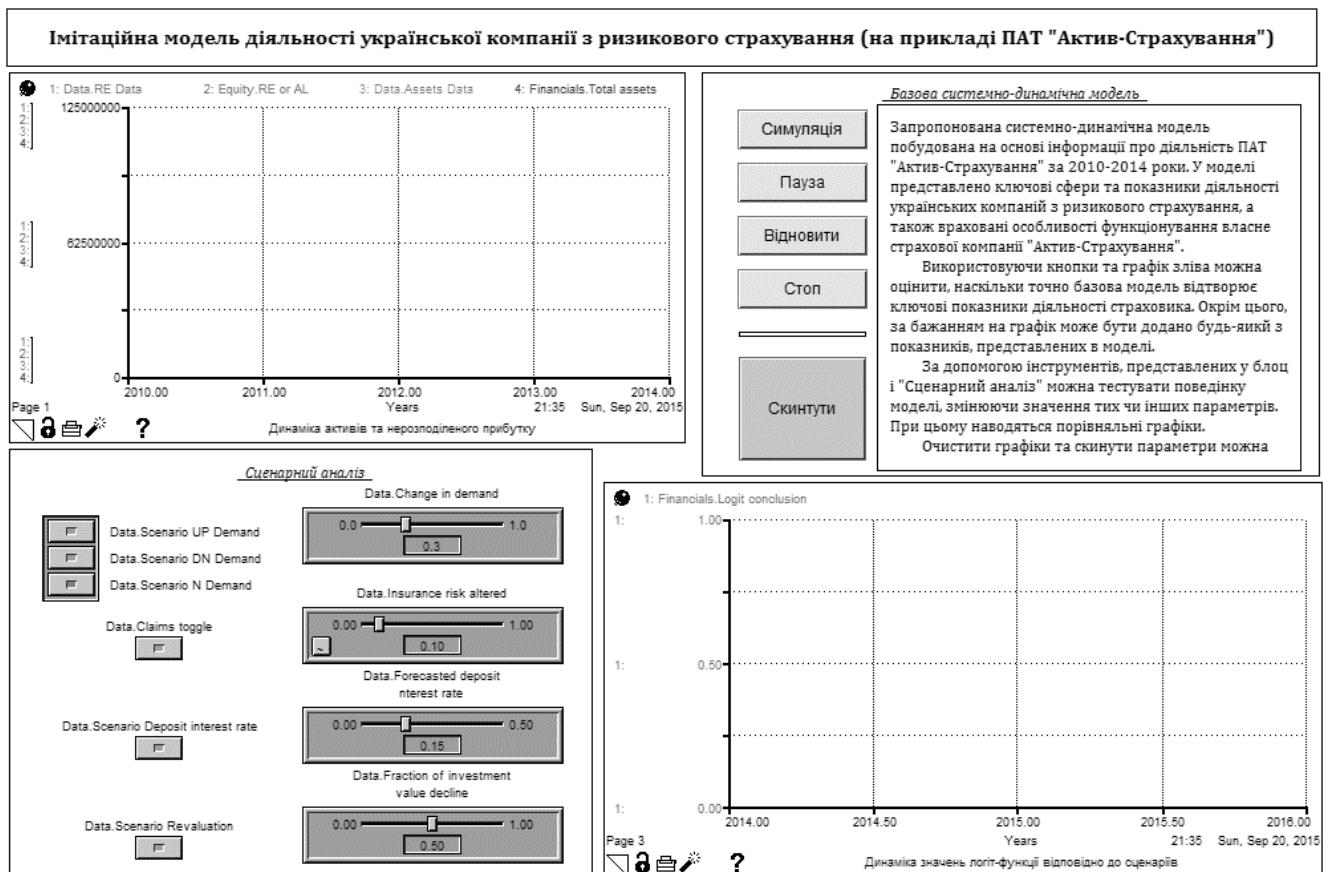


Рис. 3.17. Вигляд графічного інтерфейсу користувача в програмного забезпеченні iSeeSystems iThink 10.0.6

Джерело: розроблено автором у програмному середовищі iThink

Таким чином, з метою проведення сценарного аналізу діяльності страхової компанії, було налаштовано побудовану раніше імітаційну модель діяльності страховика.

Тестування переліку можливих змін ключових зовнішніх факторів, що визначають фінансову результативність страхової компанії, вказало, що досліджена компанія «Актив-Страхування», яка за результатами застосування логіт-моделі продемонструвала найвищу загрозу виникнення кризи, є фінансово стійкою.

Результати симуляції вказали, що фінансові негаразди в компанії є тимчасовими. Більш того, навіть за умови реалізації найгірших з розглянутих сценаріїв страхова компанія здатна уникнути фінансової кризи. Лише суттєвий

ріст збитковості страхових операцій призвів до появи ознак фінансової кризи в досліджуваній страховій компанії.

Окрім цього сформовано базовий користувацький інтерфейс, що може використовуватися управлінцями з метою здійснення сценарного аналізу, а також для тестування можливих важелів реагування на фінансову кризу. Простота та наочність реалізації імітаційних експериментів у використаному програмному забезпеченні сприяє підвищенню ефективності процесу навчання в межах антикризового фінансового управління в страховій компанії.

### **3.3. Шляхи вдосконалення моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях**

Як показало проведене дослідження, з моделюванням процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях пов'язано чимало важливих проблем. Більшість з них викликані кількісними та якісними характеристиками використовуваних даних. В той самий час, методологічні проблеми виявляються вторинними, адже більшою мірою пов'язані з невідповідністю параметрів інформаційної бази вимогам та обмеженням методів. Саме тому, вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях з використанням економіко-математичних методів і моделей має відбуватися в першу чергу шляхом розвитку інформаційної бази.

Дійсно, покращення властивостей використовуваних даних, як правило, сприяє підвищенню точності економіко-математичних моделей більшою мірою, ніж вдосконалення самих методів. При цьому, відмінності у результативності застосування різних методів і моделей до однакових наборів даних є мінімальними (за умови виконання ключових припущень), саме тому підвищення точності моделей може відбуватися шляхом використання кращих даних та включенням до аналізу більш доречних показників [167, с. 47].



Основною проблемою застосування економіко-математичних методів для побудови моделей антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях є обмеженість доступного масиву даних, що характеризують діяльність страховиків. Ця проблема має два виміри. З одного боку, не всі страхові компанії розкривають інформацію про свою діяльність. При цьому, як правило, найменш доступними є дані про діяльність страховиків, які мають низький рівень фінансового здоров'я чи є потенційними банкрутами. З іншого боку, обсяг наявної інформації про діяльність страхових компаній України є обмеженим через об'єктивні причини, а саме через нетривалу історію функціонування національного страхового ринку, для якого є характерним відносно короткий термін існування та незначне число випадків банкрутств страховиків. Через зазначені фактори неможливим є формування набору даних для побудови економіко-математичних моделей, який би був кількісно сумірний з обсягами вибірок, які застосовувалися зарубіжними вченими в процесі розробки аналогічних моделей.

Окрім цього, важливою проблемою є якість публічної інформації про діяльність страхових компаній України. Так, типовим як для української, так і для зарубіжної практики є «креативне звітування», що викривляє реальний фінансовий стан підприємств. Є свідчення того, що коли підприємство має фінансові труднощі, в управлінців зростає мотивація до здійснення злочинів, пов'язаних з викривленням звітності [83, с. 62]. Використання необ'єктивної звітної інформації страховиків може призвести до одержання хибних результатів при застосуванні побудованих економіко-математичних моделей на практиці. Потенційними загрозами є як зростання ймовірності помилки при визначенні кризових страхових компаній (зменшення рівня чутливості моделей), так і збільшення шансу неправильної класифікації фінансово здорових страховиків (зменшення рівня специфічності моделей). В обох випадках страждає загальна точність передбачення кризових явищ, що несе особливу загрозу при використанні побудованих моделей державним регулятором страхового ринку,

який не володіє повним обсягом інсайдерської інформації про діяльність кожного страховика.

Особливим типом проблем, пов'язаних з даними, є обґрунтування використання тих чи інших показників в процесі моделювання. Не всі змінні є однаково важливими для вирішення певного завдання в процесі моделювання. Деякі ознаки можуть виявитися надмірними, інші — недоречними. Їх вилучення як правило приводить до покращення показників точності моделей [147, с. 998; 172, с. 430]. Втім, як вже зазначалося, цілісна теорія вибору змінних для побудови економіко-математичних моделей фактично відсутня, тому часто дослідники нехтують необхідністю обґрунтування рішень з включення тих чи інших змінних до моделей. Більш того, оскільки значна частина методів, що використовуються для моделювання процесів антикризового фінансового управління, є індуктивними, проблемі вибору релевантних змінних приділяється недостатньо уваги. Варто зауважити, що лише вичерпний перебір може гарантувати вибір оптимального набору змінних, в той час як алгоритми вибору ознак генерують субоптимальні набори [147, с. 999].

Окрім цього, часто не береться до уваги той факт, що зі збільшенням кількості змінних, кількість необхідних спостережень зростає експоненційно. Тому у багатьох прикладних задачах критичним є питання зменшення вимірності даних. Для цього може бути застосоване «добування ознак» (англ., feature extraction), яке відбувається шляхом відображення  $N$ -вимірних даних на  $M$ -вимірний простір, де  $M < N$ . В добуванні ознак можуть використовуватися як лінійні (аналіз головної компоненти, лінійний дискримінантний аналіз, факторизація матриць), так і нелінійні алгоритми (метод головної компоненти на основі функцій ядра, масштабування розмірності, відображення Саммона, узагальнююче топографічне відображення, карти самоорганізації, криволінійний аналіз компонент, дискримінантний аналіз на основі функцій ядра) [147, с. 998].

Основним напрямком розв'язання проблем, пов'язаних з даними в українській практиці побудови моделей антикризового фінансового управління в

страхових компаніях, має бути підвищення доступності інформації про діяльність страхових компаній, а також спрощення процедури доступу до неї.

Необхідним з позиції аналізу фінансового стану страховиків та їхньої вразливості до кризових явищ є перехід від практики надання переваги рейтингам (ренкінгам) Top-*N* страхових компаній до Bottom-*N* страхових компаній. З одного боку, для споживачів та потенційних контрагентів найважливішим є визначення найбільш фінансово стійких страховиків. Втім, з іншого боку, не менш важливим є визначення особливостей функціонування компаній, які демонструють посередні та слабкі фінансові результати. Адже лише в такому випадку — зважаючи на відносну природу фінансової кризи — можна об'єктивно визначити межу між кризовими та фінансово стійкими страховими компаніями.

Найпродуктивнішим кроком є формування єдиної вичерпної електронної бази даних про діяльність українських страховиків. Така база даних має включати не лише дані фінансової звітності страховиків, а й інформацію про важливі нефінансові показники їхньої діяльності, такі як кількість укладених договорів, кількість відмов у виплатах, середній страховий тариф тощо. Окрім цього, слід наводити розширений перелік інформації, що характеризує якість корпоративного управління в страхових компаніях. У разі виникнення проблем, пов'язаних з розкриттям комерційної таємниці, логічним кроком є вилучення будь-яких ідентифікаторів компаній в базі даних. У такому випадку, можливе проведення повноцінного аналізу та використання даних в процесі побудови економіко-математичних моделей безвідносно до конкретних страхових компаній.

Ще одним напрямком вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях є формування масиву кейсів (англ., case studies). До нього мають входити як реальні приклади розвитку фінансової кризи в страхових компаніях, так і приклади ефективного реагування на кризові явища. При цьому, ситуація в компаніях має описуватися якомога детальніше для можливості повноцінного аналізу середовища функціонування страховика, факторів розвитку кризових явищ та шляхів боротьби з ними. Найбільший

позитивний ефект такого роду інформаційна база матиме на розвиток моделей імітаційного моделювання.

Вдосконалення процесу вибору ознак для включення до моделей також здатне підвищити характеристики точності узагальнення. Зокрема, покращенню якості прогнозування сприятиме врахування більшого числа комбінацій показників, що, однак, вимагає значного часу. З іншого боку, необхідною є робота з вдосконалення наявних алгоритмів відбору змінних, які б дозволяли при невисоких затратах часу формувати обґрунтовані набору ознак.

Іншим напрямком є робота над розширенням переліку використовуваних методів та їхніх модифікацій. Зокрема, в умовах нестачі інформації перспективним є використання гібридних моделей та ансамблів методів.

Побудова гібридних моделей може відбуватися у кількох напрямках. Наприклад, можна використовувати один метод для вибору змінних, а інший — для побудови моделей на основі цих наборів. Найчастіше у такому підході використовують методи штучного інтелекту — еволюційні алгоритми, приблизні множини, метод опорних векторів, або статистичні тести —  $t$ -статистику,  $F$ -статистику тощо. Об'єднання кількох методів може також бути використане для формування нового алгоритму. Хоча такого роду розробки є доволі трудомісткими, саме з ними науковці пов'язують розвиток інновацій у сфері побудови моделей аналізу фінансової кризи на підприємстві [206, с. 46]. Новітнім напрямком моделювання є використання в гібридних моделях певних методів (зокрема, приблизних та нечітких множин) для формування відкритих логічних правил прийняття рішень у випадку застосування методів «чорного ящика», таких як метод опорних векторів та нейронні мережі [147, с. 1000-1001].

Широкого використання набувають також ансамблі методів, суть яких полягає у поєднанні кількох економіко-математичних моделей. Основною метою використання ансамблів є підвищення точності результатів. Ефективний ансамбль має складатися з моделей, що можуть демонструвати невисоку точність, проте допускають різні помилки. Типовими процедурами, що використовуються для досягнення високої різноманітності ансамблів є поділ та зважування даних

шляхом кластеризації, застосування процедури AdaBoosting, використання різних підмножин ознак [147, с. 1001-1002].

Таким чином, з побудовою та застосуванням економіко-математичних моделей для вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях пов'язані певні проблеми. Серед них найважливішими є ті, що виникають через обмеженість інформаційної бази моделювання. Зокрема, масив інформації про діяльність українських страховиків є лімітованим кількісно через молодість страхового ринку та слабку культуру розкриття інформації. Окрім цього, дані про діяльність страхових компаній в Україні до певної міри не відповідають дійсності через поширену практику «креативного звітування».

До іншої категорії належать проблеми, пов'язані власне з методами. Більшість таких проблем є наслідком обмеженості інформації, що не дозволяє застосовувати певні методи, або ж негативно впливає на валідність побудованих економіко-математичних моделей.

Основними напрямками вирішення окреслених проблем є модернізація інформаційної бази про діяльність вітчизняних страхових компаній, а також перейняття досвіду використання новітніх доробків у сфері моделювання процесів антикризового фінансового управління на підприємстві.

Необхідним кроком є створення єдиної бази даних показників діяльності страхових компаній, що включала б не лише фінансову звітність, а й нефінансові індикатори. При цьому, з метою уникнення проблем з конфіденційністю можливим є представлення інформації безвідносно до конкретних страховиків. Окрім цього, важливим є формування архіву case studies, які б детально описували перебіг кризових явищ в реальних страхових компаніях, а також характеризували дії, спрямовані на їх подолання.

Окрім цього, зростанню результативності процесів антикризового фінансового управління сприятиме використання гібридних моделей та ансамблів методів, націлених на підвищення точності економіко-математичних моделей та формування відкритих та простих правил прийняття рішень в кризових ситуаціях.

### Висновки до розділу 3

1. Застосування побудованих економіко-математичних моделей на даних за наступний період вказало на зміну класифікаційних властивостей розроблених моделей. Так, моделі опорних векторів та дерев рішень продемонстрували високий рівень специфічності, дерева рішень показали лише незначне скорочення загальної точності, а класифікаційні характеристики логістичних моделей суттєво погіршилися. Супердискретизація та субдискретизація класів страховиків сприяла покращенню результативності застосування значного числа моделей. Зокрема, кращими виявилися прогнозні властивості моделей опорних векторів та логістичної регресії. Однак, в моделях дерев рішень, незважаючи на приріст специфічності, зменшилася чутливість.

2. На основі аналізу результатів вибору із врахуванням приростів чутливості та точності, найбільш придатними для використання в процесі виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях виявилися дерева рішень. Обрана модель дерев рішень має високі показники специфічності та загальної точності, а також середній рівень чутливості при застосуванні на даних за наступний період. Відкритість структури обраної моделі дозволяє формувати прозорі правила прийняття рішень в процесі класифікації страховиків залежно від загрози виникнення фінансової кризи.

3. Показниками, за допомогою яких можна визначити загрозу виникнення фінансової кризи за допомогою обраної моделі дерев рішень є частка ліквідних активів у балансі, відношення інвестиційного прибутку до фінансових активів, відношення чистого доходу до активів, відношення власного капіталу до чистого доходу, коефіцієнт швидкої ліквідності. Частково збігається з наведеним перелік показників, що входять до найкращої логістичної моделі; при цьому, модель опорних векторів включає інші індикатори. Загалом, в усіх моделях присутні показники ліквідності та індикатори, які враховують страхові резерви та доходи.

4. Застосування обраних моделей на бізнес-індикаторах тридцяти дев'яти діючих страхових компаній України вказало, що більшість досліджуваних страховиків не демонструють ознак фінансової кризи. Зокрема, моделі дерев рішень та опорних векторів вказали, що всі досліджені страхові компанії є фінансово здоровими. Згідно з підсумками застосування логістичної регресії жоден із страховиків не демонструє високої ймовірності опинитися в стані фінансової кризи, однак такі страхові компанії як «Актив-страхування», «Український страховий капітал», «Актив-гарант» та «Мотор-Гарант» заслуговують додаткової уваги.

5. Із метою проведення сценарного аналізу діяльності страхової компанії, було використано налаштовану та адаптовану імітаційну модель діяльності страховика. Тестування переліку можливих змін ключових зовнішніх факторів, що впливають на фінансову результативність страхової компанії, дозволило зробити висновок, що досліджена компанія «Актив-Страхування», яка за результатами застосування логіт-моделі продемонструвала найвищу загрозу виникнення кризи, не має ознак розвитку кризового стану. Результати симуляції вказали, що фінансові негаразди в компанії є тимчасовими, і навіть за умови реалізації негативних сценаріїв страхова компанія здатна уникнути фінансової кризи. Лише суттєвий ріст збитковості страхових операцій призвів до появи ознак фінансової кризи.

6. Було розроблено базовий користувацький інтерфейс для використання управлінцями з метою здійснення сценарного аналізу, а також для тестування можливих важелів реагування на фінансову кризу. Простота та наочність реалізації імітаційних експериментів у використаному програмному забезпеченні дозволяє ефективно проводити навчання в межах антикризового фінансового управління в страховій компанії.

7. Із побудовою та застосуванням економіко-математичних моделей процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях пов'язані певні проблеми. Серед них найважливішими є проблеми

обмеженості інформаційної бази моделювання. Наявні також проблеми, пов'язані власне з методами.

8. Основними напрямками вдосконалення процесів антикризового фінансового управління з використанням економіко-математичних моделей і методів є модернізація інформаційної бази про діяльність вітчизняних страхових компаній, а також перейняття досвіду використання новітніх доробків у сфері моделювання процесів антикризового фінансового управління на підприємстві. Необхідними кроками є створення єдиної бази даних показників діяльності страхових компаній та формування архіву кейсів, які б детально описували перебіг кризових явищ в реальних страхових компаніях. Зростанню точності та об'єктивності результатів застосування економіко-математичних сприятиме вдосконалення алгоритмів відбору ознак. Окрім цього, позитивний вплив на результативність моделювання процесів антикризового фінансового управління матиме використання гібридних моделей та ансамблів методів, спрямованих на підвищення точності економіко-математичних моделей та формування відкритих та простих правил прийняття рішень в кризових ситуаціях.

Основні результати дослідження цього розділу опубліковані автором у наукових працях [47; 174; 175].



## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі реалізовано новий підхід до вирішення наукового завдання вдосконалення антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях шляхом розробки комплексу економіко-математичних моделей виявлення ознак фінансової кризи, а також імітаційної моделі діяльності страховика, що дозволяє поєднати передбачення фінансової кризи, тестування заходів реагування на кризу та навчання з досвіду антикризового фінансового управління. На підставі проведеного дослідження зроблено такі висновки:

1. Фінансова криза на підприємстві є малоймовірним, неочікуваним і тривалим явищем з неочевидними причинами виникнення та невизначеним характером наслідків, яке чинить вплив на всі елементи бізнес-системи, проявляється у розбалансуванні та погіршенні фінансових показників його діяльності і вимагає швидкої реакції управлінців для уникнення банкрутства. Антикризове фінансове управління у страховій компанії є комплексною нелінійною системою управління, яка включає ряд бізнес-процесів, направлених на передбачення кризових явищ, реагування на їх виникнення та засвоєння одержаного досвіду управління, і має на меті обмеження негативного впливу фінансової кризи на діяльність страховика. Найбільшого поширення в моделюванні процесів антикризового фінансового управління в страхових компаніях набули класичні статистичні методи виявлення ознак фінансової кризи. Застосування методів штучного інтелекту та методів імітаційного моделювання в страхових компаніях є меншою мірою представленим у науковій літературі.

2. Підсумки проведеного математико-статистичного аналізу бізнес-індикаторів вибірки українських страхових компаній вказали на наявність важливих проблем, що негативно впливають на їхню фінансову стійкість, а також на невідповідність їхніх характеристик основним вимогам та припущенням класичних статистичних методів і моделей (зокрема значення бізнес-індикаторів не є нормально розподіленими, присутня мультиколінеарність).

3. Найбільш придатними для моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях визначено такі: для побудови моделей виявлення ознак фінансової кризи — метод опорних векторів, дерева рішень, логістична регресія; для побудови моделей реагування на фінансову кризу та навчання з кризи — системна динаміка.

4. У процесі побудови моделей виявлення ознак фінансової кризи використовувалися методи зважування на основі умовної кореляції та вдосконалений алгоритм відбору ознак на підставі методу мінімальної надлишковості — максимальної доречності. Класифікаційні властивості розроблених економіко-математичних моделей опорних векторів та дерев рішень значно перевершують характеристики поширених моделей та мають збалансовані рівні чутливості та специфічності, що є важливою перевагою при виявленні ознак фінансової кризи. Зокрема побудовано модель опорних векторів на основі радіально-базисної функції ядра, що має високу чутливість (96,15%) та загальну точність (89,71%) класифікації. Моделі виявлення ознак фінансової кризи на основі дерев рішень продемонстрували чутливість та точність, близькі до 100%. Розроблені логістичні моделі мають дещо гірші класифікаційні характеристики: завдяки застосуванню процедури супердискретизації вдалося досягнути рівня класифікаційної точності 92,36% та рівня чутливості 84,71%.

5. Розроблена імітаційна модель діяльності страховика включає у формалізованому вигляді більшість ключових напрямків діяльності українських компаній з ризикового страхування, а її динамічна поведінка визначається представленими зворотними зв'язками, що дозволяють виявляти причини проблемної динаміки показників діяльності компанії. Реалізація розробленої моделі на історичній звітній інформації дозволила підтвердити достатню точність відтворення моделлю поведінки ключових фінансових показників, та підтвердити можливість її використання для проведення сценарного аналізу з метою формування ефективних заходів антикризового управління та підтримки управлінських рішень в короткостроковій та довгостроковій перспективах.

6. Результати діагностування побудованих моделей на даних за наступні періоди вказали на їх прийнятні характеристики, зокрема на збереження високого рівня точності моделей. Моделі опорних векторів та дерева рішень продемонстрували незначне скорочення загальної точності, а узагальнюючі характеристики логістичних моделей суттєво погіршилися. З метою визначення найкращої з побудованих моделей відбувалося порівняння сукупного приросту чутливості та точності класифікації на даних за наступний період з мінімальними значеннями відповідних показників серед досліджуваних моделей. Найбільш придатними для використання в процесі виявлення ознак фінансової кризи в українських страхових компаніях виявилися дерева рішень (специфічність 88,54%, загальна точність 85,59%, чутливість 62,50%).

7. Застосування обраних моделей на бізнес-індикаторах тридцяти дев'яти діючих страхових компаній України за 2014 рік вказало, що більшість досліджуваних страховиків не демонструють ознак фінансової кризи. Лише за підсумками застосування логістичної регресії чотири компанії мають помірну ймовірність виникнення фінансової кризи. Результати проведення сценарного аналізу на основі налаштованої імітаційної моделі, в яку інкорпоровано обрану модель дерев рішень та логістичну регресію, вказали, що лише суттєве зростання збитковості страхових операцій може призвести до появи ознак фінансової кризи у досліджуваній страховій компанії. Розроблений користувацький інтерфейс дозволяє спростити реалізацію імітаційних експериментів у використаному програмному забезпеченні та сприяє навчанню з практики антикризового фінансового управління.

8. На основі розробленого комплексу економіко-математичних моделей окреслено напрямки вдосконалення процесів антикризового фінансового управління в українських страхових компаніях шляхом оцінки альтернативних стратегій управління, що передбачають розширення інформаційної бази, формування архіву кейсів, використання новітніх методів моделювання та відбору ознак (змінних), поєднання наявних моделей у ансамблі, побудову гібридних моделей.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Актуальные проблемы устойчивого развития : научная монография / [В. А. Акимов, Е. В. Бридун, М. Ю. Ватагин и др.]; Под общей редакцией И. В. Недина, Е. И. Сухина. — К. : О-во «Знание» Украины, 2003. — 405 с.
2. Антикризисное управление : учебник / [А. М. Букреев, В. Н. Гончаров, Н. В. Зось-Киор и др.]. — Луганск : Элтон-2, 2012. — 415 с.
3. Антикризисный менеджмент : учебное пособие / Под ред. А. Г. Грязновой. — М.: ТАНДЕМ; ЭКМОС, 1999. — 368 с.
4. Ачкасова С. А. Визначення сутності категорії «антикризове фінансове управління» / С. А. Ачкасова // Культура народів Причорномор'я. — 2008. — № 126. — С. 7–8.
5. Ачкасова С. А. Антикризове управління діяльністю страхової компанії / С. А. Ачкасова, О. Є. Максимов // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2012 — № 38. — С. 337–343.
6. Базилінська О. Я. Фінансовий аналіз: теорія та практика: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / О. Я. Базилінська. — К. : Центр Учбової літератури, 2009. — 328 с.
7. Банкрутство і санація підприємства: теорія і практика кризового управління / [Т. С. Клебанова, О. М. Бондар, О. В. Мозенков та ін.]; за ред. О. В. Мозенков. — Х. : ІНЖЕК, 2003. — 272 с.
8. Біловол Р. І. Методологічні підходи до розробки концепції антикризового управління підприємством / Р. І. Біловол // Регіональні перспективи. — 2003. — № 7-8 (32-33). — С. 60–63.
9. Біломістна І. І. Антикризове фінансове управління підприємством в сучасних умовах господарювання / І. І. Біломістна, О. М. Біломістний, М. С. Крамська // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики. — 2013. — № 1. — С. 90–96.
10. Бланк И. А. Финансовый менеджмент : Учебный курс [2-е изд., перераб. и доп.] / И. А. Бланк. — К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. — 656 с.

11. Богданова Т. К. Прогнозирование вероятности банкротства предприятий с учетом изменения финансовых показателей в динамике / Т. К. Богданова, Ю. А. Алексеева // Бизнес-информатика. — 2011. — № 1(15). — С. 50–60.
12. Бойко А. О. Теоретичні основи та практичний досвід забезпечення фінансової стійкості страхової компанії / А. О. Бойко // Економічні науки. Серія Облік і фінанси : збірник наукових праць. — 2010. — № 7(25). — Ч. 4. — С. 36–50.
13. Бондарева Г. Г. Сутність політики антикризового фінансового управління та критерії діагностики банкрутства підприємства / Г. Г. Бондарева // Зовнішня торгівля — проблеми та перспективи. — 1997. — № 1. — С. 34–39.
14. Боярова К. І. Класифікація ризиків у страхуванні і байєсівський підхід до їх аналізу / К. І. Боярова, О. Б. Лозова, П. І. Бідюк // Проблеми інформаційних технологій. — 2013. — № 3. — С. 21–32.
15. Бридун Є. В. Наближені методи розрахунку страхових тарифів в системі екологічного страхування / Є. В. Бридун // Вісник Сумського держ. ун-ту. — 2001. — № 6-7. — С. 132–139.
16. Бридун Є. В. Страхова справа: посібник для розв'язування задач [2-е вид. перероб. та доп.] / Є. В. Бридун. — К. : Видавництво НАУКМА, 2004. — 120 с.
17. Букреєв А. М. Економічний механізм антикризового управління підприємством : монографія / А. М. Букреєв, К. І. Кремер, О. Є. Дударев. — Воронеж : Наукова книга, 2007. — 232 с.
18. Василенко В. О. Антикризове управління підприємством : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. О. Василенко. — К. : Центр навч. л-ри, 2005. — 504 с.
19. Виноградская Е. А. Механизм диагностики кризисного состояния страховой компании / Е. А. Виноградская, А. О. Шукатко // Проблеми економіки. — 2013. — № 2. — С. 237–241.

20. Виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та можливого його банкрутства / [Черняк О.І., Крехівський О.В., Монаков В.О., Ящук Д.В.] // Статистика України. — 2003. — № 4. — С. 87–94.
21. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський. — К.: КНЕУ, 2003. — 408 с.
22. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємстві : монографія / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. — К. : КНЕУ, 2004. — 480 с.
23. Вьюгин В. В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования [Электронный ресурс] / В. В. Вьюгин. — М., 2013. — 387 с. — Режим доступу: <http://iitp.ru/upload/publications/6256/vyugin1.pdf>
24. Гаманкова О. О. Фінанси страхових організацій / О. О. Гаманкова. — К.: КНЕУ, 2007. — 328 с.
25. Грозава К. С. Експрес-діагностика фінансового стану страхових компаній на базі класичної дискримінантної моделі / К. С. Грозава // Університетські наукові записки. — 2008. — № 3. — С. 471–476.
26. Грозава К. С. Моделювання кризових явищ в діяльності страхових компаній України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.11 «математичні моделі, методи та інформаційні технології в економіці» / Грозава К. С. — К., 2009. — 21 с.
27. Дацюк І. В. Сутнісна характеристика кризи підприємств / І. В. Дацюк // Технологія і техніка друкарства. — 2010. — № 2. — С. 165–170.
28. Дейніс Л. М. Сутність антикризового фінансового управління підприємством / Л. М. Дейніс, В. І. Фучеджи // Вісник соціально-економічних досліджень. — 2011. — № 41(2). — С. 49–54.
29. Діагностика фінансових криз: аналіз, методи, моделі / [І. Г. Лук'яненко, В. М. Жук, О. В. Неживенко та ін.]. — К. : Аграр Медіа Груп, 2011. — 197 с.
30. Донець О. С. Економіко-математичне моделювання ризику банкрутства страхової компанії / О. С. Донець, Т. М. Донець, А. І. Шабля //

Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : Економічна. — 2014. — № 4. — С. 264–270.

31. Камінський А. Б. Моделювання фінансових ризиків / А. Б. Камінський. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. — 304 с.

32. Кизим Н. А. Оценка и прогнозирование неплатежеспособности предприятия / Н. А. Кизим, И. С. Благун, Ю. С. Копчак. — Х. : ИНЖЕК, 2004. — 143 с.

33. Кизим М. О. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства / М. О. Кизим. — Х. : ВД «ИНЖЕК», 2003. — 236 с.

34. Клебанова Т. С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством : Монографія / Т. С. Клебанова, О. В. Панасенко, Л. О. Чаговец. — Х. : ВД «ИНЖЕК», 2011. — 240 с.

35. Клепікова О. А. Моделі системної динаміки в управлінні страховими компаніями : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.11 «математичні моделі, методи та інформаційні технології в економіці» / О. А. Клепікова. — Хмельницький, 2012. — 20 с.

36. Клепікова О. А. Прогнозування головних показників страхової компанії за методом системної динаміки / О. А. Клепікова // Праці Одеського політехнічного університету. — 2011. — № 3(37). — С. 74–79.

37. Клепікова О. А. Розробка моделей оцінки економічної спроможності страхової компанії з використанням сучасних технологій імітаційного моделювання / О. А. Клепікова // Вісник соціально-економічних досліджень. — 2013. — № 2(49). — С. 32–39.

38. Ковалёв В. В. Финансовый менеджмент: теория и практика [2-е изд., перераб. и доп.] / В. В. Ковалёв. — М. : ТК Велби, Проспект, 2007. — 1024 с.

39. Козьменко О. В. Рейтингування страхових компаній і розрахунок страхових тарифів на базі використання економіко-математичних методів : монографія / О. В. Козьменко. — Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2008. — 95 с.

40. Коломицева А. О. Моделювання в управлінні розвитком соціально-економічних систем : монографія у 2 томах / А. О. Коломицева, О. О. Тарасова, О. С. Донець. — Донецьк, ДонУЕП, 2013. — 575 с.

41. Коломицева А. О. Удосконалення обліково-аналітичного забезпечення управління діяльністю суб'єктів господарювання : монографія / А. О. Коломицева, О. О. Тарасова; за ред. д.е.н., проф. Білопольського М. Г. — Д. : Східний видавничий дім, 2012. — 372 с.

42. Кудлаєнко С. В. Особливості прояву кризових явищ на вітчизняних підприємствах / С. В. Кудлаєнко // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. — 2009. — № 6. — Т. 1. — С. 83–86.

43. Литвин А. В. Аналіз проблем застосування ймовірнісних методів прогнозування фінансової кризи на підприємстві / А. В. Литвин // Економіка та управління підприємствами, регіонами і країнами в умовах ризиків : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Чернігів, 27-28 листопада 2014 р. / Нац. гірн. Університет. — Дніпропетровськ. : НГУ, 2014. — С. 143–146.

44. Литвин А. В. Аналіз проблеми трактування антикризового управління / А. В. Литвин // Формування та ефективність використання фінансових ресурсів в економічній діяльності : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Чернігів, 11-12 квітня 2014 р. / Чернігівський національний університет. — Чернігів : видавничий дім «Гельветика», 2014. — С. 39–41.

45. Литвин А. В. Побудова моделей прогнозування банкрутства страхових компаній України в післякризовий період / А. В. Литвин // Економічний аналіз : зб. наук. праць. — 2013. — Т. 14. — № 1. — С. 282–300.

46. Литвин А. В. Порівняння підходів до оцінки фінансової стійкості страхових компаній / А. В. Литвин // Наукові записки НаУКМА. — 2013. — Т. 146 : Економічні науки. — С. 68–73.

47. Литвин А. В. Розробка дерев рішень для прогнозування фінансової кризи в страхових компаніях України / А. В. Литвин // Наукові записки НаУКМА. — 2015. — Т. 172 : Економічні науки. — С. 59–64.



48. Лігоненко Л. О. Антикризове управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій : монографія / Л. О. Лігоненко. — К. : КНТЕУ, 2004. — 580 с.
49. Лук'яненко І. Г. Математичні методи тестування кризового стану в діяльності страхових компаній / І. Г. Лук'яненко, К. С. Грозава // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр. — 2009. — № 63(2). — С. 153–165.
50. Лук'яненко І. Г. Методи стрес-тестування фінансової стійкості підприємств України / І. Г. Лук'яненко // Науковий журнал «БізнесІнформ». — 2013. — № 11(430). — С. 57–65.
51. Лук'яненко І. Г. Оцінка ймовірності настання кризових явищ в фінансовому секторі України / Лук'яненко І. Г. // Науковий журнал «Бізнес Інформ». — 2011. — № 5(2). — С. 50–54.
52. Мартюшева Л. С. Формування фінансового механізму антикризового управління підприємством / Л. С. Мартюшева, А. Б. Коренева // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2009. — № 28. — С. 178–182.
53. Матвійчук А. В. Нечіткі, нейромережеві та дискримінантні моделі діагностування можливості банкрутства підприємств / А. В. Матвійчук // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. — 2013. — № 2. — С. 71–118.
54. Матвійчук А. В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорії нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу / А. В. Матвійчук // Вісник НАН України. — 2010. — № 9. — С. 24–29.
55. Моделирование и информационные технологии в исследовании социально-экономических систем: теория и практика / Под ред. докт. экон. наук., проф. В. С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т. С. Клебановой. — Бердянск : ФЛ-П Ткачук А.В., 2014. — 604 с.
56. Негрей М. В. Актуарна математика : навчально-методичний посібник / М. В. Негрей. — Львів, ЛНУ ім. І. Франка, 2013. — 208 с.
57. Негрей М. В. Оптимальне управління кредитними ризиками комерційного банку / З. Б. Артим-Дрогомирецька, Л. М. Зомчак, М. В. Негрей //

Формування ринкової економіки в Україні. Наук. зб. — 2011. — № 24. — С.61–66.

58. Негрей М. В. Оптимізація управління діяльністю страхових компаній / О. І. Муравська, М. В. Негрей // Вісник Хмельницького національного університету. Серія економічна. — 2011. — № 3, Т. 1. — С. 90–93.

59. Ольховська О. Л. Моделювання фінансового стану страхової компанії із застосування апарату нечіткої логіки / О. Л. Ольховська // Нейро-нечіткі технології в економіці. — 2013. — № 2. — С. 119–134.

60. Опарін. В. М. Фінанси (Загальна теорія) : навч. посібник [2-ге вид., доп. і перероб.] / В. М. Опарін. — К. : КНЕУ, 2002. — 240 с.

61. Основи актуарних розрахунків : навчально-методичний посібник / За ред. чл. українського товариства актуаріїв І. О. Ковтуна. — К.: Алерта, 2004. — 328 с.

62. Пікус Р. В. Досвід інвестиційної діяльності зарубіжних страхових компаній / Р. В. Пікус, Д. С. Нестерова // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка. — 2014. — № 156. — С. 6–11.

63. Пікус Р. В. Роль непропорційного перестраховання у забезпеченні фінансової стійкості страховика / Р. В. Пікус // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка. — 2008. — № 105. — С. 24–29.

64. Плиса В. Й. Антикризове управління діяльністю страховика / В. Й. Плиса, З. П. Плиса // Науковий вісник НЛТУ України. — 2010. — № 20.3. — С. 221–226.

65. Прикладные аспекты моделирования социально-экономических систем / Под ред. докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т. С. Клебановой. — Бердянск : Издатель Ткачук А. В., 2015. — 512 с.

66. Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом : Закон України від 06.06.2015 № 2343-12 [Електронний ресурс] //

Верховна Рада України. — Режим доступу :  
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2343-12/print1445182800753978>

67. Про страхування : Закон України від 01.04.2015 № 85/96-вр [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. — Режим доступу :  
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/85/96-%D0%B2%D1%80/print1445182800753978>

68. Салахиева М. Ф. Разработка моделей диагностики и прогнозирования вероятности банкротства предприятия / М. Ф. Салахиева, Л. Ю. Николаева // Аудит и финансовый анализ. — 2012. — № 3. — С. 178–186.

69. Семіколенова С. В. Проблеми моделювання в стратегічному управлінні / С. В. Семіколенова // Наукові записки НаУКМА. — 2004. — Т. 30 : Економічні науки. — С. 82–85.

70. Соколовська З. М. Імітаційне моделювання бізнес-процесів складних економічних систем / З. М. Соколовська // Праці Одеського політехнічного університету. — 2011. — № 3(37). — С. 135–141.

71. Супрун А. А. Методологія дослідження кризових явищ у страховій сфері / А. А. Супрун, Т. О. Петрішина // Наукові записки Національного університету «Острозька академія», Сер. : Економіка. — 2012. — №. 20. — С. 213–217.

72. Супрун А. А. Організація фінансового менеджменту страхових компаній в умовах економічної нестабільності / А. А. Супрун // Фінанси, облік і аудит : зб. наук. праць. — 2010. — № 16. — С. 152–159.

73. Супрун А. А. Теоретичні аспекти проведення реорганізації страхових компаній в якості інструменту антикризового управління / А. А. Супрун // Формування ринкової економіки : Збірник наукових праць. — 2012. — С. 278–285.

74. Терещенко О. О. Антикризове фінансове управління на підприємстві : монографія / О. О. Терещенко. — К. : КНЕУ, 2004. — 268 с.

75. Терещенко О. О. Фінансова санація та банкрутство підприємств : навч. посібник / О. О. Терещенко — К. : КНЕУ, 2000. — 412 с.

76. Ткаченко А. М. Концептуальні підходи до антикризового управління в сучасних умовах господарювання : монографія / А. М. Ткаченко, О. В. Коваленко, О. П. Єлець. — Запоріжжя: Запоріж. держ. інж. Акад. — 2010. — 355 с.
77. Холод З. М. Методологічні аспекти антикризового управління / З. М. Холод, А. М. Штангрет // Економіка промисловості. — 2002. — № 2. — С. 23–26.
78. Черняк О. І. Оцінка ймовірності банкрутства страхових компаній методом послідовних наближень у марковському середовищі / О. І. Черняк, В. В. Шпирко, Д. О. Щур // Вісник Львівської державної фінансової академії. Економічні науки. — 2006. — № 10. — С. 358–365.
79. Шарапов О. Д. Оцінювання можливості банкрутства на основі індикаторів фінансового стану компаній з використання нейронних мереж зустрічного розповсюдження / О. Д. Шарапов, Д. Б. Кайданович // Нейро-нечіткі технології в моделювання в економіці. — 2012. — №1. — С. 207–227.
80. Шулаєва Ю. Е. Підходи к антикризисному управленію страховой компанией / Ю. Е. Шулаєва, А. В. Шепелева // Збірник наукових праць ДонДУУ. Серія «Економіка». — 2013. — № 13(259). — С. 354–360.
81. Ящук Д. В. Застосування бінарних дерев рішень для побудови моделей прогнозування стану платоспроможності українських підприємств / Д. В. Ящук // Формування ринкової економіки в Україні. — 2008. — № 18. — С. 228–233.
82. A case-based reasoning model that uses preference theory functions for credit scoring / [S. Vukovic, B. Delibasic, A. Uzelac, M. Suknovic] // Expert Systems with Applications. — 2012. — № 39. — P. 8389–8395.
83. Accountability in Financial Reporting: Detecting Fraudulent Firms / [H. Dalnial, A. Kamaluddin, Z. Sanusi, K. Khairuddin] // Procedia — Social and Behavioral Sciences. — 2014. — № 145. — P. 61–69.

84. Ahn H. Bankruptcy prediction modeling with hybrid case-based and genetic algorithms approach / H. Ahn, K. Kim // *Applied Soft Computing*. — 2009. — № 9(2). — P. 599–607.
85. Altman E. Failure prediction: Evidence from Korea / E. Altman, Y. Eom, D. Kim // *Journal of International Financial Management and Accounting*. — 1995. — № 6(3). — P. 230–249.
86. Altman E. Financial applications of discriminant analysis: A clarification / E. Altman, R. Eisenbeis // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. — 1978. — P. 185–195.
87. Altman E. Financial crisis: institutions and markets in a fragile environment / E. Altman, A. Sametz. — New York : John Wiley, 1977. — Business failure prediction: an empirical analysis / Deakin E. — P. 72–98.
88. Altman E. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy / E. Altman // *The Journal of Finance*. — 1968. — № 23(4). — P. 589–609.
89. Altman E. The Success of Business Failure Prediction Models: An International Survey / E. Altman // *The Journal of Banking & Finance*. — 1984. — № 8. — P. 171–198.
90. Altman E. ZetaTM Analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations / E. Altman, R. Haldeman, P. Narayanan // *Journal of Banking and Finance*. — 1977. — № 1. — P. 29–54.
91. Altman E. Modeling Credit Risk for SMEs: Evidence from the US Market [Electronic resource] / E. Altman, G. Sabato. — 2005. — 48 p. — Available at: <http://ssrn.com/abstract=872336>.
92. Ambrose J. Best's ratings, financial ratios and prior probabilities in insolvency prediction / J. Ambrose, J. Seward // *The Journal of Risk and Insurance*. — 1988. — № 55(2). — P. 229–244.
93. Ambroz K. Using a system dynamics approach for identifying and removing management model inadequacy / K. Ambroz, A. Derencin // *Kybernetes*. — № 39(9/10). — 2010. — P. 1583–1614.

94. Andriole S. *Corporate Crisis Management* / S. Andriole. — Princeton, NJ: Petrocelli Books, 1985. — 316 p.
95. Antonacopoulou E. *Learning in Crisis: Rethinking the Relationship between Organizational Learning and Crisis Management* / E. Antonacopoulou, Z. Shaeffer // *Journal of Management Inquiry*. — 2014. — № 23(1). — P. 5–21.
96. *Application of Classification Techniques in Business, Banking and Finance*. [E. Altman, R. Avery, R. Eisenbeis and others]. — *Journal of Money, Credit and Banking*. — 1983. — № 15(4). — P. 532–535.
97. Bäck T. *An overview of evolutionary algorithms for parameter optimization* / T. Bäck, H.-P. Schwefel // *Journal of Evolutionary Computation*. — 1993. — № 1(1). — P. 1–23.
98. Balcaen S. *35 years of studies on business failure: an overview of the classic statistical methodologies and their related problems* / S. Balcaen, H. Ooghe // *The British Accounting Review*. — 2006. — № 38(1). — P. 63–93.
99. Bandyopadhyay A. *Predicting probability of default of Indian corporate bonds: logistic and Z-score model approaches* / A. Bandyopadhyay // *The Journal of Risk Finance*. — 2006. — № 7(3). — P. 255–272.
100. Barnes P. *The Analysis and Use of Financial Ratios: A Review Article* / P. Barnes // *The Journal of Business Finance & Accounting*. — 1987. — № 14. — P. 449–461.
101. Barton L. *Crisis in Organizations: Managing Communications in the Heat of Chaos* / L. Barton. — Cincinnati, Ohio: South-Western Publishing Co., 1993. — 304 p.
102. Beaver W. *Financial Ratios As Predictors of Failure* / W. Beaver // *Journal of Accounting Research*. — 1966. — № 4. — P. 71–111.
103. Black J. *A Dictionary of Economics* [4th ed.] / J. Black, N. Hashimzade, G. Myles. — New York : Oxford University Press, 2012. — 544 p.
104. Blum M. *Failing Company Discriminant Analysis* / M. Blum // *The Journal of Accounting Research*. — 1974. — № 12. — P. 1–25.

105. Boodman D. Managing Business Risk / D. Boodman // *Interfaces*. — 1987. — № 17(2). — P. 91–96.
106. Bose I. Deciding the financial health of dot-coms using rough sets / I. Bose // *Journal of Information and Management*. — 2006. — № 43(7). — P. 835–846.
107. Bryant S. A case-based reasoning approach to bankruptcy prediction modeling / S. Bryant // *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*. — 1997. — № 6(3). — P. 195–214.
108. Burges C. A tutorial on support vector machines for pattern recognition / C. Burges // *Data Mining and Knowledge Discovery*. — 1998. — №2. — P. 121–167.
109. Buscema P. Artificial Neural Networks: An Overview and their use in the Analysis of the AMPHORA-3 Dataset / P. Buscema, G. Massini, G. Maurelli // *Substance Use and Misuse*. — 2014. — № 49. — P. 1555–1568.
110. Business failure prediction using rough sets / [A. Dimitras, R. Slowinski, R. Susmaga, C. Zopounidis] // *European Journal of Operational Research*. — 1999. — № 114. — P. 263–280.
111. Cao Y. An Agent-based Simulation Model of Enterprises Financial Distress for the Enterprise of Different Life Cycle Stage / Y. Cao, X. Chen // *Simulation Modelling Practice and Theory*. — 2012. — № 20. — P. 70–88.
112. Chen M.-Y. Predicting corporate financial distress based on intergration of decision tree classification and logistic regression / M.-Y. Chen // *Expert systems with applications*. — 2011. — № 38. — P. 11261-11272.
113. Chen Y. Financial Distress Prediction for Chinese Listed Manufacturing Companies / Y. Chen, I. Zhang, L. Zhang // *Procedia Computer Science*. — 2013. — № 17. — P. 678–686.
114. Classification and Regression Trees / [L. Breitman, J. Friedman, R. Olshen, C. Stone]. — Belmont, CA : Wadsworth, 1984. — 368 p.
115. Coleman L. The Frequency and Cost of Corporate Crises / L. Coleman // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2004. — № 12. — P. 2–13.
116. Comfort L. Managing Disaster: Strategies and Policy Perspectives / L. Comfort (ed.). — Durham, NC: Duke University Press, 1988. — Chapter 1 :

Designing Policy for Action: The Emergency Management System / L. Comfort. — P. 3–21.

117. Coombs T. Ongoing Crisis Communication: Planning, Managing, and Reporting / T. Coombs. — Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1999. — 224 p.

118. Cortes C. Support-Vector Networks / C. Cortes, V. Vapnik // Machine Learning. — 1995. — № 20. — P. 273–297.

119. Credit rating prediction using Ant Colony Optimization / [D. Martens, T. Van Gestel, M. Backer and others] // Journal of the Operational Research Society. — 2010. — № 61. — P. 561–573.

120. Das H. Impact of Crisis Situations on Organizational Decision-Making / H. Das // Indian Journal of Industrial Relations. — 1980. — № 16(2). — P. 181–193.

121. Distressed Firm and Bankruptcy prediction in an international context: a review and empirical analysis of Altman's Z-score model [Electronic resource] / [E. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E. Laitinen, A. Suvas]. — 2014. — 48 p. — Available at: <http://people.stern.nyu.edu/ealtman/IRMC2014ZMODELpaper1.pdf>.

122. Doumpos M. A multicriteria discrimination method for the prediction of financial distress: the case of Greece / M. Doumpos, C. Zopoudinis // Multinational Finance Journal. — 1999. — № 3(2). — P. 71–101.

123. Edmister R. An empirical test of financial ratio analysis for small business failure prediction / R. Edmister // Journal of Financial and Quantitative Analysis. — 1972. — № 7. — P. 1477–1493.

124. Eisenbeis R. Pitfalls in the application of discriminant analysis in business / R. Eisenbeis // Journal of Finance. — 1977. — № 32(3). — P. 875–900.

125. Elliot D. Business Continuity Management: Time for A Strategic Role? / D. Elliot, E. Schwartz, B. Herbane // Long Range Planning. — 2004. — № 37(5). — p. 435-457.

126. Elsubbaugh S. Preparation for Crisis Management: A Proposed Model and Empirical Evidence / S. Elsubbaugh, R. Fildes, V. Rose // Journal of Contingencies and Crisis Management. — 2004. — № 12(3). — P. 112–127.



127. Ezzamel M. The distributional properties of financial ratios in UK Manufacturing companies / M. Ezzamel, C. Mar-Molinero // *Journal of Business Finance and Accounting*. — 1990. — № 17(1). — P. 1–29.

128. Fawcett T. An introduction to ROC analysis / T. Fawcett // *Pattern recognition letters*. — 2006. — № 27(8). — P. 861–874.

129. Fishman D. Valujet Flight 592: Crisis Communication Theory Blended and Extended / D. Fishman // *Communication Quarterly*. — 1999. — № 47(4). — P. 345–375.

130. Florez-Lopez R. Modeling of insurer's rating determinants. An application of machine learning techniques and statistical models / R. Florez-Lopez // *European Journal of Operational Research*. — 2007. — № 183. — P. 1488–1512.

131. Forrester J. *Industrial Dynamics* / J. Forrester. — Cambridge, MA : The M.I.T. Press, 1961. — 484 p.

132. Frydman H. Introducing Recursive Partition for Financial Classification: The Case of Financial Distress / H. Frydman, E. Altman, D. Kao // *The Journal of Finance*. — 1985. — № XL(1). — P. 269–291.

133. Genetic programming for the prediction of insolvency in non-life insurance companies / [S. Salcedo-Sanz, J.-L. Fernandez-Villacanaz, M. Segovia-Vargas, C. Bousoño-Calzon] // *Computers & Operations Research*. — 2005. — № 32(4). — P. 749–765.

134. Gepp A. Business failure prediction using decision trees / A. Gepp, K. Kumar, K. Bhattacharya // *Journal of Forecasting*. — 2010. — № 29(6). — P. 535–555.

135. Gujarati D. *Basic Econometrics* / D. Gujarati. — McGraw Hill, 2003. — 1002 p.

136. Gupta U. Multievent Crisis management using noncooperative multistep games / U. Gupta, N. Ranganathan // *IEEE Transactions on Computers*. — 2007. — № 56(5). — P. 577–589.

137. Hand D. Marginal classifier improvement and reality [Electronic resource] / D. Hand. — Paper presented at the Symposium on Data Mining, Ghent University

(Belgium), May 2004. — 50 p. — Available at:  
<http://www.cvstat.ugent.be/symposia/DataMining/SlidesDHand.pdf>.

138. Hart P. New Trends in Crisis Management and Crisis Management Research: Setting the Agenda / P. Hart, L. Heyse, A. Boin // *The Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2001. — № 9(4). — P. 70–88.

139. Hastie T. *The Elements of Statistical Learning : Data Mining, Inference, and Prediction* [2nd edition] / T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. — Springer, 2009. — 745 p.

140. Hendel I. Competition under Financial Distress / I. Hendel // *The Journal of Industrial Economics*. — 1996. — № 44(3). — P. 309–316.

141. Herbane B. Exploring Crisis Management in UK Small- and Medium-Sized Enterprises / B. Herbane // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2013. — № 21(2). — P. 82–95.

142. Herman C. *International Crises: Insights from Behavioral Research* / C. Hermann (ed.). — New York: Free Press, 1972. — *Some Issues in the Study of International Crisis* / C. Hermann. — P. 3–17.

143. Hermann C. *International Crises: Insights From Behavioural Research* / C. Hermann (ed.). — New York: The Free Press, 1972. — *Crisis: An Appraisal of Concepts and Theories* / J. Robinson. — P. 20–35.

144. Holland J. Genetic Algorithms / J. Holland // *Scientific American*. — 1992. — № 267(1). — P. 66–72.

145. Hornik K. Multilayer feedforward networks are universal approximators / K. Hornik, M. Stichcombe, H. White // *Neural Networks*. — 1989. — № 2. — P. 359–366.

146. Hsu C.-W. *A practical Guide to Support Vector Classification* [Electronic resource] / C.-W. Hsu, C.-C. Chang, C.-J. Lin. — National Taiwan University, 2010. — 16 p. — Available at:  
<https://www.cs.sfu.ca/people/Faculty/teaching/726/spring11/svmguide.pdf>

147. Hybrid and ensemble-based soft computing techniques in bankruptcy prediction: a survey / [A. Verikas, Z. Kalsyte, M. Bacauskiene, A. Gelzinis] // *Soft*

Computing — A fusion of Foundations, Methodologies and Applications. — 2010. — № 14. — P. 995–1010.

148. Insolvency prediction model using artificial neural network for Malaysian general insurers / [N. Chiet, S. Jaaman, N. Ismail, S. Shamsuddin] // Proceedings of IEEE World congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC), Coimbatore, India. — 2009. — P. 584–589.

149. International handbook of organizational crisis management / C. Pearson, C. Roux-Dufort, J. Clair (eds.). — Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2007. — A passion for imperfections: Revisiting crisis management. / C. Roux-Dufort. — P. 221–253.

150. Jacques T. Reshaping crisis management: the challenge for organizational design / T. Jacques // Organizational Development Journal. — 2010. — № 28(1). — P. 9–17.

151. Jo H. Bankruptcy prediction using case-based reasoning, neural networks, and discriminant analysis / H. Jo, U. Han, H. Kee // Expert Systems With Application. — 1997. — № 13(2). — P. 97–108.

152. Joy O. On the financial applications of discriminant analysis / O. Joy, J. Tollefson // Journal of Financial and Quantitative Analysis. — 1975. — № 10(5). — P. 723–739.

153. Keasey K. Non-financial symptoms and the prediction of small company failure: a test of Argenti's hypotheses / K. Keasey, R. Watson // Journal of Business Finance & Accounting. — 1987. — № 14(3). — P. 335–354.

154. Keller R. Unternehmenssanierung - Außergerichtliche Sanierung und gerichtliche Sanierung: Beratungs- und Gestaltungsschwerpunkte unter Berücksichtigung der Insolvenzrechtsreform / R. Keller. — Berlin: Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, 1999. — 271 S.

155. Kim E. A Mean-Variance Theory of Optimal Capital Structure and Corporate Debt Capacity / E. Kim // The Journal of Finance. — 1978. — № 33. — P. 45–63.

156. Klebanova, T. S. Instrumental tools of modeling of managing system the commercial bank's economic security / T. S. Klebanova, O. A. Sergienko, O. S. Sagaydachnay // *Bulletin of Ukrainian Academy of Banking*. — 2012. — № 1. — P. 51–58.

157. Kleffner A. An examination of property & casualty insurer solvency in Canada / A. Kleffner, R. Lee // *Journal of Insurance Issues*. — 2009. — № 32(1). — P. 52–77.

158. Kleiboer M. Simulation methodology for crisis management support / M. Kleiboer // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 1997. — № 5(4). — P. 198–208.

159. Korol T. Early warning models against bankruptcy risk for Central European and Latin American enterprises / T. Korol // *Economic Modelling*. — 2013. — № 31. — P. 22–30.

160. Kotsianis S. Decision trees: a recent overview / S. Kotsianis // *Artificial Intelligence Review*. — 2013. — № 39. — P. 261–283.

161. Kramer B. A neural network model for the evaluation of Dutch non-life insurance companies [Electronic resource] / B. Kramer // *Proceedings of Second New Zealand International Two-Stream Conference on Artificial Neural Networks and Expert systems*, 1995. — P. [1-27]. — Available at: <http://www.rug.nl/research/portal/files/3279554/95A20.pdf>

162. Krzanowski W. Principles of Multivariate analysis: a user's perspective (Oxford statistical science series) / W. Krzanowski. — Oxford University Press, 2000. — 608 p.

163. Lachenbruch P. Discriminant Analysis / P. Lachenbruch. — New York: Hafner Press, 1975. — 128 p.

164. Laitinen E. Financial predictors for different phases of the failure process / E. Laitinen // *Omega International Journal of Management Science*. — 1993. — № 21(2). — P. 215–228.

165. Learning before the storm: modelling multiple stakeholder activities in support of crisis management, a practical case / [J. Hernantes, E. Rich, A. Laugee and

others] // *Technological forecasting & social change*. — 2013. — № 80. — P. 1742–1755.

166. Lee S. Analysis and prediction of insolvency in the property-liability insurance industry: a comparison of logit and hazard models / S. Lee, J. Urrutia // *The Journal of Risk and Insurance*. — 2006. — № 63(1). — P. 121–130.

167. Leek J. *The Elements of Data Analytic Style* / J. Leek. — Amazon Digital Services, Inc., 2015. — 75 p.

168. Lerbinger O. *The Crisis Manager: Facing, Disasters, Conflicts, and Failures* / O. Lerbinger. — New York : Routledge, 2012. — 400 p.

169. Leshno M. Neural network prediction analysis: The bankruptcy case / M. Leshno, Y. Spector // *Neurocomputing*. — 1996. — № 10. — P. 125–147.

170. Li H. Ranking-order case-based reasoning for financial distress prediction / H. Li, J. Sun // *Knowledge-based systems*. — 2008. — № 21(8). — P. 868–878.

171. Li R. Mining classification rules using rough sets and neural networks / R. Li, Z. Wang // *European Journal of Operational Research*. — 2004. — № 157. — P. 439–448.

172. Lin W.-Y. Machine learning in Financial Crisis prediction: a survey / W.-Y. Lin, Y.-H. Hu, C.-F. Tsai // *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics, Part C: Applications and reviews*. — 2012. — № 42(4). — P. 421–436.

173. Lytvyn A. A review of approaches to understanding corporate crisis / A. Lytvyn // *Магістеріум*. — 2014. — Т. 56 : Економічні студії. — С. 70–73.

174. Lytvyn A. A System dynamics approach to modelling business activities of Ukrainian general insurers [Electronic resource] / A. Lytvyn, P. Dadashova // *Reinventing Life on a Shrinking Earth : Proceedings of the 33rd International Conference of the System Dynamics Society, Cambridge, USA., 19-23 July, 2015*. — P. 1-28. — Available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/2015/proceed/index.html>.

175. Lytvyn A. Applying support vector machines to financial crisis forecasting in Ukrainian insurance companies / A. Lytvyn // *Actual Problems of Economics*. — 2015. — № 5(167). — P. 481–492.

176. Lytvyn A. Comparison of Approaches to defining corporate financial distress / A. Lytvyn // *Форми і методи державного регулювання національних економік* : Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 23-24 серпня 2013 р. — К. : Громадська організація «Київський економічний науковий центр», 2013. — С. 8–12.

177. Lytvyn A. Discussion on the applicability of crisis classifications in enterprise crisis management / A. Lytvyn // *Фінансово-економічний збалансований розвиток України: проблеми та шляхи їх подолання* : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпропетровськ 12-13 вересня 2014 р. — Національний гірничий університет. — Д. : видавничий дім «Гельветика», 2014. — С. 44–46.

178. Lytvyn A. The problem of defining enterprise crisis management / A. Lytvyn // *Наукові записки НаУКМА*. — 2014. — Т. 159 : Економічні науки. — С. 48–52.

179. Martens D. Decompositional Rule Extraction from Support Vector Machines by Active Learning / D. Martens, B. Baesens, T. Van Gestel // *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. — 2009. — № 2(21). — P. 178–191.

180. McConnell A. Mission Impossible? Planning and Preparing for Crisis / A. McConnell, L. Drennan // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2006. — № 14(2). — P. 59–70.

181. McKee T. Developing a bankruptcy prediction model via rough sets theory / T. McKee // *Intelligent systems in accounting, Finance and management*. — 2000. — № 9(3). — P. 159–173.

182. McKee T. Predicting Bankruptcy Using Recursive Partitioning and a Realistically Proportioned Data Set / T. McKee, M. Greenstein // *Journal of Forecasting*. — 2000. — № 19. — P. 219–230.

183. McKenzie D. Classification by Similarity: An overview of statistical methods of case-based reasoning / D. McKenzie, R. Forsyth // *Computers in Human Behavior*. — 1995. — № 11(2). — P. 273–288.

184. McLeay S. The sensitivity of prediction models to the non-normality of bounded and unbounded financial ratios / S. McLeay, A. Omar // *British Accounting Review*. — 2000. — № 32. — P. 213–230.

185. Melse E. The Financial Accounting Model from a System Dynamics' Perspective [Electronic resource] / E. Melse. — MPRA Paper, 2006. — 27 p. — Available at: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/7624>.

186. Min J. Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters / J. Min, Y.-C. Lee // *Expert Systems with Applications*. — 2005. — № 28. — P. 603–614.

187. Mitroff I. Effective Crisis Management / I. Mitroff, P. Shrivastava, F. Udwadia // *The Academy of Management Executive*. — 1987. — №1 (4). — P. 283–292.

188. Moses D. On developing models for failure prediction / D. Moses, S. Liao // *Journal of Commercial Bank Lending*. — 1987. — № 69. — P. 27–38.

189. Mosionek-Schweda M. The use of discriminant analysis to predict the bankruptcy of companies listed on the NewConnect market / M. Mosionek-Schweda // *Equilibrium*. — 2014. — № 9(3). — P. 87–105.

190. Müller R. Corporate Crisis Management / R. Müller // *Long Range Planning*. 1985. — № 18(5). — P. 38–48.

191. Nunamaker J. Organizational Crisis Management Systems: Planning for Intelligent Action / J. Nunamaker, Jr., E. Sue Weber, M. Chen // *Journal of Management Information System*. — 1989. — № 5(4). — p. 7–32.

192. Odom M. A neural network model for bankruptcy prediction / M. Odom, R. Sharda // *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*. — 1990. — № II. — P. 163–168.

193. Ohlson J. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy / J. Ohlson // *Journal of Accounting Research*. — 1980. — № 18(1). — P. 109–131.

194. Ooghe H. Predicting business failure on the basis of accounting data: The Belgian experience / H. Ooghe, E. Verbaere // *The International Journal of Accounting*. — 1985. — № 9(2). — P. 19–44.

195. Paraskevas A. Crisis management or crisis response system? A complexity science approach to organizational crises / A. Paraskevas // *Management Decision*. — 2006. — № 44(7). — P. 892–907.

196. Pauchant T. Transforming the Crisis-Prone Organization: Preventing Individual, Organizational, and Environmental Tragedies / T. Pauchant, I. Mitroff. — San Francisco: Jossey-Bass, 1992. — 227 p.

197. Pawlak Z. Rough Sets / Z. Pawlak // *International Journal of Information and Computer Science*. — 1984. — № 20. — P. 469–483.

198. Pearson C. From Crisis Prone to Crisis Prepared: A Framework for Crisis Management / C. Pearson, I. Mitroff // *Academy of Management Executive*. — 1993. — № 7(1). — P. 48–59.

199. Pearson C. Reframing Crisis Management / C. Pearson, J. Clair // *The Academy of Management Review*. — 1998. — № 23(1). — P. 59–76.

200. Peng H. Feature selection based on mutual information : criteria of max-dependency, max-relevance, and min-redundancy / H. Peng, F. Long, C. Ding // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. — 2005. — № 27(8). — P. 1126–1238.

201. Perner P. Case-based reasoning and the statistical challenges / P. Perner // *Quality and Reliability Engineering International*. — 2008. — № 24. — P. 705–720.

202. Peter O. A system dynamics model as a decision aid in evaluating and communicating complex market entry strategies / O. Peter // *Journal of Business Research*. — 2008. — № 61(11). — P. 1173–1181.

203. Pindalo J. Estimating Financial Distress Likelihood / J. Pindalo, L. Rodrigues, C. de la Torre // *Journal of Business Research*. — 2008. — № 61. — P. 995–1003.

204. Platt H. Development of a class of stable predictive variables: the case of bankruptcy prediction / H. Platt, M. Platt // *Journal of Business Finance & Accounting*. — 1990. — № 17(1). — P. 31–51.

205. Power M. Preparing for Financial Surprise / M. Power // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2011. — № 19(1). — P. 28–31.



206. Predicting financial distress and corporate failure: A review from the state-of-the-art definitions, modeling, sampling, and featuring approaches / [J. Sun, H. Li, Q.-H. Huang, K.-Y. He] // Knowledge-Based Systems. — 2014. — № 57. — P. 41–56.

207. Pruyt E. Using small models for big issues: Exploratory System Dynamics Modelling and Analysis for insightful crisis management [Electronic resource] / E. Pruyt // Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society, Seoul, Korea, 25-29 July 2010. — 30 p. — Available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/2013/proceed/papers/P1108.pdf>.

208. Quanjel M. CRISISLAB: Evaluation and Improvement of crisis management through simulation/gaming / M. Quanjel, A. Willems, A. Tallen // Simulation and gaming. — 1998. — № 29(4). — P. 450–455.

209. Rafiei F. Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis: Iranian evidence / F. Rafiei, S. Manzari, S. Bostanian // Expert systems with applications: an international journal. — 2011. — № 38(8). — P. 10210–10217.

210. Randers J. Elements of the System Dynamics Methods / J. Randers (ed.). — Portland : Productivity Press, 1980. — The unavoidable a priori [Electronic resource] / D. Meadows. — [P. 161–240]. — Available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/1976/proceed/meado161.pdf>.

211. Rezvan M. Case-based reasoning for classification in the mixed data sets employing the compound distance methods / M. Rezvan, A. Hamadani, A. Shalbafzadeh // Engineering Applications of Artificial Intelligence. — 2013. — № 26. — P. 2001–2009.

212. Robert B. A New Approach to Crisis Management / B. Robert, C. Lajtha // Journal of Contingencies and Crisis Management. — 2002. — № 10(4). — P. 181–191.

213. Rosenthal U. Crisis Management and Decision Making: Simulation Oriented Scenarios / U. Rosenthal, B. Pijnenburg. — Boston: Kluwer Academic Publishers, 1991. — 159 p.

214. Rosenthal U. Globalizing an Agenda for Contingencies and Crisis Management: An Editorial Statement / U. Rosenthal, A. Kouzmin // The Journal of Contingencies and Crisis Management. — 1993. — № 1(1). — p. 1–12.

215. Schowe B. Feature Selection for high-dimensional data with RapidMiner [Electronic resource] / B. Showe. — Technical University of Dortmund. — 15 p. — Available at: [http://www-ai.cs.uni-dortmund.de/PublicPublicationFiles/schowe\\_2011a.pdf](http://www-ai.cs.uni-dortmund.de/PublicPublicationFiles/schowe_2011a.pdf).

216. Segovia-Vargas M. Prediction of insolvency in non-life insurance companies using support vector machines, genetic algorithms and simulated annealing / M. Segovia-Vargas, S. Salcedo-Sans, C. Bousoño-Calzon // Fuzzy Economics Review. — 2004. — № 9(1). — P. 79–94.

217. Serrano-Cinca C. Partial least squares discriminant analysis for bankruptcy prediction / C. Serrano-Cinca, B. Gutierrez-Nieto // Decision support systems. — 2011. — № 54(3). — P. 1245–1255.

218. Sharpe I. Financial distress in Australian general insurers / I. Sharpe, A. Stadnik // The Journal of Risk and Insurance. — 2007. — № 74(2). — P. 377–399.

219. Shin K.-S. A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling / K.-S. Shin, Y.-J. Lee // Expert systems with applications. — 2002. — № 23(3). — P. 321–328.

220. Shin K.-S. An application of support vector machines in bankruptcy prediction model / K.-S. Shin, T. Lee, H.-J. Kim // Expert systems with Applications. — 2005. — № 28. — P. 127–135.

221. Shrivastava P. Crisis Theory/Practice: Towards A Sustainable Future / P. Shrivastava // Industrial and Environmental Crisis Quarterly. — 1993. — № 7. — P. 23–42.

222. Shrivastava P. Ecocentric Management for a Globally Changing Crisis Society. Paper Presented at National Conference, Academy of Management, Vancouver, BC, Canada, 1995.

223. Snabe B. The usage of system dynamics in organizational interventions: a participative modeling approach supporting change management efforts / B. Snabe. — Deutscher Universitätsverlag, 2007. — 217 p.

224. Spillan J. An Exploratory Model for Evaluating Crisis Events and Managers' Concerns in Non-Profit Organisations / J. Spillan // Journal of Contingencies and Crisis Management. — 2003. — № 11(4). — P. 160–169.

225. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World / J. Sterman. — McGraw-Hill Education, 2000. — 1008 p.

226. Sun J. An Application of Support Vector Machine to Companies' Financial Distress Prediction / J. Sun, X.-F. Hui // Modelling Decision for Artificial Intelligence. — 2006. — № 3885. — P. 274–282.

227. Synthesis of systems modeling for early crisis forecasting and prevention / [R. Brumnik, T. Klebanova, L. Guryanova et al.] // European Journal of Scientific Research. — 2014. — № 118(1). — P.7–22.

228. System dynamics and strategy / [M. Gary, M. Kunc, J. Morecroft, S. Rockart] // System Dynamics Review. — 2008. — № 24. — P. 407–429.

229. Tam K. Managerial Applications of Neural Networks: The Case of Bank Failure Predictions / K. Tam, M. Kiang // Management Science. — 1992. — № 38. — P. 926–947.

230. Tam K. Neural Network Models and the Prediction of Bank Bankruptcy / K. Tam // Omega, The International Journal of Management Science. — 1991. — № 19. — P. 429–445.

231. Tamari M. Financial ratios as a means of forecasting bankruptcy / M. Tamari // Management International Review. — 1966. — № 4. — P. 15–21.

232. Topper B. Fractal Crises — A New Path for Crisis Theory and Management / B. Topper, P. Lagadec // Journal of Contingencies and Crisis Management. — 2013. — № 21(1). — P. 5–16.

233. Towards an improved method of evaluation of financial distress models and presentation of their results / [H. Ooghe, P. Joos, D. De, C. De Bourdeaudhuij]. —

Working Paper, Department of Corporate Finance, Ghent University, Belgium, 1994. — 22 p.

234. Tsukuda J. Predicting Japanese corporate bankruptcy in terms of financial data using neural network / J. Tsukuda, S. Baba // *Journal Computers and Industrial Engineering*. — 1994. — № 27(1-4). — P. 445–448.

235. Turner B. *Man-made Disasters [2nd Edition]* / B. Turner, N. Pidgeon. — London : Butterworth-Heinemann, 1997. — 200 p.

236. Udawadia F. Crisis management and the organizational mind: Multiple models for crisis management from field data / F. Udawadia, I. Mitroff // *Technological Forecasting and Social Change*. — 1991. — № 40. — P. 33–52.

237. Using rough sets to predict insolvency of Spanish non-life insurance companies / [M. Segovia-Vargas, J. Fana, A. Martinez and others]. — *Documentos de Trabajo de la Facultad de Ciencias Economicas y Empresariales*, 2, 2003. — 21 p. — Available at: <http://eprints.ucm.es/6801/>

238. Van Laere J. *Wandering Through Crisis and Everyday Organizing; Revealing the Subjective Nature of Interpretive, Temporal and Organizational Boundaries* / J. Van Laere // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. — 2013. — № 21(1). — P. 17–25.

239. Vapnik V. *The Nature of Statistical Learning Theory (Information Science and Statistics)* / V. Vapnik. — New York : Springer, 2000. — 314 p.

240. Wang P. Novel evolutionary algorithms for supervised classification problems: an experimental study / P. Wang, T. Weise, R. Chiong // *Evolutionary Intelligence*. — 2011. — № 4. — P. 3–16.

241. Whitley D. An Overview of Evolutionary algorithms / D. Whitley // *Journal of Information and software Technology*. — 2011. — № 43. — P. 817–831.

242. Wilson D. Improved heterogeneous distance functions / D. Wilson, T. Martinez // *Journal of Artificial Intelligence Research*. — 1997. — № 6. — P. 1–34.

243. Wilson R. Bankruptcy prediction using neural networks / R. Wilson, R. Sharda // *Decision Support Systems*. — 1994. — № 11(5). — P. 545–557.

244. Yamaguchi K. Principle of Accounting System Dynamics — Modeling Corporate Financial Statements [Electronic resource] / K. Yamaguchi // Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society, New York City, July 20-24, 2003. — 25 p. — Available at: <http://www.systemdynamics.org/conferences/2003/proceed/PAPERS/220.pdf>.

245. Zavgren C. Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: a logistic analysis / C. Zavgren // Journal of Business Finance and Accounting. — 1985. — № 12(1). — P. 19–45.

246. Zhang Y. Simulation study of cash flow for the firm based on system dynamics [Electronic resource] / Y. Zhang, H. Wang // 2010 International conference on Education and Management technology (ICEMT 2010). — P. 292–296. — Available at: [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5657653&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D5657653](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5657653&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5657653).

247. Zibanezhad E. Applying decision tree to predict bankruptcy / E. Zibanezhad, D. Foroghi, A. Monadjemi // IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering. — 2011. — № 4(165-169). — P. 10–12.

248. Zmijewski M. Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models / M. Zmijewski // Journal of Accounting Research. — 1984. — № 22. — P. 59–82.

249. Zweifel P. Insurance Economics / P. Zweifel, R. Eisen. — Berlin: Springer Verlag, 2011. — 452 p.

250. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Київ. Держстат України, 1998–2015. — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 18.10.2015) — Назва з екрана.

251. Інформаційно-ресурсний центр [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Київ. Державне підприємство «Інформаційно-ресурсний центр», 2015. — Режим доступу : <http://irc.gov.ua/ua/Poshuk-v-YeDR.html> (дата звернення 18.10.2015). — Назва з екрана.

252. Національна комісія, що здійснює регулювання у сфері ринків фінансових послуг України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — Київ. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг, [2013–2015]. — Режим доступу : <http://nfp.gov.ua/> (дата звернення 18.10.2015) — Назва з екрана.

## Додаток А

## Показники діяльності страхових компаній за 2013–2014 рр.

Таблиця А.1

## Деякі показники діяльності діючих страхових компаній України за 2013–2014 рр.

Компанія	Грошові кошти 2013	Грошові кошти 2014	Поточні фінансові інвестиції 2013	Поточні фінансові інвестиції 2014	Дебіторська заборгованість 2013	Дебіторська заборгованість 2014	Оборотні активи 2013
Актив-гарант	2294	2866	22490	25755	4839	420	33582
Актив-страхування	7521	3461	1606	0	24004	23165	37123
Альфа страхування	117283	171822	0	0	91880	95050	224078
Альфа-гарант	37428	26935	84129	123745	4328	6164	126844
Арма	24633	24910	0	0	1210	3202	28371
АХА Страхування	310069	214293	420334	540820	123538	144888	871273
Брокбізнес страхування	69512	88835	19402	0	9570	17005	108103
Гарантія	10606	27423	23397	8159	17160	11868	52410
Гарант-система	11173	6738	22531	16692	4543	3936	39070
Довіра і гарантія	27487	9178	55131	56204	707	1777	83327
Домінанта	64108	68372	9157	9615	23555	13391	110621
Еталон	16055	9668	0	0	4492	4458	21902
Європейське туристичне страхування	7369	29278	19441	2100	4609	6730	34087
Європейський страховий альянс	42404	43030	0	0	30717	51599	83362
Іллічівське	32848	45445	35541	55068	14426	5635	100862
Інго Україна	224429	323597	0	0	22421	134104	582853
Княжа	74834	120716	0	0	8163	9461	103102
Мега-поліс	11842	10867	0	4390	18508	12561	46532
Мир	10037	5011	0	0	12644	13755	23179
Мотор-Гарант	2489	10283	68460	64954	25483	30678	110387
Нафтогазстрах	43175	9382	5200	1	32809	83328	82682
Нова	23349	41098	0	0	8095	7598	32289
Онікс	8573	9603	77	77	3462	3994	14016
Оранта	81588	105489	0	0	44861	17848	139678
Перша	41290	84795	6840	3825	18105	21038	84860
ПЗУ Україна	111950	103550	39811	101039	65273	50432	360274
Поліс центр	25526	40608	3812	0	11570	6524	41334
Провідна	394587	346816	0	0	68171	65240	519486
Просто страхування	83116	138340	0	0	37838	27877	125173
Стройполіс	9707	7268	0	0	4134	8192	28352
Теком	29761	29923	0	0	927	1854	33481
Українська охоронно страхова компанія	25799	29430	0	0	34974	47472	76009

## Продовження табл. А.1

Компанія	Оборотні і активи 2014	Довгострокові фінансові інвестиції 2013	Довгострокові фінансові інвестиції 2014	Поточні зобов'язання 2013	Поточні зобов'язання 2014	Зобов'язання 2014	Чисті страхові резерви 2014
Українська страхова група	401784	384161	0	0	27945	34564	483822
Український страховий капітал	14593	13224	0	39723	16061	6944	95410
Український страховий стандарт	39452	34682	0	0	6883	3563	48621
Універсальна	46297	42012	72596	82976	60770	101634	230718
УПСК	270460	273511	0	0	28361	5491	320543
ХДІ страхування	89251	172781	0	0	10550	25666	132542
Юнісон страхування	44597	22448	0	0	1029	1122	53130
Актив-гарант	33651	0	0	5694	163	176	4624
Актив-страхування	27789	65580	40054	4325	1462	1462	703
Альфа страхування	273333	0	0	22231	26771	30132	93204
Альфа-гарант	158856	60863	53969	2493	3573	3907	28218
Арма	34428	166854	160284	5875	5644	5740	2603
АХА Страхування	964657	0	0	26790	53245	133239	362537
Брокбізнес страхування	109856	80993	85839	31419	30056	30658	45074
Гарантія	48476	7454	4478	3589	9624	12624	28343
Гарант-система	27516	7736	7736	11493	874	2010	7946
Довіра і гарантія	67159	0	0	7551	8129	8167	22514
Домінанта	92459	33473	109254	15759	5475	5475	53202
Еталон	16498	187846	95748	9040	6673	12980	15563
Європейське туристичне страхування	41072	0	0	5533	8553	8872	23447
Європейський страховий альянс	120282	35315	29909	12225	26491	26873	36111
Іллічівське	114811	15080	0	41542	34273	34273	43681
Інго Україна	757452	149796	142338	120798	162661	180826	275807
Княжа	154249	210	210	35403	50510	53084	109340
Мега-поліс	44437	37000	32581	11006	7962	7962	9779
Мир	20973	88915	108911	10012	17035	17070	3408
Мотор-Гарант	119136	192257	196755	12843	12481	12481	20293
Нафтогазстрах	93222	64244	43629	17129	18561	18561	5359
Нова	53154	26719	17786	7311	6315	6406	33320
Онікс	15552	97231	100360	5619	311	311	5794
Оранта	134328	265691	254843	145901	97143	116577	247297
Перша	142538	4750	4750	21419	34064	34659	69401
ПЗУ Україна	340702	100073	57826	139453	94992	98275	209479
Поліс центр	47141	3545	11336	1073	327	327	5316
Провідна	441348	208516	205939	224897	124746	132479	214160
Просто страхування	168885	500	500	25637	30949	949	77688
Стройполіс	18891	318058	370696	30880	5670	5704	8054



## Продовження табл. А.1

Компанія	Власний капітал 2013	Власний капітал 2014	Активи 2013	Активи 2014	Валові страхові премії 2013	Валові страхові премії 2014	Інвестиційний прибуток 2014
Теком	37272	155899	175899	14	1	861	14344
Українська охоронно страхова компанія	76465	5684	5541	28743	41333	41510	27826
Українська страхова група	439089	0	0	41409	63738	67164	286855
Український страховий капітал	72291	80538	41221	2715	4945	4945	13358
Український страховий стандарт	39191	41000	41000	15114	10232	10387	31467
Універсальна	340524	85438	96947	30023	57215	87710	125916
УПСК	284790	14957	12792	9323	10312	13612	147446
ХДІ страхування	215035	0	0	15655	111798	114063	36842
Юнісон страхування	25950	59990	104841	1323	5313	5325	7378
Актив-гарант	23151	24493	33870	33902	5911	4030	104
Актив-страхування	100759	72193	111939	75490	22058	4979	13883
Альфа страхування	145992	190281	280201	319813	543244	520459	25767
Альфа-гарант	168187	186974	194798	220917	39233	56256	91817
Арма	172240	181162	196396	195789	22804	29485	72779
АХА Страхування	450532	452074	911438	1012284	749078	727655	629862
Брокбізнес страхування	127308	157890	226020	237313	133213	127143	10778
Гарантія	40811	30592	71116	69410	46406	46029	5679
Гарант-система	30480	30483	52559	40476	21805	16675	1408
Довіра і гарантія	70221	46779	91256	77460	39717	50035	10008
Домінанта	65209	158814	144094	218420	129107	88457	207796
Еталон	184213	105438	218811	121936	37688	31417	5125
Європейське туристичне страхування	12634	12138	34728	41571	38617	38122	1946
Європейський страховий альянс	75797	76601	132117	163521	81675	81941	2526
Іллічівське	34800	50374	138493	136244	98048	156647	17305
Інго Україна	386511	439313	953225	1173220	464103	426674	27593
Княжа	88941	114651	238235	298766	169059	213454	12661
Мега-поліс	57564	58714	83879	77333	39600	43361	26162
Мир	117610	129936	134863	152620	23995	14434	11308
Мотор-Гарант	340808	338031	378376	384004	24666	31659	10219
Нафгагазстрах	130764	129217	163979	153148	275026	342175	7110
Нова	44980	39817	74704	83503	21722	40628	62428
Онікс	99127	108287	11620	116270	10508	14498	210
Оранта	343796	370527	782359	742604	456197	389878	16884
Перша	50431	58339	127611	193744	107722	147378	7947
ПЗУ Україна	98347	96771	588773	486092	321845	359222	37726
Поліс центр	41322	55703	47379	61346	13621	12900	3056
Провідна	263880	324509	781389	700440	553342	510817	913
Просто страхування	102831	138479	223167	249070	202442	182352	75470
Стройполіс	284642	379418	356062	396551	76608	82559	38680
Теком	175561	193170	190228	213781	24645	28941	6326
Українська охоронно страхова компанія	38620	40854	111293	119493	55662	83640	24344
Українська страхова група	174864	137055	558749	511058	504900	555700	71387

*Продовження табл. А.1*

Компанія	Власний капітал 2013	Власний капітал 2014	Активи 2013	Активи 2014	Валові страхові премії 2013	Валові страхові премії 2014	Інвестиційний прибуток 2014
Український страховий капітал	155458	122185	184580	152865	14071	12123	7277
Український страховий стандарт	41770	44591	94529	87245	48436	49972	5386
Універсальна	241274	242510	460294	569508	228856	239653	8830
УПСК	246950	280847	418691	445752	395106	323118	38945
ХДІ страхування	95511	100810	182069	268017	38706	55041	18934
Юнісон страхування	102247	125632	119751	140663	13133	20716	2364

## Додаток Б

**Опис поширених методів аналізу загрози виникнення фінансової кризи в  
страхових компаніях**

Таблиця Б.1

**Опис поширених алгоритмів виявлення ознак фінансової кризи в страхових  
компаніях**

Метод	Показник(и)	Критерії
Коефіцієнт надійності	$K_n = \sqrt[3]{K_l \cdot K_n \cdot K_p}$ <p><math>K_l = \text{Оборотні активи} / \text{Зобов'язання}</math></p> <p><math>K_l = \text{Фактичний запас платоспроможності} / \text{Нормативний запас платоспроможності}</math></p> <p><math>K_p = \text{Чистий прибуток} / \text{Страхові платежі (премії)}</math></p>	Загроза кризи у разі неперевищення середньогрупового значення для подібних компаній.
Аналіз фінансових коефіцієнтів	<p>Коефіцієнт фінансової незалежності</p> <p>Коефіцієнт фінансового ризику</p> <p>Коефіцієнт поточної ліквідності</p> <p>Коефіцієнт абсолютної ліквідності</p> <p>Коефіцієнт маневреності власного капіталу</p> <p>Чиста рентабельність реалізації</p>	У разі невідповідності рекомендованим (нормативним значенням) та/або негативній динаміці кожному коефіцієнту присвоюється значення «1»; клас компанії визначається як проста середня арифметична класів за кожним з коефіцієнтів.
Коефіцієнт У. Бівера	$K_B = (\text{Чистий прибуток} + \text{Амортизація}) / \text{Зобов'язання}$	Нормативне значення: [0,17, 0,40]

Метод	Показник(и)	Критерії
Модель Е. Альтмана	$Z = 6,56 \cdot \frac{\text{Оборотні активи}}{\text{Активи}} + 3,26 \cdot \frac{\text{Нерозподілений прибуток}}{\text{Активи}} +$ $+ 6,72 \cdot \frac{\text{ЕВІТ}}{\text{Активи}} + 1,05 \cdot \frac{\text{Власний капітал}}{\text{Зобов'язання}}$	$Z \leq 1,1$ та $Z \geq 2,6$ — загроза кризи; $Z \in (1,1, 2,6)$ — низька ймовірність настання кризи.
Модель О. Терещенк а	$Z = -1,387 + 0,306 \cdot \text{Коефіцієнт поточної ліквідності} +$ $+ 0,331 \cdot \text{Коефіцієнт фінансової незалежності} +$ $+ 1,309 \cdot \frac{\text{Операційний грошовий потік}}{\text{Активи}} +$ $+ 0,050 \cdot \frac{\text{Чистий дохід}}{\text{Позиковий капітал}} +$ $+ 0,258 \cdot \text{Коефіцієнт оборотності оборотних активів}$	$Z \leq -0,51$ — кризовий стан; $Z \geq 0,43$ — нормальний фінансовий стан; $Z \in (-0,51, 0,43)$ — невизначений стан.
Модель К. Грозави	$Z = -7,350 + 4,610 \cdot \text{Коефіцієнт фінансової незалежності} +$ $+ 2,413 \cdot \text{Коефіцієнт фінансової стабільності} +$ $+ 0,780 \cdot \text{Коефіцієнт Бівера} +$ $+ 13,072 \cdot \text{Частка основних засобів в активах}$	$Z \leq -0,87$ — загроза фінансової кризи

## Додаток В

## Рівняння базової моделі на основі даних ПрАТ «Страхова компанія «Еталон»

Таблиця В.1

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Ключові фінансові показники»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Investment_cash	Готівкові кошти для інвестування	Investing/Інвестування
Deposits	Інвестиційні активи у вигляді депозитів	Investing/Інвестування
Bonds	Інвестиційні активи у вигляді облігацій	Investing/Інвестування
Stock	Інвестиційні активи у вигляді акцій	Investing/Інвестування
Other	Інвестиційні активи у вигляді інших активів	Investing/Інвестування
Total__investing_result	Валова дохідність інвестицій	Investing/Інвестування
Cash	Гроші та їх еквіваленти	Cash/Грошові кошти
Insurance_and_reinsurance_premium_revenues	Страхові та перестрахові доходи	Cash/Грошові кошти
Insurance_and_reinsurance_payouts	Страхові та перестрахові виплати	Cash/Грошові кошти
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховування	Cash/Грошові кошти
Tax__overdue	Заборгованість за податковими зобов'язаннями	Tax_calculation/Податки
Accounts__payable	Кредиторська заборгованість	Claims/Вимоги
Salary_backlog	Заборгованість із заробітної плати	Human_resources/Працівники
FA_backlog	Заборгованість за придбаними необоротними активами	Fixed__assets/Необоротні активи
Fixed_assets	Необоротні активи	Fixed__assets/Необоротні активи
Payments_to_reinsurers_backlog	Заборгованість за платежами перестраховику	Reinsurance/Перестраховування
Other_reinsurance_related_revenues	Інші доходи від перестраховування	Reinsurance/Перестраховування
Insurance_payouts_compensated	Страхові виплати компенсовані перестраховиком	Reinsurance/Перестраховування
Net_insurance_premiums_earned	Чисті страхові премії	Underwriting/Андеррайтинг
ER__cash	Резерв коливань збитковості у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
UPR_cash	Резерв незароблених премій у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
IBNR__cash	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
RBNS__cash	Резерв заявлених, але не виплачених збитків у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
Unearned_premium_reserve	Резерв незароблених премій	Reserving/Резервування
Total_RBNS_claims_reserve	Резерв заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Total_IBNR_claims_reserve	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Total__equalization_reserve	Резерв коливань збитковості	Reserving/Резервування
ER_liquid_assets	Резерв коливань збитковості у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
IBNR_liquid_assets	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
RBNS_liquid_assets	Резерв заявлених, але не виплачених збитків у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
UPR_Liquid_assets	Резерв незароблених премій у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
Total_RBNS__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Total_ER__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву коливань збитковості	Reserving/Резервування
Total_IBNR__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Total_UPR__investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву незароблених премій	Reserving/Резервування
Fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves	Частка перестраховика у резерві незароблених премій	Reserving/Резервування
Fraction_of_RBNS_claims_reserveerves	Частка резерву заявлених але не виплачених збитків у страхових резервах	Reserving/Резервування
Profit_or_loss	Фінансовий результат до оподаткування	Equity/Власний капітал
Tax	Витрати на сплату податків	Equity/Власний капітал
RE_or_AL	Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	Equity/Власний капітал
Paid_in_capital	Зареєстрований (статутний) капітал	Equity/Власний капітал

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Absolute_liquidity_ratio	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	<i>if</i> Current_liabilities=0 <i>then</i> Investing.Investment_cash+Cash. Cash <i>else</i> (Investing.Investment_cash+Cash. Cash)/(Current_liabilities)
Asset_turnover_ratio	Коефіцієнт оборотності активів	<i>if</i> (Total_assets- HISTORY(Total_assets,TIME- 1))=0 <i>then</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/Total_assets <i>else</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/((Total_assets +HISTORY(Total_assets,TIME- 1))/2)
Balance	Показник балансу	Total_assets- Total_equity_and_liabilities
Current_liabilities	Поточні зобов'язання і забезпечення	Tax_calculation.Tax__overdue+Cl aims.Accounts__payable+Human_ resources.Salary_backlog+Fixed_ _assets.FA_backlog+Reinsurance. Payments_to_reinsurers_backlog
Current_ratio	Коефіцієнт поточної ліквідності	<i>if</i> Current_liabilities=0 <i>then</i> Liquid_assets <i>else</i> Liquid_assets/(Current_liabilities)
Dynamics_of_liquid_assets	Динаміка оборотних активів	(Liquid_assets- HISTORY(Liquid_assets,TIME- 1))/HISTORY(Liquid_assets,TIME- 1)
Dynamics_of_premiums_earned	Динаміка зароблених премій	(Underwriting.Net_insurance_pre miums_earned- HISTORY(Underwriting.Net_insur ance_premiums_earned,TIME- 1))/HISTORY(Underwriting.Net_i nsurance_premiums_earned,TIME- 1)
Equity_turnover_ratio	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	<i>if</i> (Total_equity- HISTORY(Total_equity,TIME- 1))=0 <i>then</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/Total_equity <i>else</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/((Total_equity +HISTORY(Total_equity,TIME- 1))/2)
Financial_leverage_ratio	Коефіцієнт фінансового левериджу	Current_liabilities/(Total_equity)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Invested_assets	Інвестовані активи	Reserving.ER_cash- Reserving.UPR_cash- Reserving.IBNR_cash- Reserving.RBNS_cash+Reservin g.Unearned_premium_reserve+Re serving.Total_RBNS_claims_rse rve+Reserving.Total_IBNR_claims _reserve+Reserving.Total__equali zation_reserve+Investing.Deposits +Investing.Bonds+Investing.Stock +Investing.Other
Investment_yield_ratio	Коефіцієнт дохідності інвестицій	<i>if</i> (Invested_assets- <i>HISTORY</i> (Invested_assets, <i>TIME</i> - <i>I</i> ))=0 <i>then</i> Total_investing_result/(Invested_a ssets+1) <i>else</i> Total_investing_result/((Invested_ assets+ <i>HISTORY</i> (Invested_assets, <i>TIME</i> -1))/2)
Liquid_assets	Оборотні активи	Reserving.ER_liquid_assets+Rese rving.IBNR_liquid_assets+Reservi ng.RBNS_liquid_assets+Reservin g.UPR_Liquid_assets+Cash.Cash +Investing.Deposits+Investing.Inv estment_cash+Investing.Bonds
Liquid_assets_turnover_rati o	Коефіцієнт оборотності оборотних активів	<i>if</i> (Liquid_assets- <i>HISTORY</i> (Liquid_assets, <i>TIME</i> - <i>I</i> ))=0 <i>then</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/Liquid_assets <i>else</i> Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues/((Liquid_asset s+ <i>HISTORY</i> (Liquid_assets, <i>TIME</i> - <i>I</i> ))/2)
Operational_cash_flow	Грошовий потік від операційної діяльності	Cash.Insurance_and_reinsurance_ premium_revenues+Reinsurance. Other_reinsurance_related_revenu es+Reinsurance.Insurance_payout s_compensated- Cash.Insurance_and_reinsurance_ payouts- Cash.Insurance_premiums_ceded
Reserve_coverage_ratio	Коефіцієнт покриття резервів	Liquid_assets/Total_reserves



Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Return_on_assets	Рентабельність активів	$\text{if (Total\_assets-} \\ \text{HISTORY(Total\_assets,TIME-} \\ \text{1))=0 then (Equity.Profit\_or\_loss-} \\ \text{Equity.Tax)/(Total\_assets)} \\ \text{else} \\ \text{(Equity.Profit\_or\_loss-} \\ \text{Equity.Tax)/((Total\_assets+HIST} \\ \text{ORY(Total\_assets,TIME-1))/2)}$
Return_on_sales	Рентабельність реалізації	$\text{(Equity.Profit\_or\_loss-} \\ \text{Equity.Tax)/Cash.Insurance\_and\_r} \\ \text{einsurance\_premium\_revenues}$
Share_of_current_liabilities_in_balance	Частка поточних зобов'язань у валюті балансу	$\text{Current\_liabilities/Total\_assets}$
Share_of_liquid_assets_in_balance	Частка оборотних активів у валюті балансу	$\text{Liquid\_assets/Total\_assets}$
Share_of_retained_earnings_in_balance	Частка нерозподіленого прибутку у валюті балансу	$\text{Equity.RE\_or\_AL/Total\_assets}$
Total_assets	Активи	$\text{Fixed\_assets.Fixed\_assets+Invest} \\ \text{ing.Investment\_cash+Investing.De} \\ \text{posits+Investing.Bonds+Investing.} \\ \text{Stock+Investing.Other+Reserving.} \\ \text{Total\_IBNR\_claims\_reserve+Rese} \\ \text{rving.Total\_RBNS\_claims\_reserv} \\ \text{e+Reserving.Unearned\_premium\_} \\ \text{reserve+Cash.Cash+Total\_share\_o} \\ \text{f\_reinsurers\_in\_reserves+Reservin} \\ \text{g.Total\_equalization\_reserve}$
Total_equity	Власний капітал	$\text{Equity.RE\_or\_AL+Equity.Paid\_in} \\ \text{\_capital}$
Total_equity_and_liabilities	Власний капітал та зобов'язання	$\text{Equity.Paid\_in\_capital+Equity.RE} \\ \text{\_or\_AL+Tax\_calculation.Tax\_ov} \\ \text{erdue+Claims.Accounts\_payable} \\ \text{+Human\_resources.Salary\_backlo} \\ \text{g+Fixed\_assets.FA\_backlog+Rei} \\ \text{nsurance.Payments\_to\_reinsurers\_} \\ \text{backlog+Total\_reserves}$
Total_investing_result	Результат від інвестування	$\text{Investing.Total\_investing\_result+} \\ \text{Reserving.Total\_RBNS\_investin} \\ \text{g\_result+Reserving.Total\_ER\_in} \\ \text{vesting\_result+Reserving.Total\_I} \\ \text{BNR\_investing\_result+Reservin} \\ \text{g.Total\_UPR\_investing\_result}$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Total_reserves	Страхові резерви	Reserving.Total_IBNR_claims_reserve+Reserving.Total_RBNS_claims_reserve+Reserving.Unearned_premium_reserve+Reserving.Total_equalization_reserve
Total_share_of_reinsurers_in_reserves	Частка перестраховика у страхових резервах	Reserving.Fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves+Reserving.Fraction_of_RBNS_claims_reserve
Working_capital	Робочий капітал	Liquid_assets-Current_liabilities
Working_capital_turnover_ratio	Коефіцієнт оборотності робочого капіталу	if (Working_capital-HISTORY(Working_capital,TIME-1))=0 then Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues/Working_capital else Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues/((Working_capital+HISTORY(Working_capital,TIME-1))/2)

Таблиця В.2

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Необоротні активи»

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Accrued_depreciation	Накопичена амортизація	Accrued_depreciation(t - dt) + (Fixed_asset_depreciation) * dt
Fixed_asset_depreciation	Амортизація необоротних активів за період	Fixed_assets/Fixed_asset_depreciation_time
FA_backlog	Заборгованість за придбаними необоротними активами	FA_backlog(t - dt) + (Change_inFA_backlog) * dt
Change_inFA_backlog	Зміна заборгованості за придбаними необоротними активами	Fixed_asset_purchases-Cash.Fixed_assets_purchases
Fixed_assets	Необоротні активи	Fixed_assets(t - dt) + (Fixed_asset_purchases - Fixed_asset_sales - Fixed_asset_depreciation) * dt
Fixed_asset_purchases	Купівля необоротних активів	(Indicated_fixed_assets-Fixed_assets)/0.25

Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Fixed_asset_sales	Продаж необоротних активів	0
Fixed_asset_depreciation_time	Період амортизації необоротних активів	Розраховано на основі фінансової звітності
Indicated_fixed_assets	Цільові необоротні активи	Розраховано на основі фінансової звітності

Таблиця В.3

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Працівники»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Liquidation_costs	Ліквідаційні витрати	Claims/Вимоги
Costs_and_expenses	Витрати	Cash/Грошові кошти
Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Salary_backlog	Заборгованість із заробітної плати	$Salary\_backlog(t - dt) + (Change\_in\_salary\_backlog) * dt$
Change_in_salary_backlog	Зміна заборгованості із заробітної плати	$Period\_costs - Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax + Claims.Liquidation\_costs - Cash.Costs\_and\_expenses$
Sales_staff	Кількість персоналу з реалізації	$Sales\_staff(t - dt) + (Sales\_staff\_hiring - Sales\_staff\_firing) * dt$
Administrative_costs	Адміністративні витрати	$Administrative\_costs\_indicated / 1.4$
Average_sales_staff_salary	Середня заробітна плата	$Variable\_costs\_indicated / Sales\_staff / 1.4$
Period_costs	Видатки періоду	$Variable\_marketing\_costs + Administrative\_costs$
Salary_income_and_kept_social_tax	Зобов'язання з податку з доходів фізичних осіб та соціального внеску	$(Variable\_marketing\_costs + Administrative\_costs) * Income\_and\_social\_tax\_rate$
Sales_capacity	Максимальний обсяг реалізації	$Sales\_staff * Sales\_staff\_productivity$
Total_costs	Загальні витрати	$Period\_costs + Salary\_backlog - Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax$
Variable_marketing_costs	Змінні маркетингові витрати	$Sales\_staff * Average\_sales\_staff\_salary$

<b>Екзогенні змінні</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Значення</b>
Sales_staff_hiring	Найм персоналу з реалізації	0
Sales_staff_firing	Звільнення персоналу з реалізації	0
Administrative_costs_indicated	Цільове значення адміністративних витрати	Розраховано на основі фінансової звітності
Income_and_social_tax_rate	Ставка податку з доходів фізичних осіб та соціального внеску	0.2
Sales_staff_productivity	Продуктивність персоналу з реалізації	60000
Variable_costs_indicated	Цільове значення змінних витрат	Розраховано на основі фінансової звітності

Таблиця В.4

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Інвестування»

<b>Вхідні параметри</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Модуль</b>
Cash	Гроші та їх еквіваленти	Cash/Грошові кошти
Tax_payment	Податкові платежі	Cash/Грошові кошти
Reserving_RBNS	Зміна резерву заявлених, але не врегульованих збитків	Cash/Грошові кошти
Insurance_and_reinsurance_payouts	Страхові та перестрахові виплати	Cash/Грошові кошти
Costs_and_expenses	Витрати	Cash/Грошові кошти
Reserving_ER	Зміна резерву коливань збитковості	Cash/Грошові кошти
Reserving_IBNR	Зміна резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Cash/Грошові кошти
Reserving_UPR	Зміна резерву незароблених премій	Cash/Грошові кошти
Insurance_premiums_ceded	Премії передані у перестраховування	Cash/Грошові кошти
Bonds_supply_after_reserve_investing	Пропозиція облігацій після інвестування страхових резервів	Reserving/Резервування
Stock_supply_after_reserve_investing)	Пропозиція облігацій після інвестування страхових резервів	Reserving/Резервування
Other_investments_supply_after_reserve_investing	Пропозиція інших активів після інвестування страхових резервів	Reserving/Резервування
Fixed_asset_purchases	Купівля необоротних активів	Fixed assets/Необоротні активи

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Bonds	Інвестиційні активи у вигляді облігацій	$Bonds(t - dt) + (Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) * dt$
Investing_into_bonds_and_investment_returning	Інвестування в облігації	Total_bonds_additions-Bonds__returning
Deposits	Інвестиційні активи у вигляді депозитів	$Deposits(t - dt) + (Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) * dt$
Investing_into_deposits_and_investment_returning	Інвестування в депозити	Total__deposits_additions-Deposit__returning
Investment_cash	Готівкові кошти для інвестування	$Investment\_cash(t - dt) + (Investing\_and\_returning - Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning - Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning - Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - Investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
Investing_into_other_assets_and_investment_returning	Інвестування в інші активи	Total__other_investments_additions-Other_investments__returning
Investing_into_stock_and_investment_returning	Інвестування в акції	Total__stock_additions-Stock__selling
Investing_and_returning	Загальний обсяг інвестування протягом періоду	$(Cash.Cash-Cash.Tax\_payment-Cash.Reserving\_RBNS-Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts-Cash.Costs\_and\_expenses-Cash.Fixed\_assets\_purchases-Cash.Reserving\_ER-Cash.Reserving\_IBNR-Cash.Reserving\_UPR-Cash.Insurance\_premiums\_ceded)*(1-.SWITCHER\_Investment\_OFF)$ + $(min((Cash.Cash-Cash.Tax\_payment-Cash.Reserving\_RBNS-Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts-Cash.Costs\_and\_expenses-Cash.Fixed\_assets\_purchases-Cash.Reserving\_ER-Cash.Reserving\_IBNR-Cash.Reserving\_UPR-Cash.Insurance\_premiums\_ceded),0))*SWITCHER\_Investment\_OFF$
Other	Інвестиційні активи у вигляді інших активів	$Other(t - dt) + (Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) * dt$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Stock	Інвестиційні активи у вигляді акцій	Stock(t - dt) + (Investing_into_stock_and_investment_returning) * dt
Bonds__additions_1	Розрахунковий обсяг інвестування у облігації 1 етап	min(Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing,Desired_bonds_additions)
Bonds__additions_2	Розрахунковий обсяг інвестування у облігації 2 етап	(IF(Investing_profitability_ranking=1 or Investing_profitability_ranking=3 or Investing_profitability_ranking=14 or Investing_profitability_ranking=16 or Investing_profitability_ranking=21 or Investing_profitability_ranking=22 )THEN min(Excess_cash_2,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing) ELSE 0)
Bonds__additions_3	Розрахунковий обсяг інвестування у облігації 3 етап	(IF(Investing_profitability_ranking=2 or Investing_profitability_ranking=6 or Investing_profitability_ranking=13 or Investing_profitability_ranking=17 or Investing_profitability_ranking=19 or Investing_profitability_ranking=24)THEN min(Excess_cash_3,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing) ELSE 0)
Bonds__additions_4	Розрахунковий обсяг інвестування у облігації 4 етап	(IF(Investing_profitability_ranking=4 or Investing_profitability_ranking=5 or Investing_profitability_ranking=15 or Investing_profitability_ranking=18 or Investing_profitability_ranking=20 or Investing_profitability_ranking=23)THEN min(Excess_cash_4,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing) ELSE 0)
Bonds__coupons	Доходи від інвестування в облігації	Bonds*Average__bond_yield
Bonds__returning	Погашення облігацій	Bonds/Average__bond_term

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Cash_available_for_investment	Готівкові кошти доступні для інвестування у наступному періоді	Investment_cash+Deposit__returning+Bonds__returning+Other_investments__returning+Stock__selling
Deposit__additions_1	Розрахунковий обсяг інвестування у депозити 1 етап	Desired_deposits__additions
Deposit__additions_2	Розрахунковий обсяг інвестування у депозити 2 етап	IF(Investing_profitability__ranking=7 or Investing_profitability__ranking=10 or Investing_profitability__ranking=13 or Investing_profitability__ranking=15 or Investing_profitability__ranking=19 or Investing_profitability__ranking=20 )THEN (Excess_cash_2) ELSE 0
Deposit__additions_3	Розрахунковий обсяг інвестування у депозити 3 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=8 or Investing_profitability__ranking=12 or Investing_profitability__ranking=14 or Investing_profitability__ranking=18 or Investing_profitability__ranking=22 or Investing_profitability__ranking=23 )THEN Excess_cash_3 ELSE 0)
Deposit__additions_4	Розрахунковий обсяг інвестування у депозити 4 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=9 or Investing_profitability__ranking=11 or Investing_profitability__ranking=16 or Investing_profitability__ranking=17 or Investing_profitability__ranking=21 or Investing_profitability__ranking=24 )THEN Excess_cash_4 ELSE 0)
Deposit__interest	Доходи від інвестування у депозити	Deposits*Average_deposit__interest_rate
Deposit__returning	Закінчення строку депозитів	Deposits/Average_deposit_term
Desired_deposits__additions	Оптимальний рівень інвестування в депозити	IF(Investing_profitability__ranking>=1 and Investing_profitability__ranking<=6)THEN(Cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_other_investments_additions	Оптимальний рівень інвестування в інші активи	IF (Investing_profitability__ranking>=19 and Investing_profitability__ranking<=24) THEN (Cash_available_for_investment) ELSE 0

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Desired__bonds_additions	Оптимальний рівень інвестування в облігації	IF(Investing_profitability__ranking>=7 and Investing_profitability__ranking<=12) THEN (Cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired__stock_additions	Оптимальний рівень інвестування в акції	IF(Investing_profitability__ranking>=13 and Investing_profitability__ranking<=18) THEN (Cash_available_for_investment) ELSE 0
Excess_cash_2	Надлишкові готівкові кошти 2 етап	Cash_available_for_investment-Deposit__additions_1-Bonds__additions_1-Stock__additions_1-Other__additions_1
Excess_cash_3	Надлишкові готівкові кошти 3 етап	Excess_cash_2-Deposit__additions_2-Bonds__additions_2-Stock__additions_2-Other__additions_2
Excess_cash_4	Надлишкові готівкові кошти 4 етап	Excess_cash_3-Deposit__additions_3-Bonds__additions_3-Stock__additions_3-Other__additions_3
Investing_profitability__ranking	Рейтинг інвестиційної прибутковості активів	* Рівняння наведено після таблиці
Maximum__deposit_yield	Максимальна дохідність депозитів	Cash_available_for_investment*Average_deposit__interest_rate
Maximum__other_investments_yield	Максимальна дохідність інших активів	Cash_available_for_investment*Expected_other__investment_yield
Maximum__bond_yield	Максимальна дохідність облігацій	Cash_available_for_investment*Average__bond_yield
Maximum__stock_yield	Максимальна дохідність акцій	Cash_available_for_investment*Expected_stock__price_growth+Expected_stock_dividend_per_UAH_invested*Cash_available_for_investment
Other_investments__profit_or_loss	Доходи від інвестування у інші активи	Other*Expected_other__investment_yield
Other_investments__returning	Повернення інвестицій у інші активи	Other/Average_other__investment_term
Other__additions_1	Розрахунковий обсяг інвестування у інші активи 1 етап	min(Desired_other_investments_additions,Reserving.Other_investments_supply_after_reserve_investing)



Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Other__additions_2	Розрахунковий обсяг інвестування у інші активи 2 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=5 or Investing_profitability__ranking=6 or Investing_profitability__ranking=11 or Investing_profitability__ranking=12 or Investing_profitability__ranking=17 or Investing_profitability__ranking=18 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_2}, \text{Reserving.Other\_investments\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)
Other__additions_3	Розрахунковий обсяг інвестування у інші активи 3 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=3 or Investing_profitability__ranking=4 or Investing_profitability__ranking=9 or Investing_profitability__ranking=10 or Investing_profitability__ranking=15 or Investing_profitability__ranking=16 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_3}, \text{Reserving.Other\_investments\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)
Other__additions_4	Розрахунковий обсяг інвестування у інші активи 4 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=1 or Investing_profitability__ranking=2 or Investing_profitability__ranking=7 or Investing_profitability__ranking=8 or Investing_profitability__ranking=13 or Investing_profitability__ranking=14 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_4}, \text{Reserving.Other\_investments\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)
Stock_profit_or_loss_and_dividends	Доходи від інвестування у акції	Stock*Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+Stock__selling_decision* Expected_stock__price_growth
Stock__additions_1	Розрахунковий обсяг інвестування у акції 1 етап	$\min(\text{Desired\_stock\_additions}, \text{Reserving.Stock\_supply\_after\_reserve\_investing})$
Stock__additions_2	Розрахунковий обсяг інвестування у акції 2 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=2 or Investing_profitability__ranking=4 or Investing_profitability__ranking=8 or Investing_profitability__ranking=9 or Investing_profitability__ranking=23 or Investing_profitability__ranking=24 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_2}, \text{Reserving.Stock\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)
Stock__additions_3	Розрахунковий обсяг інвестування у акції 3 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=1 or Investing_profitability__ranking=5 or Investing_profitability__ranking=7 or Investing_profitability__ranking=11 or Investing_profitability__ranking=20 or Investing_profitability__ranking=21 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_3}, \text{Reserving.Stock\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Stock__additions_4	Розрахунковий обсяг інвестування у акції 4 етап	(IF(Investing_profitability__ranking=3 or Investing_profitability__ranking=6 or Investing_profitability__ranking=10 or Investing_profitability__ranking=12 or Investing_profitability__ranking=19 or Investing_profitability__ranking=22 )THEN $\min(\text{Excess\_cash\_4}, \text{Reserving.Stock\_supply\_after\_reserve\_investing})$ ELSE 0)
Stock__selling	Повернення інвестицій у акції	Stock*Stock__selling_decision
Total_bonds_additions	Розрахунковий обсяг інвестування в облігації	Bonds__additions_4+Bonds__additions_3+Bonds__additions_2+Bonds__additions_1
Total__deposits_additions	Розрахунковий обсяг інвестування в депозити	Deposit__additions_4+Deposit__additions_1+Deposit__additions_2+Deposit__additions_3
Total__investing_result	Загальні дохідність від інвестування	Deposit__interest+Bonds__coupons+Other_investments__profit_or_loss+Stock__profit_or_loss_and_dividends
Total__other_investments_additions	Розрахунковий обсяг інвестування в інші активи	Other__additions_4+Other__additions_3+Other__additions_2+Other__additions_1
Total__stock_additions	Розрахунковий обсяг інвестування в акції	Stock__additions_4+Stock__additions_3+Stock__additions_2+Stock__additions_1
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
.SWITCHER_Investment_OFF	Перемикач інвестування	0
Average_deposit_term	Середня тривалість депозиту	4
Average_deposit__interest_rate	Середня дохідність депозиту	0.1
Average_other__investment_term	Середня тривалість інвестування в інші активи	8
Average__bond_yield	Середня дохідність за облігаціями	0

Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Average__bond_term	Середня тривалість погашення облігацій	4
Expected_other__investment_yield	Очікувана дохідність інших інвестиційних активів	0
Expected_stock_dividend_per_UAH__invested	Очікуваний обсяг дивідендів від акцій	0
Expected_stock__price_growth	Очікуване зростання ціни акцій	0
Stock__selling_decision	Рішення про продаж акцій	0

Рівняння змінної *Investing\_profitability\_ranking*:

$IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_bond\_yield) AND (Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield)) THEN(1) ELSE IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_bond\_yield) AND (Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield)) THEN(2) ELSE IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_bond\_yield) AND (Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_other\_investments\_yield \geq Maximum\_stock\_yield)) THEN(3) ELSE IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_other\_investments\_yield \geq Maximum\_bond\_yield)) THEN(4) ELSE IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_other\_investments\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_bond\_yield)) THEN(5) ELSE IF((Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_other\_investments\_yield \geq Maximum\_bond\_yield) AND (Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_stock\_yield)) THEN(6) ELSE IF((Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_deposit\_yield) AND (Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield)) THEN(7) ELSE IF((Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_deposit\_yield) AND (Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield)) THEN(8) ELSE IF((Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_stock\_yield) AND (Maximum\_stock\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_other\_investments\_yield \geq Maximum\_deposit\_yield)) THEN(9) ELSE IF((Maximum\_bond\_yield \geq Maximum\_deposit\_yield) AND (Maximum\_deposit\_yield \geq Maximum\_other\_investments\_yield) AND$

(Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(10)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(11)ELSE IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(12)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(13)ELSE IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(14)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(15)ELSE IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(16)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(17)ELSE IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(18)ELSE  
 IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(19)ELSE IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(20)ELSE  
 IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(21)ELSE IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(22)ELSE  
 IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(23)ELSE IF((Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(24)ELSE 0

Таблиця В.5

### Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Резервування»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Reserving_ER	Зміна резерву коливань збитковості	Cash/Грошові кошти
Reserving_IBNR	Зміна резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Cash/Грошові кошти

<b>Вхідні параметри</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Модуль</b>
Reserving_RBNS	Зміна резерву заявлених, але не врегульованих збитків	Cash/Грошові кошти
Reserving_UPR	Зміна резерву незароблених премій	Cash/Грошові кошти
Insurance_and_reinsurance_premium_revenues	Страхові та перестрахові доходи	Cash/Грошові кошти
Period_insurance_payouts_outstanding	Страхові виплати за період	Claims/Вимоги
Accounts_payable	Кредиторська заборгованість	Claims/Вимоги
Insurance_payouts_compensated	Страхові виплати компенсовані перестраховиком	Reinsurance/Перестраховування
Net_insurance_premiums_earned	Чисті страхові премії	Underwriting/Андерайтинг
Average_deposit_interest_rate	Середня дохідність депозиту	Investing/Інвестування
Average_bond_yield	Середня дохідність за облігаціями	Investing/Інвестування
Expected_stock_dividend_per_UAH_invested	Очікуваний обсяг дивідендів від акцій	Investing/Інвестування
Expected_stock_price_growth	Очікуване зростання ціни акцій	Investing/Інвестування
Expected_other_investment_yield	Очікувана дохідність інших інвестиційних активів	Investing/Інвестування
<b>Позначення</b>		
РКЗ	Резерв коливань збитковості	
РНП	Резерв незароблених премій	
РЗНЗ	Резерв заявлених, але не виплачених збитків	
РНЗ	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені	
<b>Ендогенні змінні</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Формула розрахунку</b>
ER_bonds	РКЗ у вигляді облігацій	$ER\_bonds(t - dt) + (ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) * dt$
ER_investing_into_bonds_and_investment_returning	РКЗ інвестування в облігації	$Total\_ER\_bonds\_additions - ER\_bonds\_returning$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_deposits	РКЗ у вигляді депозитів	$ER\_deposits(t - dt) + (ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) * dt$
ER_investing_into_deposits_and_investment_returning	РКЗ інвестування в депозити	Total_ER__deposits_additions-ER_deposit__returning
ER_other	РКЗ у вигляді інших активів	$ER\_other(t - dt) + (ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) * dt$
ER_investing_into_other_assets_and_investment_returning	РКЗ інвестування в інші активи	Total_ER__other_investments_additions-ER_other_investments__eturning
ER__cash	РКЗ у вигляді грошових коштів	$ER\_cash(t - dt) + (Cash\_ER\_reserving\_and\_reserve\_returning - ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning - ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning - ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
Cash_ER_reserving_and_reserve_returning	Зміни РКЗ у вигляді грошових коштів	Cash.Reserving_ER
ER_investing_into_stock_and_investment_returning	РКЗ інвестування в акції	Total_ER__stock_additions-ER_stock_selling
ER__stock	РКЗ у вигляді акцій	$ER\_stock(t - dt) + (ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
Fraction_of_RBNS_claims_reserveerves	Частка РЗНЗ у страхових резервах	$Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves(t - dt) + (Period\_change\_in\_RRBNS) * dt$
Period_change_in_RRBNS	Зміна у РЗНЗ за період	$(Desired\_fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserve- Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves)/1$
Fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves	Частка перестраховика у РНП	$Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves(t - dt) + (Period\_change\_in\_RUPR) * dt$
Period_change_in_RUPR	Зміна у РНП за період	$(Desired\_fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves- Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves)/0.25$
IBNR_deposits	РНЗ у вигляді депозитів	$IBNR\_deposits(t - dt) + (IBNR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) * dt$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_investing_into_deposits_and_investment_returning	Зміни РНЗ у вигляді депозитів	Total_IBNR__deposits_additions-IBNR_deposit__returning
IBNR_other	РНЗ у вигляді інших активів	IBNR_other(t - dt) + (IBNR_investing_into_other_assets_and_investment_returning) * dt
IBNR_investing_into_other_assets_and_investment_returning	Зміни РНЗ у вигляді інших активів	Total_IBNR__other_investments_additions-IBNR_other_investments__returning
IBNR__bonds	РНЗ у вигляді облігацій	IBNR__bonds(t - dt) + (IBNR_investing_into_bonds_and_investment_returning) * dt
IBNR_investing_into_bonds_and_investment_returning	Зміни РНЗ у вигляді облігацій	Total_IBNR__bonds_additions-IBNR_bonds__returning
IBNR__cash	РНЗ у вигляді грошових коштів	IBNR__cash(t - dt) + (Cash_IBNR_reserving_and_reserve_returning - IBNR_investing_into_deposits_and_investment_returning - IBNR_investing_into_other_assets_and_investment_returning - IBNR_investing_into_bonds_and_investment_returning - IBNR_investing_into_stock_and_investment_returning) * dt
Cash_IBNR_reserving_and_reserve_returning	Зміни РНЗ у вигляді грошових коштів	Cash.Reserving_IBNR
IBNR_investing_into_stock_and_investment_returning	Зміни РНЗ у вигляді акцій	Total_IBNR__stock_additions-IBNR_stock_selling
IBNR__stock	РНЗ у вигляді акцій	IBNR__stock(t - dt) + (IBNR_investing_into_stock_and_investment_returning) * dt
RBNS_bonds	РЗНЗ у вигляді облігацій	RBNS_bonds(t - dt) + (RBNS_investing_into_bonds_and_investment_returning) * dt
RBNS_investing_into_bonds_and_investment_returning	Зміна РЗНЗ у вигляді облігацій	Total_RBNS__bonds_additions-RBNS_bonds__returning
RBNS_deposits	РЗНЗ у вигляді депозитів	RBNS_deposits(t - dt) + (RBNS_investing_into_deposits_and_investment_returning) * dt
RBNS_investing_into_deposits_and_investment_returning	Зміна РЗНЗ у вигляді депозитів	Total_RBNS__deposits_additions-RBNS_deposit__returning

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_other	РЗН у вигляді інших активів	$RBNS\_other(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) * dt$
RBNS_investing_into_other_assets_and_investment_returning	Зміна РЗН у вигляді інших активів	Total_RBNS__other_investments_additions-RBNS_other_investments_returning
RBNS__cash	РЗН у вигляді грошових коштів	$RBNS\_cash(t - dt) + (Cash\_RBNS\_reserving\_and\_reserve\_returning - RBNS\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning - RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning - RBNS\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
Cash_RBNS_reserving_and_reserve_returning	Зміна РЗНЗ у вигляді грошових коштів	Cash.Reserving_RBNS
RBNS__stock	РЗНЗ у вигляді акцій	$RBNS\_stock(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
RBNS_investing_into_stock_and_investment_returning	Зміна РЗНЗ у вигляді акцій	Total_RBNS__stock_additions-RBNS__stock_selling
UPR_bonds	РНП у вигляді облігацій	$UPR\_bonds(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) * dt$
UPR_investing_into_bonds_and_investment_returning	Зміна РНП у вигляді облігацій	Total_UPR_bonds_additions-UPR_bonds__returning
UPR_cash	РНП у вигляді грошових коштів	$UPR\_cash(t - dt) + (Cash\_UPR\_reserving\_and\_reserve\_returning - UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning - UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning - UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
Cash_UPR_reserving_and_reserve_returning	Зміна РНП у вигляді грошових коштів	Cash.Reserving_UPR



Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
UPR_deposits	РНП у вигляді депозитів	$UPR\_deposits(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) * dt$
UPR_investing_into_deposits_and_investment_returning	Зміна РНП у вигляді депозитів	Total_UPR_deposits_additions-UPR_deposit_returning
UPR_other	РНП у вигляді інших активів	$UPR\_other(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) * dt$
UPR_investing_into_other_assets_and_investment_returning	Зміна РНП у вигляді інших активів	Total_UPR_other_investments_additions-UPR_other_investments_returning
UPR_stock	РНП у вигляді акцій	$UPR\_stock(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$
UPR_investing_into_stock_and_investment_returning	Зміна РНП у вигляді акцій	Total_UPR_stock_additions-UPR_stock_selling
Actual_losses	Реальні збитки	$((Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding - Reinsurance.Insurance\_payouts\_compensated) + (Cash\_IBNR\_reserving\_and\_reserve\_returning + Cash\_RBNS\_reserving\_and\_reserve\_returning - Period\_change\_in\_RRBNS)) / Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned$
Allowed_reserve_deposit_addtions	Допустимий рівень збільшення страхових резервів у вигляді депозитів	$(UPR\_max\_achievable\_total\_investment - UPR\_deposits) * Reserve\_deposits\_share\_limit$
Allowed_reserve_ER_addtions	Допустимий рівень збільшення РКЗ у вигляді депозитів	$(ER\_Max\_achievable\_total\_investment - ER\_deposits) * ER\_deposits\_share\_limit$
Allowed_reserve_IBNR_addtions	Допустимий рівень збільшення РНЗ у вигляді депозитів	$(IBNR\_Max\_achievable\_total\_investment - IBNR\_deposits) * IBNR\_deposits\_share\_limit$
Allowed_reserve_RBNS_addtions	Допустимий рівень збільшення РЗНЗ у вигляді депозитів	$(RBNS\_max\_achievable\_total\_investment - RBNS\_deposits) * RBNS\_deposits\_share\_limit\_1$
Available_and_allowed_ER_bonds_additions	Допустимий рівень збільшення РКЗ у вигляді облігацій	$\min(Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing, (ER\_Max\_achievable\_total\_investment - ER\_bonds) * ER\_bonds\_share\_limit)$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Available_and_allowed_ER_other_investments_additions	Допустимий рівень збільшення РКЗ у вигляді інших активів	$\min(\text{Other\_investments\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{ER\_Max\_achievable\_total\_investment} - \text{ER\_other}) * \text{ER\_other\_investments\_share\_limit})$
Available_and_allowed_ER_stock_additions	Допустимий рівень збільшення РКЗ у вигляді акцій	$\min(\text{Stock\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{ER\_Max\_achievable\_total\_investment} - \text{ER\_stock}) * \text{ER\_stock\_share\_limit})$
Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions	Допустимий рівень збільшення РНЗ у вигляді облігацій	$\min(\text{Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{IBNR\_Max\_achievable\_total\_investment} - \text{IBNR\_bonds}) * \text{IBNR\_bonds\_share\_limit})$
Available_and_allowed_IBNR_other_investments_additions	Допустимий рівень збільшення РНЗ у вигляді інших активів	$\min(\text{Other\_investments\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{IBNR\_Max\_achievable\_total\_investment} - \text{IBNR\_other}) * \text{IBNR\_other\_investments\_share\_limit})$
Available_and_allowed_IBNR_stock_additions	Допустимий рівень збільшення РНЗ у вигляді акцій	$\min(\text{Stock\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{IBNR\_Max\_achievable\_total\_investment} - \text{IBNR\_stock}) * \text{IBNR\_stock\_share\_limit})$
Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions	Допустимий рівень збільшення РЗНЗ у вигляді облігацій	$\min(\text{Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{RBNS\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{RBNS\_bonds}) * \text{RBNS\_bonds\_share\_limit}_1)$
Available_and_allowed_RBNS_other_investments_additions	Допустимий рівень збільшення РЗНЗ у вигляді інших активів	$\min(\text{Other\_investments\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{RBNS\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{RBNS\_other}) * \text{RBNS\_other\_investments\_share\_limit}_1)$
Available_and_allowed_RBNS_stock_additions	Допустимий рівень збільшення РЗНЗ у вигляді акцій	$\min(\text{Stock\_supply\_after\_UPR\_investing}, (\text{RBNS\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{RBNS\_stock}) * \text{RBNS\_stock\_share\_limit}_1)$
Available_and_allowed_UPR_bonds_additions	Допустимий рівень збільшення РНП у вигляді облігацій	$\min(\text{Bonds\_supply}, (\text{UPR\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{UPR\_bonds}) * \text{Reserve\_bonds\_share\_limit})$
Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions	Допустимий рівень збільшення РНП у вигляді інших активів	$\min(\text{Other\_investments\_supply}, (\text{UPR\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{UPR\_other}) * \text{Reserve\_other\_investments\_share\_limit})$
Available_and_allowed_UPR_stock_additions	Допустимий рівень збільшення РНП у вигляді акцій	$\min(\text{Stock\_supply}, (\text{UPR\_max\_achievable\_total\_investment} - \text{UPR\_stock}) * \text{Reserve\_stock\_share\_limit})$
Bonds_supply_after_RBNS_and_UPR_investing	Пропозиція облігацій після інвестування РЗНЗ та РНП	$\text{Bonds\_supply} - \text{Total\_UPR\_bonds\_additions} - \text{Total\_RBNS\_bonds\_additions}$
Bonds_supply_after_RBNS_UPR_IBNR_investing	Пропозиція облігацій після інвестування РЗНЗ, РНП та РНЗ	$\text{Bonds\_supply} - \text{Total\_UPR\_bonds\_additions} - \text{Total\_RBNS\_bonds\_additions} - \text{Total\_IBNR\_bonds\_additions}$

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Bonds_supply_after_reserve_investing	Пропозиція облігацій після інвестування страхових резервів	Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions-Total_RBNS__bonds_additions-Total_ER__bonds_additions-Total_IBNR__bonds_additions
Bonds_supply_after_UPR_investing	Пропозиція облігацій після інвестування РНП	Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions
Desired_equalization_reserve	Цільовий рівень РКЗ	max((-Actual_losses-Average_exppected_losses)*Underwriting.Net_insurance_premiums_earned,0)
Desired_ER_bonds_additions	Цільовий рівень інвестування РКЗ у облігації	IF(ER_investing_profitability_ranking>=7 and ER_investing_profitability_ranking<=12) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_ER_deposits_additions	Цільовий рівень інвестування РКЗ у депозити	IF(ER_investing_profitability_ranking>=1 and ER_investing_profitability_ranking<=6)THEN(ER_cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_ER_stock_additions	Цільовий рівень інвестування РКЗ у акції	IF(ER_investing_profitability_ranking>=13 and ER_investing_profitability_ranking<=18) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_ER__other_investments_additions	Цільовий рівень інвестування РКЗ у інші активи	IF (ER_investing_profitability_ranking>=19 and ER_investing_profitability_ranking<=24) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_fraction_of_RBNS_claims_reserve	Цільова частка РЗНЗ	1.03*(Reinsurance.Insurance_payouts_compensated/Claims.Period_insurance_payouts_outstanding*Claims.Accounts__payable)*Switcher_RBNS_ON
Desired_fraction_of_reinsurers_in_earned_premium_reserves	Цільова частка перестраховика у РНП	(0.75*Cash.Insurance_premiums_ceded+0.5*HISTORY(Cash.Insurance_premiums_ceded,TIME-1)+0.25*HISTORY(Cash.Insurance_premiums_ceded,TIME-2))*0+Fraction_of_reinsurers_DATA
Desired_IBNR_bonds_additions_2	Цільовий рівень інвестування РНЗ у облігації 2 етап	IF(IBNR_investing_profitability_ranking>=7 and IBNR_investing_profitability_ranking<=12) THEN (IBNR_cash_available_for_investment) ELSE 0

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Desired_IBNR_deposits_additions_2	Цільовий рівень інвестування РНЗ у депозити 2 етап	IF(IBNR_investing_profitability_ranking>=1 and IBNR_investing_profitability_ranking<=6)THEN(IBNR_cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_IBNR__other_investments_additions_2	Цільовий рівень інвестування РНЗ у інші активи 2 етап	IF (IBNR_investing_profitability_ranking>=19 and IBNR_investing_profitability_ranking<=24) THEN (IBNR_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_IBNR__stock_additions_2	Цільовий рівень інвестування РНЗ у акції 2 етап	IF(IBNR_investing_profitability_ranking>=13 and IBNR_investing_profitability_ranking<=18) THEN (IBNR_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_incurred_but_not_reported_claim_reserve	Цільовий рівень РНЗ	(max(((HISTORY(Underwriting.Net_insurance_premiums_earned,TIME-3)+HISTORY(Underwriting.Net_insurance_premiums_earned,TIME-2)+HISTORY(Underwriting.Net_insurance_premiums_earned,TIME-1)+Underwriting.Net_insurance_premiums_earned)*0.1),0))*Switcher_IBNR
Desired_RBNS_bonds_additions	Цільовий рівень інвестування РЗНЗ у облігації	IF(RBNS_investing_profitability_ranking>=7 and RBNS_investing_profitability_ranking<=12) THEN (RBNS_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_RBNS_deposits_additions	Цільовий рівень інвестування РЗНЗ у депозити	IF(RBNS_investing_profitability_ranking>=1 and RBNS_investing_profitability_ranking<=6)THEN(RBNS_cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_RBNS__other_investments_additions	Цільовий рівень інвестування РЗНЗ у інші активи	IF (RBNS_investing_profitability_ranking>=19 and RBNS_investing_profitability_ranking<=24) THEN (RBNS_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_RBNS__stock_additions	Цільовий рівень інвестування РЗНЗ у акції	IF(RBNS_investing_profitability_ranking>=13 and RBNS_investing_profitability_ranking<=18) THEN (RBNS_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_reported_but_not_settled_claims_reserve	Цільовий рівень РЗНЗ	1.03*Claims.Accounts_payable*Switcher_RBNS_ON

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Desired_unearned_premium_reserve	Цільовий рівень РНП	$(0.75 * \text{Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues} + 0.5 * \text{HISTORY}(\text{Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues}, \text{TIME}-1) + 0.25 * \text{HISTORY}(\text{Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues}, \text{TIME}-2)) * 0 + \text{Reserves\_indicated}$
Desired_UPR_bonds_additions	Цільовий рівень інвестування РНП у облігації	$\text{IF}(\text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \geq 7 \text{ and } \text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \leq 12) \text{ THEN } (\text{UPR\_cash\_available\_for\_investment}) \text{ ELSE } 0$
Desired_UPR_deposits_additions	Цільовий рівень інвестування РНП у депозити	$\text{IF}(\text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \geq 1 \text{ and } \text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \leq 6) \text{ THEN } (\text{UPR\_cash\_available\_for\_investment}) \text{ ELSE } 0$
Desired_UPR_other_investments_additions	Цільовий рівень інвестування РНП у інші активи	$\text{IF}(\text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \geq 19 \text{ and } \text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \leq 24) \text{ THEN } (\text{UPR\_cash\_available\_for\_investment}) \text{ ELSE } 0$
Desired_UPR__stock_additions	Цільовий рівень інвестування РНП у акції	$\text{IF}(\text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \geq 13 \text{ and } \text{UPR\_investing\_profitability\_ranking} \leq 18) \text{ THEN } (\text{UPR\_cash\_available\_for\_investment}) \text{ ELSE } 0$
Equalization_reserve_gap	Нестача РКЗ	$\text{if } (\text{Desired\_equalization\_reserve} - \text{ER\_cash} - \text{ER\_deposits} - \text{ER\_bonds} - \text{ER\_stock} - \text{ER\_other}) \geq 0 \text{ then } \text{Desired\_equalization\_reserve} - \text{ER\_cash} - \text{ER\_deposits} - \text{ER\_bonds} - \text{ER\_stock} - \text{ER\_other} \text{ else } \text{max}((\text{Desired\_equalization\_reserve} - \text{ER\_cash} - \text{ER\_deposits} - \text{ER\_bonds} - \text{ER\_stock} - \text{ER\_other}), -\text{ER\_cash})$
ER_bonds__additions_1	Інвестування РКЗ у облігації 1 етап	$\text{min}(\text{Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions}, \text{Desired\_ER\_bonds\_additions})$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_bonds__additions_2	Інвестування РКЗ у облігації 2 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=1 or ER_investing_profitability_ranking=3 or ER_investing_profitability_ranking=14 or ER_investing_profitability_ranking=16 or ER_investing_profitability_ranking=21 or ER_investing_profitability_ranking=22 )THEN min(ER_reserved__cash_2,Available_and_allowed_ER_bonds_additions)ELSE 0)
ER_bonds__additions_3	Інвестування РКЗ у облігації 3 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=2 or ER_investing_profitability_ranking=6 or ER_investing_profitability_ranking=13 or ER_investing_profitability_ranking=17 or ER_investing_profitability_ranking=19 or ER_investing_profitability_ranking=24)THEN min(ER_reserved__cash_3,Available_and_allowed_ER_bonds_additions)ELSE 0)
ER_bonds__additions_4	Інвестування РКЗ у облігації 4 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=4 or ER_investing_profitability_ranking=5 or ER_investing_profitability_ranking=15 or ER_investing_profitability_ranking=18 or ER_investing_profitability_ranking=20 or ER_investing_profitability_ranking=23)THEN min(ER_reserved__cash_4,Available_and_allowed_ER_bonds_additions)ELSE 0)
ER_bonds__coupons	Доходи від інвестування РКЗ в облігацій	ER_bonds*Investing.Average__bond_yield
ER_bonds__returning	Погашення РКЗ у вигляді облігацій	ER_bonds/AverageER_bond_term
ER_cash_available_for_investment	РКЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді	ER__cash+ER_deposit__returning+ER_bonds__returning+ER_other_investments__returning+ER_stock_selling
ER_deposit__additions_1	Інвестування РКЗ у депозити 1 етап	min(Allowed_reserve__ER_addtions,Desired_ER_deposits_additions)
ER_deposit__additions_2	Інвестування РКЗ у депозити 2 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=7 or ER_investing_profitability_ranking=10 or ER_investing_profitability_ranking=13 or ER_investing_profitability_ranking=15 or ER_investing_profitability_ranking=19 or ER_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(ER_reserved__cash_2, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_Reserve__additions3	Інвестування РКЗ у депозити 3 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=8 or ER_investing_profitability_ranking=12 or ER_investing_profitability_ranking=14 or ER_investing_profitability_ranking=18 or ER_investing_profitability_ranking=22 or ER_investing_profitability_ranking=23 )THEN min(ER_reserved_cash_3, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)
ER_deposit__additions_4	Інвестування РКЗ у депозити 4 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=9 or ER_investing_profitability_ranking=11 or ER_investing_profitability_ranking=16 or ER_investing_profitability_ranking=17 or ER_investing_profitability_ranking=21 or ER_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(ER_reserved_cash_4, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)
ER_deposit__interest	Доходи від інвестування РКЗ у депозити	ER_deposits*Investing.Average_deposit__interest_rate
ER_deposit__returning	Погашення РКЗ у вигляді депозитів	ER_deposits/Average_ER__deposit_term
ER_investing_profitability_ranking	Рейтинг інвестиційної прибутковості активів для РКЗ	* Рівняння наведено після таблиці
ER_liquid_assets	РКЗ у вигляді ліквідних активів	ER__cash+ER_deposits+ER_bonds
ER_Max_achievable__total_investment	Максимальний рівень інвестованого РКЗ	ER__cash+ER_deposits+ER_bonds+ER__stock+ER_other
ER_nonliquid_assets	РКЗ у вигляді неліквідних активів	ER__stock+ER_other
ER_other_investments_profit_or_loss	Доходи від інвестування РКЗ в інші активи	ER_other*Investing.Expected_other__investment_yield
ER_other_investments__eturning	Погашення РКЗ у вигляді інших активів	ER_other/AverageER_other_investment_term

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_other__additions_1	Інвестування РКЗ у інші активи 1 етап	min(Desired_ER__other_investments_additions, Available_and_allowed_ER__other_investments_additions)
ER_other__additions_2	Інвестування РКЗ у інші активи 2 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=5 or ER_investing_profitability_ranking=6 or ER_investing_profitability_ranking=11 or ER_investing_profitability_ranking=12 or ER_investing_profitability_ranking=17 or ER_investing_profitability_ranking=18 )THEN min(ER_reserved_cash_2, Available_and_allowed_ER__other_investments_additions)ELSE 0)
ER_other__additions_3	Інвестування РКЗ у інші активи 3 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=3 or ER_investing_profitability_ranking=4 or ER_investing_profitability_ranking=9 or ER_investing_profitability_ranking=10 or ER_investing_profitability_ranking=15 or ER_investing_profitability_ranking=16 )THEN min(ER_reserved_cash_3, Available_and_allowed_ER__other_investments_additions)ELSE 0)
ER_other__additions_4	Інвестування РКЗ у інші активи 4 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=1 or ER_investing_profitability_ranking=2 or ER_investing_profitability_ranking=7 or ER_investing_profitability_ranking=8 or ER_investing_profitability_ranking=13 or ER_investing_profitability_ranking=14 )THEN min(ER_reserved_cash_4, Available_and_allowed_ER__other_investments_additions)ELSE 0)
ER_reserved_cash_2	РКЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді 2 етап	ER_cash_available_for_investment-ER_deposit__additions_1-ER_bonds__additions_1-ER_stock__additions_1-ER_other__additions_1



Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_reserved_cash_3	РКЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді 3 етап	ER_reserved_cash_2-ER_deposit_additions_2-ER_bonds_additions_2-ER_stock_additions_2-ER_other_additions_2
ER_reserved_cash_4	РКЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді 4 етап	ER_reserved_cash_3-ER_Reserve_additions_3-ER_bonds_additions_3-ER_stock_additions_3-ER_other_additions_3
ER_stock_profit_or_loss_and_dividends	Доходи від інвестування РКЗ в акції	ER_stock*Investing.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+ER_stock*ER_stock_selling_decision*Investing.Expected_stock_price_growth
ER_stock_selling	Продаж РКЗ у вигляді акції	ER_stock*ER_stock_selling_decision
ER_stock_additions_1	Інвестування РКЗ у акції 1 етап	min(Desired_ER_stock_additions,Available_and_allowed_ER_stock_additions)
ER_stock_additions_2	Інвестування РКЗ у акції 2 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=2 or ER_investing_profitability_ranking=4 or ER_investing_profitability_ranking=8 or ER_investing_profitability_ranking=9 or ER_investing_profitability_ranking=23 or ER_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(ER_reserved_cash_2,Available_and_allowed_ER_stock_additions)ELSE 0)
ER_stock_additions_3	Інвестування РКЗ у акції 3 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=1 or ER_investing_profitability_ranking=5 or ER_investing_profitability_ranking=7 or ER_investing_profitability_ranking=11 or ER_investing_profitability_ranking=20 or ER_investing_profitability_ranking=21 )THEN min(ER_reserved_cash_3,Available_and_allowed_ER_stock_additions)ELSE 0)

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
ER_stock__additions_4	Інвестування РКЗ у акції 4 етап	(IF(ER_investing_profitability_ranking=3 or ER_investing_profitability_ranking=6 or ER_investing_profitability_ranking=10 or ER_investing_profitability_ranking=12 or ER_investing_profitability_ranking=19 or ER_investing_profitability_ranking=22 )THEN min(ER_reserved__cash_4,Available_and_allowed_ER_stock_additions) ELSE 0)
Excess_reserved__cash_2	Надлишкові готівкові кошти РНП 2 етап	UPR_cash_available_for_investment-UPR_deposit__additions_1-UPR_bonds__additions_1-UPR_stock__additions_1-UPR_other__additions_1
Excess_reserved__cash_3	Надлишкові готівкові кошти РНП 3 етап	Excess_reserved__cash_2-UPR_deposit__additions_2-UPR_bonds__additions_2-UPR_stock__additions_2-UPR_other__additions_2
Excess_reserved__cash_4	Надлишкові готівкові кошти РНП 4 етап	Excess_reserved__cash_3-UPR_deposit__additions_3-UPR_bonds__additions_3-UPR_stock__additions_3-UPR_other__additions_3
IBNR_bonds__additions_1	Інвестування РНЗ у облігації 1 етап	min(Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions,Desired_IBNR_bonds_additions_2)
IBNR_bonds__additions_2	Інвестування РНЗ у облігації 2 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=1 or IBNR_investing_profitability_ranking=3 or IBNR_investing_profitability_ranking=14 or IBNR_investing_profitability_ranking=16 or IBNR_investing_profitability_ranking=21 or IBNR_investing_profitability_ranking=22 )THEN min(IBNR_reserved__cash_2,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_bonds__additions_3	Інвестування РНЗ у облігації 3 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=2 or IBNR_investing_profitability_ranking=6 or IBNR_investing_profitability_ranking=13 or IBNR_investing_profitability_ranking=17 or IBNR_investing_profitability_ranking=19 or IBNR_investing_profitability_ranking=24)THEN min(IBNR_reserved__cash_3,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)
IBNR_bonds__additions_4	Інвестування РНЗ у облігації 4 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=4 or IBNR_investing_profitability_ranking=5 or IBNR_investing_profitability_ranking=15 or IBNR_investing_profitability_ranking=18 or IBNR_investing_profitability_ranking=20 or IBNR_investing_profitability_ranking=23)THEN min(IBNR_reserved__cash_4,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)
IBNR_bonds__coupons	Доходи від інвестування РНЗ у облігації	IBNR__bonds*Investing.Average__bond_yield
IBNR_bonds__returning	Погашення РНЗ у вигляді облігацій	IBNR__bonds/Average_IBNR_bond_term
IBNR_cash_available_for_investment	РНЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді	IBNR__cash+IBNR_deposit__returning+IBNR_bonds__returning+IBNR_other_investments__returning+IBNR_stock_selling
IBNR_deposit__additions_1	Інвестування РНЗ у депозити 1 етап	min(Allowed_reserve__IBNR_additions,Desired_IBNR_deposits_additions_2)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_deposit__additions_2	Інвестування РНЗ у депозити 2 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=7 or IBNR_investing_profitability_ranking=10 or IBNR_investing_profitability_ranking=13 or IBNR_investing_profitability_ranking=15 or IBNR_investing_profitability_ranking=19 or IBNR_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(IBNR_reserved__cash_2, Allowed_reserve__IBNR_addtions) ELSE 0)
IBNR_Reserve__additions_3	Інвестування РНЗ у депозити 3 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=8 or IBNR_investing_profitability_ranking=12 or IBNR_investing_profitability_ranking=14 or IBNR_investing_profitability_ranking=18 or IBNR_investing_profitability_ranking=22 or IBNR_investing_profitability_ranking=23 )THEN min(IBNR_reserved__cash_3, Allowed_reserve__IBNR_addtions) ELSE 0)
IBNR_deposit__additions_4	Інвестування РНЗ у депозити 4 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=9 or IBNR_investing_profitability_ranking=11 or IBNR_investing_profitability_ranking=16 or IBNR_investing_profitability_ranking=17 or IBNR_investing_profitability_ranking=21 or IBNR_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(IBNR_reserved__cash_4, Allowed_reserve__IBNR_addtions) ELSE 0)
IBNR_deposit__interest	Доходи від інвестування РНЗ у депозити	IBNR_deposits*Investing.Average_deposit__interest_rate
IBNR_deposit__returning	Погашення РНЗ у вигляді депозитів	IBNR_deposits/Average_IBNR__deposit_term
IBNR_investing_profitability_ranking	Рейтинг інвестиційної прибутковості активів для РНЗ	* Аналогічно до ER_investing_profitability_ranking

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_liquid_assets	РНЗ у вигляді ліквідних активів	IBNR_cash+IBNR_deposits+IBNR_bonds
IBNR_Max_achievable__total_investment	Максимальний рівень інвестованого РНЗ	IBNR_cash+IBNR_deposits+IBNR_bonds+IBNR_stock+IBNR_other
IBNR_nonliquid_assets	РНЗ у вигляді неліквідних активів	IBNR_stock+IBNR_other
IBNR_other_investments_profit_or_loss	Доходи від інвестування РНЗ в інші активи	IBNR_other*Investing.Expected_other__investment_yield
IBNR_other_investments__eturning	Погашення РНЗ у вигляді інших активів	IBNR_other/Average_IBNR_other_investment_term
IBNR_other__additions_1	Інвестування РНЗ у інші активи 1 етап	min(Desired_IBNR__other_investments_additions_2,Available_and_allowed_IBNR_other_investments_additions)
IBNR_other__additions_2	Інвестування РНЗ у інші активи 2 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=5 or IBNR_investing_profitability_ranking=6 or IBNR_investing_profitability_ranking=11 or IBNR_investing_profitability_ranking=12 or IBNR_investing_profitability_ranking=17 or IBNR_investing_profitability_ranking=18 )THEN min(IBNR_reserved_cash_2, Available_and_allowed_IBNR_other_investments_additions)ELSE 0)
IBNR_other__additions_3	Інвестування РНЗ у інші активи 3 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=3 or IBNR_investing_profitability_ranking=4 or IBNR_investing_profitability_ranking=9 or IBNR_investing_profitability_ranking=10 or IBNR_investing_profitability_ranking=15 or IBNR_investing_profitability_ranking=16 )THEN min(IBNR_reserved_cash_3, Available_and_allowed_IBNR_other_investments_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_other__additions_4	Інвестування РНЗ у інші активи 4 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=1 or IBNR_investing_profitability_ranking=2 or IBNR_investing_profitability_ranking=7 or IBNR_investing_profitability_ranking=8 or IBNR_investing_profitability_ranking=13 or IBNR_investing_profitability_ranking=14 )THEN min(IBNR_reserved__cash_4, Available_and_allowed_IBNR_other_investments_additions)ELSE 0)
IBNR_reserved__cash_2	Надлишкові готівкові кошти РНЗ 2 етап	IBNR_cash_available_for_investment-IBNR_deposit__additions_1-IBNR_bonds__additions_1-IBNR_stock__additions_1-IBNR_other__additions_1
IBNR_reserved__cash_3	Надлишкові готівкові кошти РНЗ 3 етап	IBNR_reserved__cash_2-IBNR_deposit__additions_2-IBNR_bonds__additions_2-IBNR_stock__additions_2-IBNR_other__additions_2
IBNR_reserved__cash_4	Надлишкові готівкові кошти РНЗ 4 етап	IBNR_reserved__cash_3-IBNR_Reserve__additions_3-IBNR_bonds__additions_3-IBNR_stock__additions_3-IBNR_other__additions_3
IBNR_stock_profit_or_loss_and_dividends	Доходи від інвестування РНЗ у акції	IBNR__stock*Investing.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested +IBNR__stock*IBNR_stock__selling_decision*Investing.Expected_stock_price_growth
IBNR_stock_selling	Повернення РНЗ у вигляді акцій	IBNR__stock*IBNR_stock__selling_decision
IBNR_stock__additions_1	Інвестування РНЗ у акції 1 етап	min(Desired_IBNR__stock_additions_2,Available_and_allowed_IBNR__stock_additions
IBNR_stock__additions_2	Інвестування РНЗ у акції 2 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=2 or IBNR_investing_profitability_ranking=4 or IBNR_investing_profitability_ranking=8 or IBNR_investing_profitability_ranking=9 or IBNR_investing_profitability_ranking=23 or IBNR_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(IBNR_reserved__cash_2,Available_and_allowed_IBNR_stock_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
IBNR_stock__additions_3	Інвестування РНЗ у акції 3 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=1 or IBNR_investing_profitability_ranking=5 or IBNR_investing_profitability_ranking=7 or IBNR_investing_profitability_ranking=11 or IBNR_investing_profitability_ranking=20 or IBNR_investing_profitability_ranking=21 )THEN min(IBNR_reserved__cash_3,Available_and_allowed_IBNR_stock_ad ditions)ELSE 0)
IBNR_stock__additions_4	Інвестування РНЗ у акції 4 етап	(IF(IBNR_investing_profitability_ranking=3 or IBNR_investing_profitability_ranking=6 or IBNR_investing_profitability_ranking=10 or IBNR_investing_profitability_ranking=12 or IBNR_investing_profitability_ranking=19 or IBNR_investing_profitability_ranking=22 )THEN min(IBNR_reserved__cash_4,Available_and_allowed_IBNR_stock_ad ditions)ELSE 0)
Incurred_but_not_reported_reserve_g ap	Нестача РНЗ	if (Desired_incurred_but_not_reported_claim_reserve-IBNR__cash- IBNR_deposits-IBNR__bonds-IBNR__stock-IBNR_other)>=0 then Desired_incurred_but_not_reported_claim_reserve-IBNR__cash- IBNR_deposits-IBNR__bonds-IBNR__stock-IBNR_other else max((Desired_incurred_but_not_reported_claim_reserve-IBNR__cash- IBNR_deposits-IBNR__bonds-IBNR__stock-IBNR_other),- IBNR__cash)
Maximum_ER_bond_yield	Максимальна дохідність РКЗ у вигляді облігацій	ER_cash_available_for_investment*Investing.Average__bond_yield
Maximum_ER_deposit_yield	Максимальна дохідність РКЗ у вигляді депозитів	ER_cash_available_for_investment*Investing.Average_deposit__intere st_rate
Maximum_ER_stock_yieldsd	Максимальна дохідність РКЗ у вигляді акцій	ER_cash_available_for_investment*Investing.Expected_stock__price_ growth+Investing.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested*ER_c ash_available_for_investment

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Maximum_ER__other_investments_yield	Максимальна дохідність РКЗ у вигляді інших активів	$ER\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_other\_investment\_yield$
Maximum_IBNR	Максимальна дохідність РНЗ у вигляді акцій	$IBNR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_stock\_price\_growth + Investing.Expected\_stock\_dividend\_per\_UAH\_invested * IBNR\_cash\_available\_for\_investment$
Maximum_IBNR__bond_yield	Максимальна дохідність РНЗ у вигляді облігацій	$IBNR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_bond\_yield$
Maximum_IBNR__deposit_yield	Максимальна дохідність РНЗ у вигляді депозитів	$IBNR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_deposit\_interest\_rate$
Maximum_IBNR__other_investments_yield	Максимальна дохідність РНЗ у вигляді інших активів	$IBNR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_other\_investment\_yield$
Maximum_RBNS__bond_yield	Максимальна дохідність РЗНЗ у вигляді облігацій	$RBNS\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_bond\_yield$
Maximum_RBNS__deposit_yield	Максимальна дохідність РЗНЗ у вигляді депозитів	$RBNS\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_deposit\_interest\_rate$
Maximum_RBNS__other_investments_yield	Максимальна дохідність РЗНЗ у вигляді інших активів	$RBNS\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_other\_investment\_yield$
Maximum_RBNS__stock_yield	Максимальна дохідність РЗНЗ у вигляді акцій	$RBNS\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_stock\_price\_growth + Investing.Expected\_stock\_dividend\_per\_UAH\_invested * RBNS\_cash\_available\_for\_investment$
Maximum_UPR_deposit_yield	Максимальна дохідність РНП у вигляді депозитів	$UPR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_deposit\_interest\_rate$
Maximum_UPR__bond_yield	Максимальна дохідність РНП у вигляді облігацій	$UPR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Average\_bond\_yield$
Maximum_UPR__other_investments_yield	Максимальна дохідність РНП у вигляді інших активів	$UPR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_other\_investment\_yield$



Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Maximum_UPR__stock_yield =	Максимальна дохідність РНП у вигляді акцій	$UPR\_cash\_available\_for\_investment * Investing.Expected\_stock\_price\_growth + Investing.Expected\_stock\_dividend\_per\_UAH\_invested * UPR\_cash\_available\_for\_investment$
Other_investments_supply_after_RBNS_and_UPR_investing =	Пропозиція інших активів після інвестування РЗНЗ та РНП	$Other\_investments\_supply - Total\_UPR\_other\_investments\_additions - Total\_RBNS\_other\_investments\_additions$
Other_investments_supply_after_RBNS_UPR_IBNR__investing =	Пропозиція інших активів після інвестування РЗНЗ, РНП та РНЗ	$Other\_investments\_supply - Total\_UPR\_other\_investments\_additions - Total\_IBNR\_other\_investments\_additions - Total\_RBNS\_other\_investments\_additions$
Other_investments_supply_after_reserve_investing =	Пропозиція інших активів після інвестування страхових резервів	$Other\_investments\_supply - Total\_UPR\_other\_investments\_additions - Total\_ER\_other\_investments\_additions - Total\_RBNS\_other\_investments\_additions - Total\_IBNR\_other\_investments\_additions$
Other_investments_supply_after_UPR_investing	Пропозиція інших активів після інвестування РНП	$Other\_investments\_supply - Total\_UPR\_other\_investments\_additions$
RBNS_bonds__additions_1	Інвестування РЗНЗ у облігації 1 етап	$min(Available\_and\_allowed\_RBNS\_bonds\_additions, Desired\_RBNS\_bonds\_additions)$
RBNS_bonds__additions_2	Інвестування РЗНЗ у облігації 2 етап	$(IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=1 \text{ or } RBNS\_investing\_profitability\_ranking=3 \text{ or } RBNS\_investing\_profitability\_ranking=14 \text{ or } RBNS\_investing\_profitability\_ranking=16 \text{ or } RBNS\_investing\_profitability\_ranking=21 \text{ or } RBNS\_investing\_profitability\_ranking=22 )THEN min(RBNS\_reserved\_cash\_2, Available\_and\_allowed\_RBNS\_bonds\_additions)ELSE 0)$

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_bonds__additions_3	Інвестування РЗНЗ у облігації 3 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=2 or RBNS_investing_profitability_ranking=6 or RBNS_investing_profitability_ranking=13 or RBNS_investing_profitability_ranking=17 or RBNS_investing_profitability_ranking=19 or RBNS_investing_profitability_ranking=24)THEN min(RBNS_reserved_cash_3,Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions)ELSE 0)
RBNS_bonds__additions_4	Інвестування РЗНЗ у облігації 4 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=4 or RBNS_investing_profitability_ranking=5 or RBNS_investing_profitability_ranking=15 or RBNS_investing_profitability_ranking=18 or RBNS_investing_profitability_ranking=20 or RBNS_investing_profitability_ranking=23)THEN min(RBNS_reserved_cash_4,Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions)ELSE 0)
RBNS_bonds__coupons	Доходи від інвестування РЗНЗ у облігації	RBNS_bonds*Investing.Average_bond_yield
RBNS_bonds__returning	Погашення РЗНЗ у вигляді облігацій	RBNS_bonds/Average_RBNS_bond_term
RBNS_cash_available_for_investment	РЗНЗ у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді	RBNS_cash+RBNS_deposit_returning+RBNS_bonds_returning+RBNS_other_investments_returning+RBNS_stock_selling
RBNS_deposit__additions_1	Інвестування РЗНЗ у депозити 1 етап	min(Allowed_reserve_RBNS_additions,Desired_RBNS_deposits_additions)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_deposit__additions_2 =	Інвестування РЗНЗ у депозити 2 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=7 or RBNS_investing_profitability_ranking=10 or RBNS_investing_profitability_ranking=13 or RBNS_investing_profitability_ranking=15 or RBNS_investing_profitability_ranking=19 or RBNS_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(RBNS_reserved__cash_2, Allowed_reserve__RBNS_addtions) ELSE 0)
RBNS_Reserve__additions_3	Інвестування РЗНЗ у депозити 3 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=8 or RBNS_investing_profitability_ranking=12 or RBNS_investing_profitability_ranking=14 or RBNS_investing_profitability_ranking=18 or RBNS_investing_profitability_ranking=22 or RBNS_investing_profitability_ranking=23 )THEN min(RBNS_reserved__cash_3, Allowed_reserve__RBNS_addtions) ELSE 0)
RBNS_deposit__additions_4	Інвестування РЗНЗ у депозити 4 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=9 or RBNS_investing_profitability_ranking=11 or RBNS_investing_profitability_ranking=16 or RBNS_investing_profitability_ranking=17 or RBNS_investing_profitability_ranking=21 or RBNS_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(RBNS_reserved__cash_4, Allowed_reserve__RBNS_addtions) ELSE 0)
RBNS_deposit__interest	Доходи від РЗНЗ у вигляді депозитів	RBNS_deposits*Investing.Average_deposit__interest_rate
RBNS_deposit__returning	Погашення РЗНЗ у вигляді депозитів	RBNS_deposits/Average_RBNS__deposit_term
RBNS_investing_profitability_ranking	Рейтинг інвестиційної прибутковості активів для РЗНЗ	* Аналогічно до ER_investing_profitability_ranking

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_liquid_assets	РЗНЗ у вигляді ліквідних активів	RBNS__cash+RBNS_deposits+RBNS_bonds
RBNS_max_achievable__total_investment	Максимальний рівень інвестованого РЗНЗ	RBNS__cash+RBNS_deposits+RBNS_bonds+RBNS__stock+RBNS_o ther
RBNS_nonliquid_assets	РЗНЗ у вигляді неліквідних активів	RBNS__stock+RBNS_other
RBNS_other_investments_profit_or_loss	Доходи від інвестування РЗНЗ в інші активи	RBNS_other*Investing.Expected_other__investment_yield
RBNS_other_investments_returning	Погашення РЗНЗ у вигляді інших активів	RBNS_other/Average_RBNS_other_investment_term
RBNS_other__additions_1	Інвестування РЗНЗ у інші активи 1 етап	min(Desired_RBNS__other_investments_additions,Available_and_allo wed_RBNS_other_investments_additions)
RBNS_other__additions_2	Інвестування РЗНЗ у інші активи 2 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=5 or RBNS_investing_profitability_ranking=6 or RBNS_investing_profitability_ranking=11 or RBNS_investing_profitability_ranking=12 or RBNS_investing_profitability_ranking=17 or RBNS_investing_profitability_ranking=18 )THEN min(RBNS_reserved_cash_2, Available_and_allowed_RBNS_other_investments_additions)ELSE 0)
RBNS_other__additions_3	Інвестування РЗНЗ у інші активи 3 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=3 or RBNS_investing_profitability_ranking=4 or RBNS_investing_profitability_ranking=9 or RBNS_investing_profitability_ranking=10 or RBNS_investing_profitability_ranking=15 or RBNS_investing_profitability_ranking=16 )THEN min(RBNS_reserved_cash_3, Available_and_allowed_RBNS_other_investments_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_other__additions_4	Інвестування РЗНЗ у інші активи 4 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=1 or RBNS_investing_profitability_ranking=2 or RBNS_investing_profitability_ranking=7 or RBNS_investing_profitability_ranking=8 or RBNS_investing_profitability_ranking=13 or RBNS_investing_profitability_ranking=14 )THEN min(RBNS_reserved__cash_4, Available_and_allowed_RBNS_other_investments_additions)ELSE 0)
RBNS_reserved__cash_2	Надлишкові готівкові кошти РЗНЗ 2 етап	RBNS_cash_available_for_investment-RBNS_deposit__additions_1-RBNS_bonds__additions_1-RBNS_stock__additions_1-RBNS_other__additions_1
RBNS_reserved__cash_3	Надлишкові готівкові кошти РЗНЗ 3 етап	RBNS_reserved__cash_2-RBNS_deposit__additions_2-RBNS_bonds__additions_2-RBNS_stock__additions_2-RBNS_other__additions_2
RBNS_reserved__cash_4	Надлишкові готівкові кошти РЗНЗ 4 етап	RBNS_reserved__cash_3-RBNS_Reserve__additions_3-RBNS_bonds__additions_3-RBNS_stock__additions_3-RBNS_other__additions_3
RBNS_stock_profit_or_loss_and_dividends	Доходи від інвестування РЗНЗ у акції	RBNS__stock*Investing.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested +RBNS__stock*RBNS_stock__selling_decision*Investing.Expected_stock__price_growth
RBNS_stock__additions_1	Інвестування РЗНЗ у акції 1 етап	min(Desired_RBNS__stock_additions,Available_and_allowed_RBNS__stock_additions)
RBNS_stock__additions_2 =	Інвестування РЗНЗ у акції 2 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=2 or RBNS_investing_profitability_ranking=4 or RBNS_investing_profitability_ranking=8 or RBNS_investing_profitability_ranking=9 or RBNS_investing_profitability_ranking=23 or RBNS_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(RBNS_reserved__cash_2,Available_and_allowed_RBNS_stock_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
RBNS_stock__additions_3	Інвестування РЗНЗ у акції 3 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=1 or RBNS_investing_profitability_ranking=5 or RBNS_investing_profitability_ranking=7 or RBNS_investing_profitability_ranking=11 or RBNS_investing_profitability_ranking=20 or RBNS_investing_profitability_ranking=21 )THEN min(RBNS_reserved__cash_3,Available_and_allowed_RBNS_stock_additions)ELSE 0)
RBNS_stock__additions_4	Інвестування РЗНЗ у акції 4 етап	(IF(RBNS_investing_profitability_ranking=3 or RBNS_investing_profitability_ranking=6 or RBNS_investing_profitability_ranking=10 or RBNS_investing_profitability_ranking=12 or RBNS_investing_profitability_ranking=19 or RBNS_investing_profitability_ranking=22 )THEN min(RBNS_reserved__cash_4,Available_and_allowed_RBNS_stock_additions)ELSE 0)
RBNS__stock_selling	Повернення РЗНЗ у вигляді акцій	RBNS__stock*RBNS_stock__selling_decision
Reported_but_not_settled_claims_reserve_gap	Нестача РЗНЗ	if (Desired_reported_but_not_settled_claims_reserve-RBNS__cash-RBNS_deposits-RBNS_bonds-RBNS__stock-RBNS_other)>=0 then Desired_reported_but_not_settled_claims_reserve-RBNS__cash-RBNS_deposits-RBNS_bonds-RBNS__stock-RBNS_other else max((Desired_reported_but_not_settled_claims_reserve-RBNS__cash-RBNS_deposits-RBNS_bonds-RBNS__stock-RBNS_other),-RBNS__cash)
Stock_supply_after_RBNS_and_UPR_investing	Пропозиція акцій після інвестування РЗНЗ та РНП	Stock_supply-Total_UPR__stock_additions-Total_RBNS__stock_additions
Stock_supply_after_RBNS_UPR_IBNR_investing	Пропозиція акцій після інвестування РЗНЗ, РНП та РЗН	Stock_supply-Total_UPR__stock_additions-Total_IBNR__stock_additions-Total_RBNS__stock_additions
Stock_supply_after_reserve_investing	Пропозиція акцій після інвестування страхових резервів	Stock_supply-Total_UPR__stock_additions-Total_ER__stock_additions-Total_RBNS__stock_additions-Total_IBNR__stock_additions

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Stock_supply_after_UPR_investing	Пропозиція акцій після інвестування РНП	Stock_supply-Total_UPR__stock_additions
Total_ER__bonds_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РКЗ в облігації	ER_bonds__additions_4+ER_bonds__additions_3+ER_bonds__additions_2+ER_bonds__additions_1
Total_ER__deposits_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РКЗ в депозити	ER_deposit__additions_4+ER_deposit__additions_1+ER_deposit__additions_2+ER_Reserve__additions_3
Total_ER__investing_result	Загальні доходи від інвестування РКЗ	ER_deposit__interest+ER_bonds__coupons+ER_other_investments_profit_or_loss+ER_stock_profit_or_loss_and_dividends
Total_ER__other_investments_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РКЗ в інші активи	ER_other__additions_4+ER_other__additions_3+ER_other__additions_2+ER_other__additions_1
Total_ER__stock_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РКЗ в акції	ER_stock__additions_4+ER_stock__additions_3+ER_stock__additions_2+ER_stock__additions_1
Total_IBNR_claims_reserve	РНЗ	IBNR__cash+IBNR_deposits+IBNR__bonds+IBNR__stock+IBNR__other
Total_IBNR__bonds_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНЗ в облігації	IBNR_bonds__additions_4+IBNR_bonds__additions_3+IBNR_bonds__additions_2+IBNR_bonds__additions_1
Total_IBNR__deposits_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНЗ в депозити	IBNR_deposit__additions_4+IBNR_deposit__additions_1+IBNR_deposit__additions_2+IBNR_Reserve__additions_3
Total_IBNR__investing_result	Загальні доходи від інвестування РНЗ	IBNR_deposit__interest+IBNR_bonds__coupons+IBNR_other_investments_profit_or_loss+IBNR_stock_profit_or_loss_and_dividends
Total_IBNR__other_investments_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНЗ в інші активи	IBNR_other__additions_4+IBNR_other__additions_3+IBNR_other__additions_2+IBNR_other__additions_1
Total_IBNR__stock_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНЗ в акції	IBNR_stock__additions_4+IBNR_stock__additions_3+IBNR_stock__additions_2+IBNR_stock__additions_1
Total_RBNS_claims_reserve	РЗНЗ	RBNS__cash+RBNS_deposits+RBNS_bonds+RBNS__stock+RBNS__other
Total_RBNS__bonds_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РЗНЗ в облігації	RBNS_bonds__additions_4+RBNS_bonds__additions_3+RBNS_bonds__additions_2+RBNS_bonds__additions_1

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Total_RBNS__deposits_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РЗНЗ в депозити	$RBNS\_deposit\_additions\_4+RBNS\_deposit\_additions\_1+RBNS\_deposit\_additions\_2+RBNS\_Reserve\_additions\_3$
Total_RBNS__investing_result	Загальні доходи від інвестування РЗНЗ	$RBNS\_deposit\_interest+RBNS\_bonds\_coupons+RBNS\_other\_investments\_profit\_or\_loss+RBNS\_stock\_profit\_or\_loss\_and\_dividends$
Total_RBNS__other_investments_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РЗНЗ в інші активи	$RBNS\_other\_additions\_4+RBNS\_other\_additions\_3+RBNS\_other\_additions\_2+RBNS\_other\_additions\_1$
Total_RBNS__stock_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РЗНЗ в акції	$RBNS\_stock\_additions\_4+RBNS\_stock\_additions\_3+RBNS\_stock\_additions\_2+RBNS\_stock\_additions\_1$
Total_UPR_bonds_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНП в облігації	$UPR\_bonds\_additions\_4+UPR\_bonds\_additions\_3+UPR\_bonds\_additions\_2+UPR\_bonds\_additions\_1$
Total_UPR_deposits_additions =	Розрахунковий обсяг інвестування РНП в депозити	$UPR\_deposit\_additions\_4+UPR\_deposit\_additions\_1+UPR\_deposit\_additions\_2+UPR\_deposit\_additions\_3$
Total_UPR__investing_result	Загальні доходи від інвестування РНП	$UPR\_deposit\_interest+UPR\_bonds\_coupons+UPR\_other\_investments\_profit\_or\_loss+UPR\_stock\_profit\_or\_loss\_and\_dividends$
Total_UPR__other_investments_additions	Розрахунковий обсяг інвестування РНП в інші активи	$UPR\_other\_additions\_4+UPR\_other\_additions\_3+UPR\_other\_additions\_2+UPR\_other\_additions\_1$
Total_UPR__stock_additions =	Розрахунковий обсяг інвестування РНП в акції	$UPR\_stock\_additions\_4+UPR\_stock\_additions\_3+UPR\_stock\_additions\_2+UPR\_stock\_additions\_1$
Total_equalization_reserve	РКЗ	$ER\_cash+ER\_deposits+ER\_bonds+ER\_stock+ER\_other$
Unearned_premium_reserve	РНП	$UPR\_cash+UPR\_deposits+UPR\_bonds+UPR\_stock+UPR\_other$
Unearned_premium__reserve_gap	Нестача РНП	if (Desired_unearned_premium_reserve-UPR_cash-UPR_deposits-UPR_bonds-UPR_stock-UPR_other)>=0 then Desired_unearned_premium_reserve-UPR_cash-UPR_deposits-UPR_bonds-UPR_stock-UPR_other else max((Desired_unearned_premium_reserve-UPR_cash-UPR_deposits-UPR_bonds-UPR_stock-UPR_other),-UPR_cash)
UPR_bonds__additions_1	Інвестування РНП у облігації 1 етап	$min(Available\_and\_allowed\_UPR\_bonds\_additions,Desired\_UPR\_bonds\_additions)$



Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
UPR_bonds__additions_2	Інвестування РНП у облігації 2 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=1 or UPR_investing_profitability_ranking=3 or UPR_investing_profitability_ranking=14 or UPR_investing_profitability_ranking=16 or UPR_investing_profitability_ranking=21 or UPR_investing_profitability_ranking=22)THEN min(Excess_reserved__cash_2,Available_and_allowed_UPR_bonds_additions)ELSE 0)
UPR_bonds__additions_3	Інвестування РНП у облігації 3 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=2 or UPR_investing_profitability_ranking=6 or UPR_investing_profitability_ranking=13 or UPR_investing_profitability_ranking=17 or UPR_investing_profitability_ranking=19 or UPR_investing_profitability_ranking=24)THEN min(Excess_reserved__cash_3,Available_and_allowed_UPR_bonds_additions)ELSE 0)
UPR_bonds__additions_4	Інвестування РНП у облігації 4 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=4 or UPR_investing_profitability_ranking=5 or UPR_investing_profitability_ranking=15 or UPR_investing_profitability_ranking=18 or UPR_investing_profitability_ranking=20 or UPR_investing_profitability_ranking=23)THEN min(Excess_reserved__cash_4,Available_and_allowed_UPR_bonds_additions)ELSE 0)
UPR_bonds__coupons	Доходи від РНП у вигляді облігацій	UPR_bonds*Investing.Average__bond_yield
UPR_bonds__returning	Погашення РНП у вигляді облігацій	UPR_bonds/Average_UPR_bond_term
UPR_cash_available_for_investment	РНП у вигляді готівкових коштів доступних для інвестування у наступному періоді	UPR_cash+UPR_deposit__returning+UPR_bonds__returning+UPR_other_investments_returning+UPR_stock_selling
UPR_deposit__additions_1	Інвестування РНП у депозити 1 етап	min(Allowed_reserve__deposit_addtions,Desired_UPR_deposits_additions)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
UPR_deposit__additions _2	Інвестування РНП у депозити 2 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=7 or UPR_investing_profitability_ranking=10 or UPR_investing_profitability_ranking=13 or UPR_investing_profitability_ranking=15 or UPR_investing_profitability_ranking=19 or UPR_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(Excess_reserved__cash_2, Allowed_reserve__deposit_addtions) ELSE 0)
UPR_deposit__additions _3	Інвестування РНП у депозити 3 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=8 or UPR_investing_profitability_ranking=12 or UPR_investing_profitability_ranking=14 or UPR_investing_profitability_ranking=18 or UPR_investing_profitability_ranking=22 or UPR_investing_profitability_ranking=23 )THEN min(Excess_reserved__cash_3, Allowed_reserve__deposit_addtions) ELSE 0)
UPR_deposit__additions _4	Інвестування РНП у депозити 4 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=9 or UPR_investing_profitability_ranking=11 or UPR_investing_profitability_ranking=16 or UPR_investing_profitability_ranking=17 or UPR_investing_profitability_ranking=21 or UPR_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(Excess_reserved__cash_4, Allowed_reserve__deposit_addtions) ELSE 0)
UPR_deposit__interest	Доходи від РНП у вигляді депозитів	UPR_deposits*Investing.Average_deposit__interest_rate
UPR_deposit__returning	Погашення РНП у вигляді депозитів	UPR_deposits/Average_UPR__deposit_term
UPR_investing_profitability_ranking	Рейтинг інвестиційної прибутковості активів для РНП	* Аналогічно до ER_investing_profitability_ranking
UPR_Liquid_assets	РНП у вигляді ліквідних активів	UPR_cash+UPR_deposits+UPR_bonds
UPR_max_achievable__total_investment	Максимальний рівень інвестованого РНП	UPR_cash+UPR_deposits+UPR_bonds+UPR_stock+UPR_other
UPR_nonliquid_assets	РНП у вигляді неліквідних активів	UPR_stock+UPR_other

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
UPR_other_investments_profit_or_loss	Доходи від інвестування РНП в інші активи	UPR_other*Investing.Expected_other_investment_yield
UPR_other_investments_returning	Погашення РНП у вигляді інших активів	UPR_other/Average_UPR_other_investment_term
UPR_other_additions_1	Інвестування РНП у інші активи 1 етап	min(Desired_UPR_other_investments_additions,Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)
UPR_other_additions_2	Інвестування РНП у інші активи 2 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=5 or UPR_investing_profitability_ranking=6 or UPR_investing_profitability_ranking=11 or UPR_investing_profitability_ranking=12 or UPR_investing_profitability_ranking=17 or UPR_investing_profitability_ranking=18 )THEN min(Excess_reserved_cash_2, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)
UPR_other_additions_3	Інвестування РНП у інші активи 3 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=3 or UPR_investing_profitability_ranking=4 or UPR_investing_profitability_ranking=9 or UPR_investing_profitability_ranking=10 or UPR_investing_profitability_ranking=15 or UPR_investing_profitability_ranking=16 )THEN min(Excess_reserved_cash_3, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)
UPR_other_additions_4	Інвестування РНП у інші активи 4 етап	(IF(UPR_investing_profitability_ranking=1 or UPR_investing_profitability_ranking=2 or UPR_investing_profitability_ranking=7 or UPR_investing_profitability_ranking=8 or UPR_investing_profitability_ranking=13 or UPR_investing_profitability_ranking=14 )THEN min(Excess_reserved_cash_4, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
UPR_stock_profit_or_loss_and_dividends	Доходи від РНП у вигляді акцій	$UPR\_stock * Investing.Expected\_stock\_dividend\_per\_UAH\_invested + UPR\_stock * UPR\_stock\_selling\_decision * Investing.Expected\_stock\_price\_growth$
UPR_stock_selling	Повернення РНП у вигляді акцій	$UPR\_stock * UPR\_stock\_selling\_decision$
UPR_stock__additions_1	Інвестування РНП у акції 1 етап	$min(Desired\_UPR\_stock\_additions, Available\_and\_allowed\_UPR\_stock\_additions)$
UPR_stock__additions_2	Інвестування РНП у акції 2 етап	$(IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=2 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=4 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=8 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=9 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=23 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=24 )THEN min(Excess\_reserved\_cash\_2, Available\_and\_allowed\_UPR\_stock\_additions)ELSE 0)$
UPR_stock__additions_3	Інвестування РНП у акції 3 етап	$(IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=1 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=5 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=7 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=11 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=20 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=21 )THEN min(Excess\_reserved\_cash\_3, Available\_and\_allowed\_UPR\_stock\_additions)ELSE 0)$
UPR_stock__additions_4	Інвестування РНП у акції 4 етап	$(IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=3 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=6 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=10 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=12 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=19 \text{ or } UPR\_investing\_profitability\_ranking=22 )THEN min(Excess\_reserved\_cash\_4, Available\_and\_allowed\_UPR\_stock\_additions)ELSE 0)$

Екзогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Значення
AverageER_bond_term	Середня тривалість погашення облігацій	4
AverageER_other_investment_term	Середня тривалість інвестування в інші активи	8
Average_ER_deposit_term	Середня тривалість депозиту	4
Average_exppected_losses	Середні очікувані збитки	0.23
Average_IBNR_bond_term	Середня тривалість погашення РНЗ у вигляді облігацій	4
Average_IBNR_other_investment_term	Середня тривалість інвестування РНЗ у інші активи	8
Average_IBNR_deposit_term	Середня тривалість РНЗ у вигляді депозиту	4
Average_RBNS_other_investment_term	Середня тривалість інвестування РЗНЗ у інші активи	8
Average_RBNS_bond_term	Середня тривалість погашення РЗНЗ у вигляді облігацій	4
Average_RBNS_deposit_term	Середня тривалість РЗНЗ у вигляді депозиту	4
Average_UPR_bond_term	Середня тривалість погашення РНП у вигляді облігацій	4
Average_UPR_other_investment_term	Середня тривалість інвестування РНП у інші активи	8
Average_UPR_deposit_term	Середня тривалість РНП у вигляді депозиту	4
Bonds_supply	Пропозиція облігацій на ринку	1000000
ER_other_investments_share_limit	Ліміт частки інвестування РКЗ у інші активи	1
ER_bonds_share_limit	Ліміт частки інвестування РКЗ у облігації	1
ER_deposits_share_limit	Ліміт частки інвестування РКЗ у депозити	1
ER_stock_share_limit	Ліміт частки інвестування РКЗ у акції	1
ER_stock_selling_decision	Рішення про продаж РКЗ у вигляді акцій	0
Fraction_of_reinsurers_DATA	Частка перестраховика у страхових резервах	Розраховано на основі фінансової звітності
IBNR_bonds_share_limit	Ліміт частки інвестування РНЗ у облігації	1
IBNR_deposits_share_limit	Ліміт частки інвестування РНЗ у депозити	1
IBNR_other_investments_share_limit	Ліміт частки інвестування РНЗ у інші активи	1
IBNR_stock_share_limit	Ліміт частки інвестування РНЗ у акції	1
IBNR_stock_selling_decision	Рішення про продаж РНЗ у вигляді акцій	0

Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
Other_investments_supply	Пропозиція інших активів на ринку	1000000
RBNS_bonds_share_limit	Ліміт частки інвестування РЗНЗ у облігації	1
RBNS_deposits_share_limit	Ліміт частки інвестування РЗНЗ у депозити	1
RBNS_other_investments_share_limit	Ліміт частки інвестування РЗНЗ у інші активи	1
RBNS_stock_share_limit	Ліміт частки інвестування РЗНЗ у інші акції	1
RBNS_stock_selling_decision	Рішення про продаж РЗНЗ у вигляді акцій	0
Reserve_bonds_share_limit	Ліміт частки інвестування РНП у облігації	1
Reserve_deposits_share_limit	Ліміт частки інвестування РНП у депозити	1
Reserve_other_investments_share_limit	Ліміт частки інвестування РНП у інші активи	1
Reserve_stock_share_limit	Ліміт частки інвестування РНП у інші акції	1
Stock_supply	Пропозиція активів на ринку	1000000
Switcher_IBNR	Перемикач формування РНЗ	0
Switcher_RBNS_ON	Перемикач формування РЗНЗ	0
UPR_stock_selling_decision	Рішення про продаж РНП у вигляді акцій	0

Рівняння змінної ER\_investing\_profitability\_ranking:

```

IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yieldsd) AND
(Maximum_ER_stock_yieldsd>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(1)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yieldsd) AND (Maximum_ER_stock_yieldsd>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(2)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yieldsd))THEN(3)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yieldsd) AND (Maximum_ER_stock_yieldsd>=Maximum_ER__other_investments_yield)
AND (Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(4)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yieldsd) AND

```

```

(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(5)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(6)ELSE IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(7)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND (Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(8)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND (Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(9)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield)
AND (Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(10)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(11)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(12)ELSE IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield)
AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(13)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(14)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield)
AND (Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(15)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(16)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(17)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(18)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield)
AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(19)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields)

```

```
AND (Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(20)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND (Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(22)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND (Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield)
AND (Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND (Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
```



## Додаток Д

## Рівняння адаптованої моделі на основі даних ПрАТ «Актив-Страховання»

Таблиця Д.1

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Ключові фінансові показники»

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Показник	Модуль
Investment_cash	Готівкові кошти для інвестування	Investing/Інвестування
Deposits	Інвестиційні активи у вигляді депозитів	Investing/Інвестування
Bonds	Інвестиційні активи у вигляді облігацій	Investing/Інвестування
Stock	Інвестиційні активи у вигляді акцій	Investing/Інвестування
Account_receivable	Дебіторська заборгованість	Investing/Інвестування
Total_investing_result	Валова дохідність інвестицій	Investing/Інвестування
Cash	Гроші та їх еквіваленти	Cash/Грошові кошти
Insurance_and_reinsurance_premium_revenues	Страхові та перестрахові доходи	Cash/Грошові кошти
Tax_overdue	Заборгованість за податковими зобов'язаннями	Tax_calculation/Податкові розрахунки
Accounts_payable	Кредиторська заборгованість	Claims/Вимоги
Salary_backlog	Заборгованість із заробітної плати	Human_resources/Працівники
FA_backlog	Заборгованість за придбаними необоротними активами	Fixed_assets/Необоротні активи
Fixed_assets	Необоротні активи	Fixed_assets/Необоротні активи
Payments_to_reinsurers_backlog	Заборгованість за платежами перестраховику	Reinsurance/Перестраховання
ER_cash	Резерв коливань збитковості у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
UPR_cash	Резерв незароблених премій у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
IBNR_cash	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
RBNS_cash	Резерв заявлених, але не виплачених збитків у вигляді грошових коштів	Reserving/Резервування
Unearned_premium_reserves	Резерв незароблених премій	Reserving/Резервування
Total_RBNS_claims_reserve	Резерв заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Total_IBNR_claims_reserve	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування

<b>Вхідні параметри</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Модуль</b>
Total_equalization_reserve	Резерв коливань збитковості	Reserving/Резервування
ER_liquid_assets	Резерв коливань збитковості у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
IBNR_liquid_assets	Резерв збитків, які виникли, але не заявлені у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
RBNS_liquid_assets	Резерв заявлених, але не виплачених збитків у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
UPR_Liquid_assets	Резерв незароблених премій у вигляді ліквідних активів	Reserving/Резервування
Total_RBNS_investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву збитків, які виникли, але не заявлені	Reserving/Резервування
Total_ER_investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву коливань збитковості	Reserving/Резервування
Total_IBNR_investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву заявлених, але не виплачених збитків	Reserving/Резервування
Total_UPR_investing_result	Загальні доходи від інвестування резерву незароблених премій	Reserving/Резервування
Fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves	Частка перестраховика у резерві незароблених премій	Reserving/Резервування
Fraction_of_RBNS_claims_reserveerves	Частка резерву заявлених але не виплачених збитків у страхових резервах	Reserving/Резервування
RE_or_AL	Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	Equity/Власний капітал
Paid_in_capital	Зареєстрований (статутний) капітал	Equity/Власний капітал
<b>Ендогенні змінні</b>		
<b>Умовне позначення</b>	<b>Показник</b>	<b>Формула розрахунку</b>
Asset_turnover_ratio	Коефіцієнт оборотності активів	if (Total_assets-HISTORY(Total_assets,TIME-1))=0 THEN 99999999999999999999 else Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues/((Total_assets+HISTORY(Total_assets,TIME-1))/2)

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Balance	Показник балансу	Total_assets-Total_equity_and_liabilities
Logit_conclusion	Результат оцінки ймовірності банкрутства за логіт-моделлю	1/(1+2.71828182845904523536028747135266249775724709369995^(-(C0+C1*Share_of_liquid_assets_in_balance+C2*Share_of_equity_in_balance+Investment_yield_ratio*C3+Asset_turnover_ratio*C4+Share_of_liabilities_in_balance*C5+C6*Working_capital_to_sales)))
DT_conclusion	Результат оцінки ймовірності банкрутства за деревом рішень	IF(Investment_yield_ratio<=0) THEN 1 ELSE (IF (Share_of_liquid_assets_in_balance>0.993) THEN 1 ELSE (IF (Inverted_equity_turnover_ratio>280.729) THEN 1 ELSE (IF(Investment_yield_ratio>1.448) THEN 1 ELSE (IF (Asset_turnover_ratio<=0.001) THEN 1 ELSE (IF (Quick_ratio<=0.786) THEN 1 ELSE 0))))))
Inverted_equity_turnover_ratio	Обернений коефіцієнт оборотності власного капіталу	if (Total_equity-HISTORY(Total_equity,TIME-1))=0 then 99999999999999999999999999999999 else if Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues=0 then 99999999999999999999999999999999 else 1/Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues/((Total_equity+HISTORY(Total_equity,TIME-1))/2)
Invested_assets	Інвестовані активи	Reserving.ER__cash-Reserving.UPR_cash-Reserving.IBNR__cash-Reserving.RBNS__cash+Reserving.Unearned_premium_reserves+Reserving.Total_RBNS_claims_reserve+Reserving.Total_IBNR_claims_reserve+Reserving.Total_equalization_reserve+Investing.Deposits+Investing.Bonds+Investing.Stock+Investing.Account_receivable
Investment_yield_ratio	Коефіцієнт доходності інвестицій	if (Invested_assets-HISTORY(Invested_assets,TIME-1))=0 then 99999999999999999999999999999999 else Total_investing_result/((Invested_assets+HISTORY(Invested_assets,TIME-1))/2)

Ендогенні зміни		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Liabilities	Зобов'язання	Tax_calculation.Tax__overdue+Claims.Accounts__payable+Human_resources.Salary_backlog+Fixed__assets.FA_backlog+Reinsurance.Payments_to_reinsurers_backlog
Liquid_assets	Оборотні активи	Reserving.ER_liquid_assets+Reserving.IBNR_liquid_assets+Reserving.RBNS_liquid_assets+Reserving.UPR_Liquid_assets+Cash.Cash+Investing.Deposits*0+Investing.Investment_cash+Investing.Bonds
Quick_ratio	Коефіцієнт швидкої ліквідності	if Liabilities=0 then 9999999999999999 else Liquid_assets/(Liabilities)
Share_of_equity_in_balance	Частка власного капіталу у валюті балансу	Total_equity/Total_assets
Share_of_liabilities_in_balance	Частка зобов'язань у валюті балансу	Liabilities/Total_assets
Share_of_liquid_assets_in_balance	Частка оборотних активів у валюті балансу	Liquid_assets/Total_assets
Total_assets	Активи	Fixed__assets.Fixed_assets+Investing.Investment_cash+Investing.Deposits+Investing.Bonds+Investing.Stock+Investing.Account_receivable+Cash.Cash+Total_share_of_reinsurers_in_reserves+Reserving.Unearned_premium_reserves+Reserving.Total_RBNS_claims_reserve+Reserving.Total_IBNR_claims_reserve+Reserving.Total__equalization_reserve
Total_equity	Власний капітал	Equity.RE_or_AL+Equity.Paid_in_capital
Total_equity_and_liabilities	Власний капітал та зобов'язання	Equity.Paid_in_capital+Equity.RE_or_AL+Tax_calculation.Tax__overdue+Claims.Accounts__payable+Human_resources.Salary_backlog+Fixed__assets.FA_backlog+Reinsurance.Payments_to_reinsurers_backlog+Total_reserves
Total_investing_result	Результат від інвестування	Investing.Total__investing_result+Reserving.Total_RBNS__investing_result+Reserving.Total_ER__investing_result+Reserving.Total_IBNR__investing_result_2+Reserving.Total_UPR__investing_result

Ендогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Total_reserves	Страхові резерви	Reserving.Total_IBNR_claims_reserve+Reserving.Total_RBNS_claims_reserve+Reserving.Unearned_premium_reserves+Reserving.Total_equalization_reserve
Total_share_of_reinsurers_in_reserves	Частка перестраховика у страхових резервах	Reserving.Fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves+Reserving.Fraction_of_RBNS_claims_reserveerves
Working_capital	Робочий капітал	Liquid_assets-Liabilities
Working_capital_to_sales	Коефіцієнт оборотності робочого капіталу	IF Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues=0 THEN 9999999999999999 ELSE ((Working_capital+HISTORY(Working_capital,TIME-1))/2/Cash.Insurance_and_reinsurance_premium_revenues)
Екзогенні змінні		
Умовне позначення	Показник	Значення
C0	0 коефіцієнт логіт-моделі	2.4916
C1	1 коефіцієнт логіт-моделі	1.3801
C2	2 коефіцієнт логіт-моделі	-2.2977
C3	3 коефіцієнт логіт-моделі	0.1862
C4	4 коефіцієнт логіт-моделі	-31.4783
C5	5 коефіцієнт логіт-моделі	-0.9701
C6	6 коефіцієнт логіт-моделі	0.0062

Таблиця Д.2

## Змінні, рівняння та значення констант у модулі «Дані»

Умовне позначення	Показник	Значення
Average_deposit_interest_rate	Середня дохідність депозиту	0.08+step(-0.08+Forecasted_deposit_interest_rate,2014)*Scenario_Deposit_interest_rate
Average_sales_staff_salary	Середня заробітна плата	Розраховано на основі фінансової звітності
Average_bond_yield	Середня дохідність за облігаціями	0.07
Change_in_demand	Зміна у попиті при реалізації відповідного сценарію	0.25
Claims_toggle	Перемикач рівня вимог	0
Claim_denial_share_Data	Часта договорів, за якими відхилено вимоги щодо виплат	Розраховано на основі фінансової звітності

Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Demand_for_the_company's_services_normal	Середній попит на послуги страхових компаній	$\text{Demand\_for\_the\_company's\_services\_norma\_Data} + \text{step}(\text{Scenario\_UP\_Demand} * \text{Change\_in\_demand} * \text{Demand\_for\_the\_company's\_services\_norma\_Data} - \text{Scenario\_DN\_Demand} * \text{Change\_in\_demand} * \text{Demand\_for\_the\_company's\_services\_norma\_Data} + \text{Scenario\_N\_Demand} * 0, 2014)$
Demand_for_the_company's_services_norma_Data	Середній попит на послуги страхових компаній дані	Розраховано на основі фінансової звітності
Desired_diversification_rate	Цільовий рівень диверсифікації інвестицій	$\text{Desired\_diversification\_rate\_Data} + \text{step}(-\text{Desired\_diversification\_rate\_Data} + \text{Desired\_future\_diversification\_rate}, 2014)$
Desired_diversification_rate_Data	Цільовий рівень диверсифікації інвестицій дані	0.4
Desired_future_diversification_rate	Цільовий майбутній рівень диверсифікації інвестицій дані	0.4
Expected_other_investment_yield	Очікувана дохідність інших інвестиційних активів	0
Expected_stock_dividend_per_UAH_invested	Очікуваний обсяг дивідендів від акцій	$0.1 + \text{step}(-0.1 + \text{Forecasted\_stock\_dividend}, 2014) * \text{Scenario\_Stock\_dividend}$
Expected_stock_price_growth	Очікуване зростання ціни акцій	0
Fixed_asset_purchases_Data	Купівля необоротних активів дані	Розраховано на основі фінансової звітності
Fixed_asset_depreciation_time	Період амортизації необоротних активів	Розраховано на основі фінансової звітності
Forecasted_deposit_interest_rate	Прогнозований рівень дохідності депозиту	0.15
Forecasted_stock_dividend	Прогнозована очікуваний обсяг дивідендів від акцій	0.1
Fraction_of_investment_value_decline	Частка зниження вартості інвестицій при реалізації відповідного сценарію	0.5
Insurance_risk_altered	Страховий ризик	$\text{If Claims\_toggle} = 0 \text{ THEN Insurance\_risk ELSE Insurance\_risk} * \text{Claims\_toggle}$
Market_insurance_sum_per_contract	Ринкова середня страхова сума за договором	Розраховано на основі статистичної інформації
Material_costs	Витрати матеріалів	Розраховано на основі фінансової звітності
Paid_in_capital_additions_from_revaluation	Зміна зареєстрованого капіталу від переоцінки	$\text{Paid\_in\_capital\_additions\_from\_revaluation\_Data} - \text{step}(\text{Investing\_Stock} * \text{Fraction\_of\_investment\_value\_decline} * \text{Scenario\_Revaluation}, 2014)$

Умовне позначення	Показник	Формула розрахунку
Paid_in_capital_additions_from_revaluation_Data	Зміна зареєстрованого капіталу від переоцінки дані	Розраховано на основі фінансової звітності
Price_index	Індекс споживчих цін	Розраховано на основі статистичної інформації
Revenue_and_losses_from_stock_issue_Data	Доходи та видатки від випуску акцій	Розраховано на основі фінансової звітності
Sales_staff_Initial	Кількість персоналу з реалізації початкова	44+7+3
Scenario_Deposit_interest_rate	Перемикач сценарію зміни дохідності депозитів	0
Scenario_DN_Demand	Перемикач сценарію зменшення попиту	0
Scenario_N_Demand	Перемикач сценарію збереження попиту	1
Scenario_Revaluation	Перемикач сценарію переоцінки інвестицій	0
Scenario_Stock_dividend	Перемикач сценарію виплати дивідендів за акціями в активах	0
Scenario_UP_Demand	Перемикач сценарію зростання попиту	0
Share_of_insurance_sum_to_be_reinsured	Частка страхової суми для передачі перестраховику	Розраховано на основі фінансової звітності
Social_tax_rate	Ставка соціального внеску	Розраховано на основі фінансової звітності
Unearned_premium_reserves_Data	Резерв незароблених премій дані	Розраховано на основі фінансової звітності

### Решта рівнянь моделі на основі даних ПрАТ «Актив-Страховання»

Rate\_adjustment\_SWITCH = 0

Reserves\_SWITCH = 1

#### Actuarial:

Gross\_insurance\_rate(t) = Gross\_insurance\_rate(t - dt) + (Change\_in\_gross\_insurance\_rate) \* dt

INIT Gross\_insurance\_rate = Data.Gross\_insurance\_rate\_Data

INFLOWS:

Change\_in\_gross\_insurance\_rate = (Indicated\_gross\_insurance\_rate - Gross\_insurance\_rate) / Time\_to\_adjust\_insurance\_rate

Acquisition\_costs = if Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects=0 then 0 else

Human\_resources.Variable\_marketing\_costs \* Share\_of\_acquisition\_costs\_in\_variable\_marketing\_costs / Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects \* 100

Average\_market\_insurance\_rate = Gross\_insurance\_rate \* (1 - Rate\_adjustment\_SWITCH) + Rate\_adjustment\_SWITCH

Case\_conduction\_costs = Acquisition\_costs + Liquidation\_costs

Indicated\_gross\_insurance\_rate = 100 \* Net\_insurance\_rate / (100 - Case\_conduction\_costs - Planned\_profitability) \* Rate\_adjustment\_SWITCH

+ Gross\_insurance\_rate \* Data.Price\_index \* (1 - Rate\_adjustment\_SWITCH)

Liquidation\_costs = if Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects=0 then 0 else  
 Claims.Liquidation\_costs/Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects\*100  
 Net\_insurance\_rate = if Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects=0 then 0 else  
 (Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding/Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects+Risk\_premium)  
 Planned\_pofitability = 24.735  
 Quantile\_of\_risk = 0  
 Relative\_\_insurace\_rate = Gross\_\_insurance\_rate/Average\_market\_\_insurance\_rate  
 Risk\_premium = 1.2\*Quantile\_of\_risk  
 Share\_of\_acquisition\_costs\_in\_variable\_marketing\_costs = 0.1  
 Time\_to\_adjust\_insurance\_rate = 0.75  
 Total\_insurance\_sum\_of\_insured\_objects =  
 Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract\*Underwriting.Contracts\_signed

#### *Cash:*

Cash(t) = Cash(t - dt) + (Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues + Other\_revenues\_or\_losses +  
 Capital\_additions - Tax\_payment - Costs\_and\_expenses - Investing\_and\_returning - Reserving\_UPR -  
 Insurance\_and\_reinsurance\_payouts - Insurance\_premiums\_ceded - Fixed\_assets\_purchases - Reserving\_RBNS -  
 Reserving\_IBNR - Reserving\_ER) \* dt  
 INIT Cash = Data.Cash\_Data

#### INFLOWS:

Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues = Underwriting.Gross\_insurance\_\_premiums\_written  
 Other\_revenues\_or\_losses =  
 (Fixed\_\_assets.Fixed\_asset\_sales+Investing.Total\_\_investing\_result+Reserving.Total\_UPR\_\_investing\_result)+Re  
 insurance.Insurance\_payouts\_compensated+Reserving.Total\_RBNS\_\_investing\_result+Reserving.Total\_IBNR\_\_i  
 nvesting\_result\_2+Reserving.Total\_ER\_\_investing\_result+Reinsurance.Other\_reinsurance\_related\_revenues+Data.  
 Revenue\_and\_losses\_from\_stock\_issue\_Data  
 Capital\_additions = Equity.Paid\_in\_capital\_change\*0

#### OUTFLOWS:

Tax\_payment = Tax\_calculation.Total\_tax\_to\_be\_paid  
 Costs\_and\_expenses = Human\_resources.Total\_costs+Claims.Liquidation\_costs  
 Investing\_and\_returning = Investing.Indicated\_investing\_and\_returning  
 Reserving\_UPR = Reserving.Unearned\_premium\_reserves\_gap  
 Insurance\_and\_reinsurance\_payouts = Claims.Total\_insurance\_payouts\_outstanding  
 Insurance\_premiums\_ceded = Reinsurance.Insurance\_premiums\_ceded  
 Fixed\_assets\_purchases = Fixed\_\_assets.Desired\_fixed\_assets\_purchases  
 Reserving\_RBNS = Reserving.Reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve\_gap  
 Reserving\_IBNR = Reserving.Incurred\_but\_not\_reported\_reserve\_gap  
 Reserving\_ER = Reserving.Equalization\_reserve\_gap

#### *Claims:*

Accounts\_\_payable(t) = Accounts\_\_payable(t - dt) + (Accounts\_payable\_adjustment) \* dt  
 INIT Accounts\_\_payable = Data.Accounts\_payable\_Data

#### INFLOWS:

Accounts\_payable\_adjustment = Period\_insurance\_payouts\_outstanding-Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts  
 Active\_\_contracts(t) = Active\_\_contracts(t - dt) + (Contract\_signing - Contract\_expiry - Contract\_realization) \* dt  
 INIT Active\_\_contracts = Average\_insurance\_\_contract\_term\*Contract\_signing

#### INFLOWS:

Contract\_signing = Underwriting.Contracts\_signed

#### OUTFLOWS:

Contract\_expiry = Active\_\_contracts/Average\_insurance\_\_contract\_term-Contract\_realization  
 Contract\_realization = Data.Insurance\_risk\_altered\*(1-Data.Claim\_denial\_\_share\_Data)\*Active\_\_contracts  
 Contracts\_waiting\_\_for\_payouts(t) = Contracts\_waiting\_\_for\_payouts(t - dt) + (Contract\_realization -  
 Contract\_settlement) \* dt  
 INIT Contracts\_waiting\_\_for\_payouts = 0

#### INFLOWS:

Contract\_realization = Data.Insurance\_risk\_altered\*(1-Data.Claim\_denial\_\_share\_Data)\*Active\_\_contracts

#### OUTFLOWS:



$Contract\_settlement = Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts / Average\_claim\_sum\_trimmed$   
 $Expired\_contracts(t) = Expired\_contracts(t - dt) + (Contract\_expiry) * dt$   
 INIT  $Expired\_contracts = 0$   
 INFLOWS:  
 $Contract\_expiry = Active\_contracts / Average\_insurance\_contract\_term - Contract\_realization$   
 $Settled\_contracts(t) = Settled\_contracts(t - dt) + (Contract\_settlement) * dt$   
 INIT  $Settled\_contracts = 0$   
 INFLOWS:  
 $Contract\_settlement = Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts / Average\_claim\_sum\_trimmed$   
 $Average\_claim\_sum = smth1(Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract * 1.2, 1)$   
 $Average\_claim\_sum\_trimmed = \min(Underwriting.Average\_insurance\_sum\_per\_contract, Average\_claim\_sum)$   
 $Average\_insurance\_contract\_term = 1$   
 $Claim\_sum\_reported = Average\_claim\_sum\_trimmed * Contract\_realization$   
 $Fraction\_of\_liquidation\_costs\_in\_claim\_sum = 0.001$   
 $Liquidation\_costs = Claim\_sum\_reported * Fraction\_of\_liquidation\_costs\_in\_claim\_sum$   
 $Period\_insurance\_payouts\_outstanding = Contract\_realization * Average\_claim\_sum\_trimmed$   
 $Total\_insurance\_payouts\_outstanding = Period\_insurance\_payouts\_outstanding + Accounts\_payable$

### *Equity:*

$Equity(t) = Equity(t - dt) + (Equity\_additions - Equity\_withdrawal) * dt$   
 INIT  $Equity = Paid\_in\_capital + RE\_or\_AL$   
 INFLOWS:  
 $Equity\_additions = Paid\_in\_capital\_change + Profit\_or\_loss - Tax$   
 OUTFLOWS:  
 $Equity\_withdrawal = Dividend\_decision$   
 $RE\_or\_AL(t) = RE\_or\_AL(t - dt) + (Profit\_or\_loss - Tax - Retained\_earnings\_to\_pain\_in\_capital) * dt$   
 INIT  $RE\_or\_AL = Data.RE\_Data$   
 INFLOWS:  
 $Profit\_or\_loss = Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues + Cash.Other\_revenues\_or\_losses - Fixed\_assets.Fixed\_asset\_depreciation - Reinsurance.Insurance\_premiums\_ceded - Human\_resources.Period\_costs - Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding - Claims.Liquidation\_costs - Total\_reserving\_results$   
 OUTFLOWS:  
 $Tax = Tax\_calculation.Period\_tax$   
 $Retained\_earnings\_to\_pain\_in\_capital = step(RE\_or\_AL, 2011) - step(RE\_or\_AL, 2012)$   
 $Paid\_in\_capital(t) = Paid\_in\_capital(t - dt) + (Paid\_in\_capital\_change + Retained\_earnings\_to\_pain\_in\_capital) * dt$   
 INIT  $Paid\_in\_capital = Data.Paid\_in\_capital\_Data$   
 INFLOWS:  
 $Paid\_in\_capital\_change = Investing.Revaluation$   
 $Retained\_earnings\_to\_pain\_in\_capital = step(RE\_or\_AL, 2011) - step(RE\_or\_AL, 2012)$   
 $Dividend\_decision = 0$   
 $Profit\_after\_tax = Profit\_or\_loss - Tax$   
 $Total\_reserving\_results = Cash.Reserving\_UPR - Reserving.Period\_change\_in\_RUPR + Cash.Reserving\_IBNR + Cash.Reserving\_RBNS + Cash.Reserving\_ER - Reserving.Period\_change\_in\_RRBNS$

### *Fixed assets:*

$Accrued\_depreciation(t) = Accrued\_depreciation(t - dt) + (Fixed\_asset\_depreciation) * dt$   
 INIT  $Accrued\_depreciation = 0$   
 INFLOWS:  
 $Fixed\_asset\_depreciation = Fixed\_assets / Data.Fixed\_asset\_depreciation\_time$   
 $FA\_backlog(t) = FA\_backlog(t - dt) + (Change\_inFA\_backlog) * dt$   
 INIT  $FA\_backlog = 0$   
 INFLOWS:  
 $Change\_inFA\_backlog = Fixed\_asset\_purchases - Cash.Fixed\_assets\_purchases$   
 $Fixed\_assets(t) = Fixed\_assets(t - dt) + (Fixed\_asset\_purchases - Fixed\_asset\_sales - Fixed\_asset\_depreciation) * dt$

INIT Fixed\_assets = Data.Fixed\_assets\_Data

INFLOWS:

Fixed\_asset\_purchases = Cash.Fixed\_assets\_purchases

OUTFLOWS:

Fixed\_asset\_sales = 0

Fixed\_asset\_depreciation = Fixed\_assets/Data.Fixed\_asset\_\_depreciation\_time

Desired\_fixed\_assets\_purchases = Data.Fixed\_asset\_purchases\_Data+Fixed\_asset\_depreciation

### ***Human resources:***

Salary\_backlog(t) = Salary\_backlog(t - dt) + (Change\_in\_salary\_backlog) \* dt

INIT Salary\_backlog = 0

INFLOWS:

Change\_in\_salary\_backlog = Period\_costs+Claims.Liquidation\_costs-Cash.Costs\_and\_expenses

Sales\_staff(t) = Sales\_staff(t - dt) + (Sales\_staff\_hiring - Sales\_staff\_firing) \* dt

INIT Sales\_staff = Data.Sales\_staff\_Initial

INFLOWS:

Sales\_staff\_hiring = 0

OUTFLOWS:

Sales\_staff\_firing = 0

Period\_costs = Variable\_\_marketing\_costs+Data.Material\_costs

Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax = Variable\_\_marketing\_costs\*Data.Social\_tax\_rate

Sales\_capacity = Sales\_staff\*Sales\_staff\_productivity

Sales\_staff\_productivity = 6000

Total\_costs = Period\_costs+Salary\_backlog

Variable\_\_marketing\_costs = Sales\_staff\*Data.Average\_sales\_staff\_salary

### ***Investing:***

Account\_receivable(t) = Account\_receivable(t - dt) + (Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT Account\_receivable = 0

INFLOWS:

Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_\_other\_investments\_additions-

Other\_investments\_\_returning+Desired\_accounts\_receivable

Bonds(t) = Bonds(t - dt) + (Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT Bonds = 0

INFLOWS:

Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_bonds\_additions-Bonds\_\_returning

Deposits(t) = Deposits(t - dt) + (Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT Deposits = 0

INFLOWS:

Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_\_deposits\_additions-Deposit\_\_returning

Investment\_cash(t) = Investment\_cash(t - dt) + (Investing\_and\_returning -

Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning - Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning -

Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - Investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT Investment\_cash = Data.Investment\_Data-Data.Unearned\_premium\_reserves\_Data

INFLOWS:

Investing\_and\_returning = Cash.Investing\_and\_returning

OUTFLOWS:

Investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_\_deposits\_additions-Deposit\_\_returning

Investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_\_other\_investments\_additions-

Other\_investments\_\_returning+Desired\_accounts\_receivable

Investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_bonds\_additions-Bonds\_\_returning

Investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_\_stock\_additions-Stock\_\_selling

Stock(t) = Stock(t - dt) + (Investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning + Revaluation) \* dt

INIT Stock = 0

INFLOWS:

Investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_\_stock\_additions-Stock\_\_selling

```

Revaluation = Data.Paid_in_capital_additions_from_revaluation
Accounts_receivable_fraction = 0.3
Add_investment_nonreturn_probability = 1
Average_deposit_term = 3
Average_other_investment_term = 8
Average_bond_term = 4
Bonds_additions_1 = min(Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing,Desired_bonds_additions)
Bonds_additions_2 = (IF((Investing_profitability_ranking=1 or Investing_profitability_ranking=3 or
Investing_profitability_ranking=14 or Investing_profitability_ranking=16 or
Investing_profitability_ranking=21 or Investing_profitability_ranking=22) and
Fraction_of_bonds<=Data.Desired_diversification_rate )THEN
min(Excess_cash_2,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Bonds_additions_3 = (IF(Investing_profitability_ranking=2 or Investing_profitability_ranking=6 or
Investing_profitability_ranking=13 or Investing_profitability_ranking=17 or
Investing_profitability_ranking=19 or Investing_profitability_ranking=24)THEN
min(Excess_cash_3,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Bonds_additions_4 = (IF(Investing_profitability_ranking=4 or Investing_profitability_ranking=5 or
Investing_profitability_ranking=15 or Investing_profitability_ranking=18 or
Investing_profitability_ranking=20 or Investing_profitability_ranking=23)THEN
min(Excess_cash_4,Reserving.Bonds_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Bonds_coupons = Bonds*Data.Average_bond_yield
Bonds_returning = Bonds/Average_bond_term
Cash_available_for_investment = Investment_cash*(1-Accounts_receivable_fraction)
Deposit_additions_1 = Desired_deposits_additions
Deposit_additions_2 = IF((Investing_profitability_ranking=7 or Investing_profitability_ranking=10 or
Investing_profitability_ranking=13 or Investing_profitability_ranking=15 or
Investing_profitability_ranking=19 or Investing_profitability_ranking=20) and
Fraction_of_deposits<=Data.Desired_diversification_rate) THEN (Excess_cash_2) ELSE 0
Deposit_additions_3 = (IF(Investing_profitability_ranking=8 or Investing_profitability_ranking=12 or
Investing_profitability_ranking=14 or Investing_profitability_ranking=18 or
Investing_profitability_ranking=22 or Investing_profitability_ranking=23 )THEN Excess_cash_3 ELSE 0)
Deposit_additions_4 = (IF(Investing_profitability_ranking=9 or Investing_profitability_ranking=11 or
Investing_profitability_ranking=16 or Investing_profitability_ranking=17 or
Investing_profitability_ranking=21 or Investing_profitability_ranking=24 )THEN Excess_cash_4 ELSE 0)
Deposit_interest = Deposits*Data.Average_deposit_interest_rate
Deposit_returning = Deposits/Average_deposit_term
Desired_accounts_receivable = Accounts_receivable_fraction*Cash_available_for_investment
Desired_deposits_additions = IF(Investing_profitability_ranking>=1 and Investing_profitability_ranking<=6
and Fraction_of_deposits<=Data.Desired_diversification_rate) THEN Cash_available_for_investment ELSE 0
Desired_other_investments_additions = IF (Investing_profitability_ranking>=19 and
Investing_profitability_ranking<=24 and Fraction_of_other<=Data.Desired_diversification_rate) THEN
(Cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_bonds_additions = IF(Investing_profitability_ranking>=7 and Investing_profitability_ranking<=12
and Fraction_of_bonds<=Data.Desired_diversification_rate) THEN (Cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_stock_additions = IF(Investing_profitability_ranking>=13 and Investing_profitability_ranking<=18
and Fraction_of_stock<=Data.Desired_diversification_rate) THEN (Cash_available_for_investment) ELSE 0
Excess_cash_2 = Cash_available_for_investment-Deposit_additions_1-Bonds_additions_1-Stock_additions_1-
Other_additions_1
Excess_cash_3 = Excess_cash_2-Deposit_additions_2-Bonds_additions_2-Stock_additions_2-
Other_additions_2
Excess_cash_4 = Excess_cash_3-Deposit_additions_3-Bonds_additions_3-Stock_additions_3-
Other_additions_3
Fraction_of_bonds = Bonds/Total_investment
Fraction_of_deposits = Deposits/Total_investment
Fraction_of_other = Account_receivable/Total_investment
Fraction_of_stock = Stock/Total_investment

```

Indicated\_investing\_and\_returning = (Cash.Cash-Cash.Tax\_payment-Cash.Reserving\_RBNS-  
 Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_payouts-Cash.Costs\_and\_expenses-Cash.Fixed\_assets\_purchases-  
 Cash.Reserving\_ER-Cash.Reserving\_IBNR-Cash.Reserving\_UPR-  
 Cash.Insurance\_premiums\_ceded)+Equity.Retained\_earnings\_to\_pain\_in\_capital  
 Investing\_profitability\_ranking = IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(1)ELSE  
 IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(2)ELSE  
 IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(3)ELSE  
 IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(4)ELSE  
 IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(5)ELSE  
 IF((Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(6)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(7)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(8)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(9)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(10)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(11)ELSE  
 IF((Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_stock\_yield))THEN(12)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(13)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield))THEN(14)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND  
 (Maximum\_\_deposit\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield))THEN(15)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(16)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_\_bond\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield))THEN(17)ELSE  
 IF((Maximum\_\_stock\_yield>=Maximum\_\_other\_investments\_yield) AND  
 (Maximum\_\_other\_investments\_yield>=Maximum\_\_deposit\_yield) AND

```

(Maximum__deposit_yield>=Maximum__bond_yield))THEN(18)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__deposit_yield) AND
(Maximum__deposit_yield>=Maximum__bond_yield) AND
(Maximum__bond_yield>=Maximum__stock_yield))THEN(19)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__deposit_yield) AND
(Maximum__deposit_yield>=Maximum__stock_yield) AND
(Maximum__stock_yield>=Maximum__bond_yield))THEN(20)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__bond_yield) AND
(Maximum__bond_yield>=Maximum__stock_yield) AND
(Maximum__stock_yield>=Maximum__deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__bond_yield) AND
(Maximum__bond_yield>=Maximum__deposit_yield) AND
(Maximum__deposit_yield>=Maximum__stock_yield))THEN(22)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__stock_yield) AND
(Maximum__stock_yield>=Maximum__deposit_yield) AND
(Maximum__deposit_yield>=Maximum__bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum__other_investments_yield>=Maximum__stock_yield) AND
(Maximum__stock_yield>=Maximum__bond_yield) AND
(Maximum__bond_yield>=Maximum__deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
Maximum__deposit_yield = Cash_available_for_investment*Data.Average_deposit__interest_rate
Maximum__other_investments_yield = Cash_available_for_investment*Data.Expected_other__investment_yield
Maximum__bond_yield = Cash_available_for_investment*Data.Average__bond_yield
Maximum__stock_yield =
Cash_available_for_investment*Data.Expected_stock__price_growth+Data.Expected_stock_dividend_per_UAH_i
nvested*Cash_available_for_investment
Other_investments__profit_or_loss = Account_receivable*Data.Expected_other__investment_yield
Other_investments__returning = Account_receivable/Average_other__investment_term
Other__additions_1 =
min(Desired_other_investments_additions,Reserving.Other_investments_supply_after_reserve_investing)
Other__additions_2 = (IF((Investing_profitability__ranking=5 or Investing_profitability__ranking=6 or
Investing_profitability__ranking=11 or Investing_profitability__ranking=12 or
Investing_profitability__ranking=17 or Investing_profitability__ranking=18) and
Fraction_of_other<=Data.Desired_diversification_rate)THEN min(Excess_cash_2,
Reserving.Other_investments_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Other__additions_3 = (IF(Investing_profitability__ranking=3 or Investing_profitability__ranking=4 or
Investing_profitability__ranking=9 or Investing_profitability__ranking=10 or Investing_profitability__ranking=15
or Investing_profitability__ranking=16 )THEN min(Excess_cash_3,
Reserving.Other_investments_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Other__additions_4 = (IF(Investing_profitability__ranking=1 or Investing_profitability__ranking=2 or
Investing_profitability__ranking=7 or Investing_profitability__ranking=8 or Investing_profitability__ranking=13
or Investing_profitability__ranking=14 )THEN min(Excess_cash_4,
Reserving.Other_investments_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Stock_profit_or_loss_and_dividends =
Stock*Data.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+Stock__selling_decision*Data.Expected_stock__price_
growth
Stock__additions_1 = min(Desired__stock_additions,Reserving.Stock_supply_after_reserve_investing)
Stock__additions_2 = (IF((Investing_profitability__ranking=2 or Investing_profitability__ranking=4 or
Investing_profitability__ranking=8 or Investing_profitability__ranking=9 or Investing_profitability__ranking=23
or Investing_profitability__ranking=24) and Fraction_of_stock<=Data.Desired_diversification_rate)THEN
min(Excess_cash_2,Reserving.Stock_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Stock__additions_3 = (IF(Investing_profitability__ranking=1 or Investing_profitability__ranking=5 or
Investing_profitability__ranking=7 or Investing_profitability__ranking=11 or Investing_profitability__ranking=20
or Investing_profitability__ranking=21 )THEN
min(Excess_cash_3,Reserving.Stock_supply_after_reserve_investing)ELSE 0)
Stock__additions_4 = (IF(Investing_profitability__ranking=3 or Investing_profitability__ranking=6 or
Investing_profitability__ranking=10 or Investing_profitability__ranking=12 or

```

Investing\_profitability\_\_ranking=19 or Investing\_profitability\_\_ranking=22 )THEN  
 min(Excess\_cash\_4,Reserving.Stock\_supply\_after\_reserve\_investing)ELSE 0)  
 Stock\_\_selling = Stock\*Stock\_\_selling\_decision  
 Stock\_\_selling\_decision = 0  
 Total\_bonds\_additions = Bonds\_\_additions\_4+Bonds\_\_additions\_3+Bonds\_\_additions\_2+Bonds\_\_additions\_1  
 Total\_investment = Deposits+Bonds+Stock+Account\_receivable+Investment\_cash  
 Total\_\_deposits\_additions =  
 Deposit\_\_additions\_4+Deposit\_\_additions\_1+Deposit\_\_additions\_2+Deposit\_\_additions\_3  
 Total\_\_investing\_result =  
 Deposit\_\_interest+Bonds\_\_coupons+Other\_investments\_\_profit\_or\_loss+Stock\_profit\_or\_loss\_and\_dividends  
 Total\_\_other\_investments\_additions =  
 Other\_\_additions\_4+Other\_\_additions\_3+Other\_\_additions\_2+Other\_\_additions\_1  
  
 Total\_\_stock\_additions = Stock\_\_additions\_4+Stock\_\_additions\_3+Stock\_\_additions\_2+Stock\_\_additions\_1

**Reinsurance:**

Payments\_to\_reinsurers\_backlog(t) = Payments\_to\_reinsurers\_backlog(t - dt) + (Change\_in\_PRB) \* dt  
 INIT Payments\_to\_reinsurers\_backlog = 0  
 INFLOWS:  
 Change\_in\_PRB = Insurance\_premiums\_ceded-Cash.Insurance\_premiums\_ceded  
 Allowed\_retention = (IF ((Equity.RE\_or\_AL+Equity.Paid\_in\_capital)>=0) THEN  
 max(0,(Insurance\_reserves+Equity.RE\_or\_AL+Equity.Paid\_in\_capital)\*Allowed\_share\_of\_premiums\_to\_net\_asse  
 ts) Else 0)\*0  
 +max(0,(Insurance\_reserves+Equity.RE\_or\_AL+Equity.Paid\_in\_capital)\*Allowed\_share\_of\_premiums\_to\_net\_as  
 sets)  
 Allowed\_share\_of\_premiums\_to\_net\_assets = 0.1  
 Ceding\_fee\_received = 0  
 Insurance\_payouts\_compensated =  
 Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding\*Underwriting.Share\_of\_insurance\_sum\_to\_be\_reinsured  
 Insurance\_premiums\_ceded =  
 Underwriting.Gross\_insurance\_\_premiums\_written\*Underwriting.Share\_of\_insurance\_sum\_to\_be\_reinsured  
 Insurance\_reserves =  
 Reserving.Total\_\_equalization\_reserve+Reserving.Unearned\_premium\_reserve\_invested+Reserving.Total\_IBNR\_  
 claims\_reserve+Reserving.Total\_RBNS\_claims\_reserve  
 Other\_reinsurance\_related\_revenues = Ceding\_fee\_received+Reinsurer\_profit\_received  
 Reinsurer\_operations\_profit = Insurance\_premiums\_ceded-Insurance\_payouts\_compensated  
 Reinsurer\_profit\_received = max(0,Reinsurer\_operations\_profit)\*Share\_of\_reinsurer\_profit\_paid\_to\_cedent  
 Share\_of\_reinsurer\_profit\_paid\_to\_cedent = 0

**Reserving:**

ER\_bonds(t) = ER\_bonds(t - dt) + (ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) \* dt  
 INIT ER\_bonds = 0  
 INFLOWS:  
 ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_bonds\_additions-ER\_bonds\_\_returning  
 ER\_deposits(t) = ER\_deposits(t - dt) + (ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) \* dt  
 INIT ER\_deposits = 0  
 INFLOWS:  
 ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_deposits\_additions-ER\_deposit\_\_returning  
 ER\_other(t) = ER\_other(t - dt) + (ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) \* dt  
 INIT ER\_other = 0  
 INFLOWS:  
 ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_other\_investments\_additions-  
 ER\_other\_investments\_\_eturning  
 ER\_\_cash(t) = ER\_\_cash(t - dt) + (Cash\_ER\_reserving\_and\_reserve\_returning -  
 ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning -  
 ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning - ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning  
 - ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT ER\_\_cash = 0

INFLOWS:

Cash\_ER\_reserving\_and\_reserve\_returning = Cash.Reserving\_ER

OUTFLOWS:

ER\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_deposits\_additions-ER\_deposit\_\_returning

ER\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_other\_investments\_additions-  
ER\_other\_investments\_\_eturning

ER\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_bonds\_additions-ER\_bonds\_\_returning

ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_stock\_additions-ER\_stock\_selling

ER\_\_stock(t) = ER\_\_stock(t - dt) + (ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT ER\_\_stock = 0

INFLOWS:

ER\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_ER\_\_stock\_additions-ER\_stock\_selling

Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves(t) = Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves(t - dt) +  
(Period\_change\_in\_RRBNS) \* dt

INIT Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves = 0

INFLOWS:

Period\_change\_in\_RRBNS = (Desired\_fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserve-  
Fraction\_of\_RBNS\_claims\_reserveerves)/1

Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves(t) =

Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves(t - dt) + (Period\_change\_in\_RUPR) \* dt

INIT Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves =

Data.Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves\_Data

INFLOWS:

Period\_change\_in\_RUPR = (Desired\_fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves-  
Fraction\_of\_reinsurers\_in\_unearned\_premium\_reserves)/1

IBNR\_deposits(t) = IBNR\_deposits(t - dt) + (IBNR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT IBNR\_deposits = 0

INFLOWS:

IBNR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_deposits\_additions-  
IBNR\_deposit\_\_returning

IBNR\_other(t) = IBNR\_other(t - dt) + (IBNR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT IBNR\_other = 0

INFLOWS:

IBNR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_other\_investments\_additions-  
IBNR\_other\_investments\_\_eturning

IBNR\_\_bonds(t) = IBNR\_\_bonds(t - dt) + (IBNR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT IBNR\_\_bonds = 0

INFLOWS:

IBNR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_bonds\_additions-  
IBNR\_bonds\_\_returning

IBNR\_\_cash(t) = IBNR\_\_cash(t - dt) + (Cash\_IBNR\_reserving\_and\_reserve\_returning -

IBNR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning -

IBNR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning -

IBNR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - IBNR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning)  
\* dt

INIT IBNR\_\_cash = 0

INFLOWS:

Cash\_IBNR\_reserving\_and\_reserve\_returning = Cash.Reserving\_IBNR

OUTFLOWS:

IBNR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_deposits\_additions-  
IBNR\_deposit\_\_returning

IBNR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_other\_investments\_additions-  
IBNR\_other\_investments\_\_eturning

IBNR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_bonds\_additions-  
IBNR\_bonds\_\_returning

IBNR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_\_stock\_additions-IBNR\_stock\_selling

$IBNR\_stock(t) = IBNR\_stock(t - dt) + (IBNR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $IBNR\_stock = 0$   
 INFLOWS:  
 $IBNR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_IBNR\_stock\_additions - IBNR\_stock\_selling$   
 $RBNS\_bonds(t) = RBNS\_bonds(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $RBNS\_bonds = 0$   
 INFLOWS:  
 $RBNS\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_bonds\_additions -$   
 $RBNS\_bonds\_returning$   
 $RBNS\_deposits(t) = RBNS\_deposits(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $RBNS\_deposits = 0$   
 INFLOWS:  
 $RBNS\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_deposits\_additions -$   
 $RBNS\_deposit\_returning$   
 $RBNS\_other(t) = RBNS\_other(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $RBNS\_other = 0$   
 INFLOWS:  
 $RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_other\_investments\_additions -$   
 $RBNS\_other\_investments\_returning$   
 $RBNS\_cash(t) = RBNS\_cash(t - dt) + (Cash\_RBNS\_reserving\_and\_reserve\_returning -$   
 $RBNS\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning -$   
 $RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning -$   
 $RBNS\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning)$   
 $* dt$   
 INIT  $RBNS\_cash = 0$   
 INFLOWS:  
 $Cash\_RBNS\_reserving\_and\_reserve\_returning = Cash.Reserving\_RBNS$   
 OUTFLOWS:  
 $RBNS\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_deposits\_additions -$   
 $RBNS\_deposit\_returning$   
 $RBNS\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_other\_investments\_additions -$   
 $RBNS\_other\_investments\_returning$   
 $RBNS\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_bonds\_additions -$   
 $RBNS\_bonds\_returning$   
 $RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_stock\_additions - RBNS\_stock\_selling$   
 $RBNS\_stock(t) = RBNS\_stock(t - dt) + (RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $RBNS\_stock = 0$   
 INFLOWS:  
 $RBNS\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_RBNS\_stock\_additions - RBNS\_stock\_selling$   
 $Unearned\_premium\_reserves(t) = Unearned\_premium\_reserves(t - dt) + (Change\_in\_unearned\_premium\_reserves)$   
 $* dt$   
 INIT  $Unearned\_premium\_reserves = 8771000$   
 INFLOWS:  
 $Change\_in\_unearned\_premium\_reserves = Cash.Reserving\_UPR$   
 $UPR\_bonds(t) = UPR\_bonds(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $UPR\_bonds = 0$   
 INFLOWS:  
 $UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_bonds\_additions - UPR\_bonds\_returning$   
 $UPR\_cash(t) = UPR\_cash(t - dt) + (Cash\_UPR\_reserving\_and\_reserve\_returning -$   
 $UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning -$   
 $UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning -$   
 $UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning - UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) * dt$   
 INIT  $UPR\_cash = 8771000$   
 INFLOWS:  
 $Cash\_UPR\_reserving\_and\_reserve\_returning = Cash.Reserving\_UPR$   
 OUTFLOWS:



UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_deposits\_additions-

UPR\_deposit\_returning

UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_\_other\_investments\_additions-

UPR\_other\_investments\_returning

UPR\_investing\_into\_bonds\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_bonds\_additions-UPR\_bonds\_returning

UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_\_stock\_additions-UPR\_stock\_selling

UPR\_deposits(t) = UPR\_deposits(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT UPR\_deposits = 0

INFLOWS:

UPR\_investing\_into\_deposits\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_deposits\_additions-

UPR\_deposit\_returning

UPR\_other(t) = UPR\_other(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT UPR\_other = 0

INFLOWS:

UPR\_investing\_into\_other\_assets\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_\_other\_investments\_additions-

UPR\_other\_investments\_returning

UPR\_stock(t) = UPR\_stock(t - dt) + (UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning) \* dt

INIT UPR\_stock = 0

INFLOWS:

UPR\_investing\_into\_stock\_and\_investment\_returning = Total\_UPR\_\_stock\_additions-UPR\_stock\_selling

Actual\_losses = ((Claims.Period\_insurance\_payouts\_outstanding-

Reinsurance.Insurance\_payouts\_compensated)+(Cash\_IBNR\_reserving\_and\_reserve\_returning+Cash\_RBNS\_reserving\_and\_reserve\_returning-Period\_change\_in\_RRBNS))/Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned

Add\_investment\_nonreturn\_probability = 1

Add\_investment\_nonreturn\_probability\_1 = 1

Add\_investment\_nonreturn\_probability\_2 = 1

Add\_investment\_nonreturn\_probability\_3 = 1

Allowed\_reserve\_\_deposit\_additions = (UPR\_max\_achievable\_\_total\_investment)\*Reserve\_deposits\_share\_limit

Allowed\_reserve\_\_ER\_additions = (ER\_Max\_achievable\_\_total\_investment-ER\_deposits)\*ER\_deposits\_share\_limit

Allowed\_reserve\_\_IBNR\_additions = (IBNR\_Max\_achievable\_\_total\_investment-IBNR\_deposits)\*IBNR\_deposits\_share\_limit

Allowed\_reserve\_\_RBNS\_additions = (RBNS\_max\_achievable\_\_total\_investment-RBNS\_deposits)\*RBNS\_deposits\_share\_limit\_1

Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions =

min(Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing,(ER\_Max\_achievable\_\_total\_investment-ER\_bonds)\*ER\_bonds\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_ER\_other\_investments\_additions =

min(Other\_investments\_supply\_after\_UPR\_investing,(ER\_Max\_achievable\_\_total\_investment-ER\_other)\*ER\_other\_investments\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_ER\_stock\_additions =

min(Stock\_supply\_after\_UPR\_investing,(ER\_Max\_achievable\_\_total\_investment-ER\_stock)\*ER\_stock\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_IBNR\_bonds\_additions =

min(Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing,(IBNR\_Max\_achievable\_\_total\_investment-IBNR\_bonds)\*IBNR\_bonds\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_IBNR\_other\_investments\_additions =

min(Other\_investments\_supply\_after\_UPR\_investing,(IBNR\_Max\_achievable\_\_total\_investment-IBNR\_other)\*IBNR\_other\_investments\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_IBNR\_stock\_additions =

min(Stock\_supply\_after\_UPR\_investing,(IBNR\_Max\_achievable\_\_total\_investment-IBNR\_stock)\*IBNR\_stock\_share\_limit)

Available\_and\_allowed\_RBNS\_bonds\_additions =

min(Bonds\_supply\_after\_UPR\_investing,(RBNS\_max\_achievable\_\_total\_investment-RBNS\_bonds)\*RBNS\_bonds\_share\_limit\_1)

```

Available_and_allowed_RBNS_other_investments_additions =
min(Other_investments_supply_after_UPR_investing,(RBNS_max_achievable__total_investment-
RBNS_other)*RBNS_other_investments_share_limit_1)
Available_and_allowed_RBNS_stock_additions =
min(Stock_supply_after_UPR_investing,(RBNS_max_achievable__total_investment-
RBNS__stock)*RBNS_stock_share_limit_1)
Available_and_allowed_UPR_bonds_additions =
min(Bonds_supply,(UPR_max_achievable__total_investment)*Reserve_bonds_share_limit)
Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions =
min(Other_investments__supply,(UPR_max_achievable__total_investment)*Reserve_other_investments_share_li
mit)
Available_and_allowed_UPR_stock_additions =
min(Stock_supply,(UPR_max_achievable__total_investment)*Reserve_stock_share_limit)
AverageER_bond_term = 4
AverageER_other_investment_term = 8
Average_ER__deposit_term = 4
Average_expected_losses = 0.23
Average_IBNR_bond_term = 4
Average_IBNR_other_investment_term = 8
Average_IBNR__deposit_term = 4
Average_RBNS_other_investment_term = 8
Average_RBNS__bond_term = 4
Average_RBNS__deposit_term = 4
Average_UPR_bond_term = 4
Average_UPR_other_investment_term = 8
Average_UPR__deposit_term = 4
Bonds_supply = 1000000000
Bonds_supply_after_RBNS_and_UPR_investing = Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions-
Total_RBNS__bonds_additions
Bonds_supply_after_RBNS_UPR_IBNR_investing = Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions-
Total_RBNS__bonds_additions-Total_IBNR__bonds_additions
Bonds_supply_after_reserve_investing = Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions-
Total_RBNS__bonds_additions-Total_ER__bonds_additions-Total_IBNR__bonds_additions
Bonds_supply_after_UPR_investing = Bonds_supply-Total_UPR_bonds_additions
Cash_UPR = Unearned_premium_reserves-Unearned_premium_reserve_invested
Desired_equalization_reserve = max((-Actual_losses-
Average_expected_losses)*Underwriting.Net_insurance_premiums_earned),0)*(1-.Reserves_SWITCH)
Desired_ER_bonds_additions = IF(ER_investing_profitability_ranking>=7 and
ER_investing_profitability_ranking<=12) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_ER_deposits_additions = IF(ER_investing_profitability_ranking>=1 and
ER_investing_profitability_ranking<=6)THEN(ER_cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_ER_stock_additions = IF(ER_investing_profitability_ranking>=13 and
ER_investing_profitability_ranking<=18) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_ER__other_investments_additions = IF (ER_investing_profitability_ranking>=19 and
ER_investing_profitability_ranking<=24) THEN (ER_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_fraction_of_RBNS_claims_reserve = if Reinsurance.Insurance_payouts_compensated=0 then 0 else
1.03*(Reinsurance.Insurance_payouts_compensated/Claims.Period_insurance_payouts_outstanding*Claims.Accou
nts__payable)*(1-.Reserves_SWITCH)
Desired_fraction_of_reinsurers_in_unearned_premium_reserves =
(0.75*Cash.Insurance_premiums_ceded/4+0.5*HISTORY(Cash.Insurance_premiums_ceded,TIME-
0.25)/4+0.25*HISTORY(Cash.Insurance_premiums_ceded,TIME-0.5)/4)
Desired_IBNR_bonds_additions_2 = IF(IBNR_investing_profitability_ranking>=7 and
IBNR_investing_profitability_ranking<=12) THEN (IBNR_cash_available_for_investment) ELSE 0
Desired_IBNR_deposits_additions_2 = IF(IBNR_investing_profitability_ranking>=1 and
IBNR_investing_profitability_ranking<=6)THEN(IBNR_cash_available_for_investment)ELSE 0
Desired_IBNR__other_investments_additions_2 = IF (IBNR_investing_profitability_ranking>=19 and
IBNR_investing_profitability_ranking<=24) THEN (IBNR_cash_available_for_investment) ELSE 0

```

Desired\_IBNR\_\_stock\_additions\_2 = IF(IBNR\_investing\_profitability\_ranking>=13 and  
 IBNR\_investing\_profitability\_ranking<=18) THEN (IBNR\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_incurred\_but\_not\_reported\_claim\_reserve =  
 max(((HISTORY(Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned,TIME-  
 3)+HISTORY(Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned,TIME-  
 2)+HISTORY(Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned,TIME-  
 1)+Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned)\*0.1),0)\*(1-.Reserves\_SWITCH)  
 Desired\_RBNS\_bonds\_additions\_1 = IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking>=7 and  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking<=12) THEN (RBNS\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_RBNS\_deposits\_additions\_1 = IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking>=1 and  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking<=6)THEN(RBNS\_cash\_available\_for\_investment)ELSE 0  
 Desired\_RBNS\_\_other\_investments\_additions\_1 = IF (RBNS\_investing\_profitability\_ranking>=19 and  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking<=24) THEN (RBNS\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_RBNS\_\_stock\_additions\_1 = IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking>=13 and  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking<=18) THEN (RBNS\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve = 1.03\*Claims.Accounts\_payable\*(1-.Reserves\_SWITCH)  
 Desired\_unearned\_premium\_reserve = Desired\_unearned\_premium\_reserves  
 Desired\_unearned\_premium\_reserves =  
 0.75\*Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues/4+0.5\*HISTORY(Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_pre  
 mium\_revenues,TIME-0.25)/4+0.25\*HISTORY(Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues,TIME-  
 0.5)/4  
 Desired\_UPR = Data.Unerned\_premium\_reserves\_Data+step(-  
 Data.Unerned\_premium\_reserves\_Data+0.75\*Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues/4+0.5\*HISTO  
 RY(Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues,TIME-  
 0.25)/4+0.25\*HISTORY(Cash.Insurance\_and\_reinsurance\_premium\_revenues,TIME-0.5)/4,2011)  
 Desired\_UPR\_bonds\_additions = IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking>=7 and  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking<=12) THEN (UPR\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_UPR\_deposits\_additions = IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking>=1 and  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking<=6)THEN(UPR\_cash\_available\_for\_investment)ELSE 0  
 Desired\_UPR\_other\_investments\_additions = IF (UPR\_investing\_profitability\_ranking>=19 and  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking<=24) THEN (UPR\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Desired\_UPR\_\_stock\_additions = IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking>=13 and  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking<=18) THEN (UPR\_cash\_available\_for\_investment) ELSE 0  
 Equalization\_reserve\_gap = if (Desired\_equalization\_reserve-ER\_\_cash-ER\_deposits-ER\_bonds-ER\_\_stock-  
 ER\_other)>=0 then Desired\_equalization\_reserve-ER\_\_cash-ER\_deposits-ER\_bonds-ER\_\_stock-ER\_other else  
 max((Desired\_equalization\_reserve-ER\_\_cash-ER\_deposits-ER\_bonds-ER\_\_stock-ER\_other),-ER\_\_cash)  
 ER\_bonds\_share\_limit = 1  
 ER\_bonds\_\_additions\_1 = min(Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions,Desired\_ER\_bonds\_additions)  
 ER\_bonds\_\_additions\_2 = (IF(ER\_investing\_profitability\_ranking=1 or ER\_investing\_profitability\_ranking=3 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=14 or ER\_investing\_profitability\_ranking=16 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=21 or ER\_investing\_profitability\_ranking=22 )THEN  
 min(ER\_reserved\_cash\_2,Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 ER\_bonds\_\_additions\_3 = (IF(ER\_investing\_profitability\_ranking=2 or ER\_investing\_profitability\_ranking=6 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=13 or ER\_investing\_profitability\_ranking=17 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=19 or ER\_investing\_profitability\_ranking=24)THEN  
 min(ER\_reserved\_cash\_3,Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 ER\_bonds\_\_additions\_4 = (IF(ER\_investing\_profitability\_ranking=4 or ER\_investing\_profitability\_ranking=5 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=15 or ER\_investing\_profitability\_ranking=18 or  
 ER\_investing\_profitability\_ranking=20 or ER\_investing\_profitability\_ranking=23)THEN  
 min(ER\_reserved\_cash\_4,Available\_and\_allowed\_ER\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 ER\_bonds\_\_coupons = ER\_bonds\*Data.Average\_bond\_yield  
 ER\_bonds\_\_returning = ER\_bonds/AverageER\_bond\_term  
 ER\_cash\_available\_for\_investment = ER\_\_cash  
 ER\_deposits\_share\_limit = 1  
 ER\_deposit\_\_additions\_1 = min(Allowed\_reserve\_ER\_addtions,Desired\_ER\_deposits\_additions)  
 ER\_deposit\_\_additions\_2 = (IF(ER\_investing\_profitability\_ranking=7 or ER\_investing\_profitability\_ranking=10  
 or ER\_investing\_profitability\_ranking=13 or ER\_investing\_profitability\_ranking=15 or

```

ER_investing_profitability_ranking=19 or ER_investing_profitability_ranking=20 )THEN
min(ER_reserved__cash_2, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)
ER_deposit__additions_4 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=9 or ER_investing_profitability_ranking=11
or ER_investing_profitability_ranking=16 or ER_investing_profitability_ranking=17 or
ER_investing_profitability_ranking=21 or ER_investing_profitability_ranking=24 )THEN
min(ER_reserved__cash_4, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)
ER_deposit__interest = ER_deposits*Data.Average_deposit__interest_rate
ER_deposit__returning = ER_deposits/Average_ER__deposit_term
ER_investing_profitability_ranking = IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(1)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(2)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(3)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(4)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(5)ELSE
IF((Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(6)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(7)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(8)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(9)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(10)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(11)ELSE
IF((Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(12)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(13)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield))THEN(14)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(15)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(16)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND

```

```

(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(17)ELSE
IF((Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER__other_investments_yield) AND
(Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(18)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(19)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(20)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_stock_yields))THEN(22)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_deposit_yield) AND
(Maximum_ER_deposit_yield>=Maximum_ER_bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum_ER__other_investments_yield>=Maximum_ER_stock_yields) AND
(Maximum_ER_stock_yields>=Maximum_ER_bond_yield) AND
(Maximum_ER_bond_yield>=Maximum_ER_deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
ER_liquid_assets = ER__cash+ER_deposits+ER_bonds
ER_Max_achievable__total_investment = ER__cash+ER_deposits+ER_bonds+ER__stock+ER_other
ER_nonliquid_assets = ER__stock+ER_other
ER_other_investments_profit_or_loss = ER_other*Data.Expected_other__investment_yield
ER_other_investments_share_limit = 1
ER_other_investments__eturning = ER_other/AverageER_other_investment_term
ER_other__additions_1 =
min(Desired_ER__other_investments_additions,Available_and_allowed_ER_other_investments_additions)
ER_other__additions_2 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=5 or ER_investing_profitability_ranking=6 or
ER_investing_profitability_ranking=11 or ER_investing_profitability_ranking=12 or
ER_investing_profitability_ranking=17 or ER_investing_profitability_ranking=18 )THEN
min(ER_reserved__cash_2, Available_and_allowed_ER_other_investments_additions)ELSE 0)
ER_other__additions_3 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=3 or ER_investing_profitability_ranking=4 or
ER_investing_profitability_ranking=9 or ER_investing_profitability_ranking=10 or
ER_investing_profitability_ranking=15 or ER_investing_profitability_ranking=16 )THEN
min(ER_reserved__cash_3, Available_and_allowed_ER_other_investments_additions)ELSE 0)
ER_other__additions_4 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=1 or ER_investing_profitability_ranking=2 or
ER_investing_profitability_ranking=7 or ER_investing_profitability_ranking=8 or
ER_investing_profitability_ranking=13 or ER_investing_profitability_ranking=14 )THEN
min(ER_reserved__cash_4, Available_and_allowed_ER_other_investments_additions)ELSE 0)
ER_reserved__cash_2 = ER_cash_available_for_investment-ER_deposit__additions_1-ER_bonds__additions_1-
ER_stock__additions_1-ER_other__additions_1
ER_reserved__cash_3 = ER_reserved__cash_2-ER_deposit__additions_2-ER_bonds__additions_2-
ER_stock__additions_2-ER_other__additions_2
ER_reserved__cash_4 = ER_reserved__cash_3-ER_Reserve__additions3-ER_bonds__additions_3-
ER_stock__additions_3-ER_other__additions_3
ER_Reserve__additions3 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=8 or ER_investing_profitability_ranking=12 or
ER_investing_profitability_ranking=14 or ER_investing_profitability_ranking=18 or
ER_investing_profitability_ranking=22 or ER_investing_profitability_ranking=23 )THEN
min(ER_reserved__cash_3, Allowed_reserve__ER_addtions) ELSE 0)
ER_stock_profit_or_loss_and_dividends =
ER__stock*Data.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+ER__stock*ER_stock__selling_decision*Data.Ex
pected_stock__price_growth
ER_stock_selling = ER__stock*ER_stock__selling_decision

```

```

ER_stock_share_limit = 1
ER_stock__additions_1 = min(Desired_ER_stock_additions,Available_and_allowed_ER_stock_additions)
ER_stock__additions_2 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=2 or ER_investing_profitability_ranking=4 or
ER_investing_profitability_ranking=8 or ER_investing_profitability_ranking=9 or
ER_investing_profitability_ranking=23 or ER_investing_profitability_ranking=24 )THEN
min(ER_reserved__cash_2,Available_and_allowed_ER_stock_additions)ELSE 0)
ER_stock__additions_3 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=1 or ER_investing_profitability_ranking=5 or
ER_investing_profitability_ranking=7 or ER_investing_profitability_ranking=11 or
ER_investing_profitability_ranking=20 or ER_investing_profitability_ranking=21 )THEN
min(ER_reserved__cash_3,Available_and_allowed_ER_stock_additions)ELSE 0)
ER_stock__additions_4 = (IF(ER_investing_profitability_ranking=3 or ER_investing_profitability_ranking=6 or
ER_investing_profitability_ranking=10 or ER_investing_profitability_ranking=12 or
ER_investing_profitability_ranking=19 or ER_investing_profitability_ranking=22 )THEN
min(ER_reserved__cash_4,Available_and_allowed_ER_stock_additions)ELSE 0)
ER_stock__selling_decision = 0
Excess_reserved__cash_2 = UPR_cash_available_for_investment-UPR_deposit__additions_1-
UPR_bonds__additions_1-UPR_stock__additions_1-UPR_other__additions_1
Excess_reserved__cash_3 = Excess_reserved__cash_2-UPR_deposit__additions_2-UPR_bonds__additions_2-
UPR_stock__additions_2-UPR_other__additions_2
Excess_reserved__cash_4 = Excess_reserved__cash_3-UPR_deposit__additions_3-UPR_bonds__additions_3-
UPR_stock__additions_3-UPR_other__additions_3
IBNR_bonds_share_limit = 1
IBNR_bonds__additions_1 =
min(Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions,Desired_IBNR_bonds_additions_2)
IBNR_bonds__additions_2 = (IF(IBNR_investing_profitability_ranking=1 or
IBNR_investing_profitability_ranking=3 or IBNR_investing_profitability_ranking=14 or
IBNR_investing_profitability_ranking=16 or IBNR_investing_profitability_ranking=21 or
IBNR_investing_profitability_ranking=22 )THEN
min(IBNR_reserved__cash_2,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)
IBNR_bonds__additions_3 = (IF(IBNR_investing_profitability_ranking=2 or
IBNR_investing_profitability_ranking=6 or IBNR_investing_profitability_ranking=13 or
IBNR_investing_profitability_ranking=17 or IBNR_investing_profitability_ranking=19 or
IBNR_investing_profitability_ranking=24)THEN
min(IBNR_reserved__cash_3,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)
IBNR_bonds__additions_4 = (IF(IBNR_investing_profitability_ranking=4 or
IBNR_investing_profitability_ranking=5 or IBNR_investing_profitability_ranking=15 or
IBNR_investing_profitability_ranking=18 or IBNR_investing_profitability_ranking=20 or
IBNR_investing_profitability_ranking=23)THEN
min(IBNR_reserved__cash_4,Available_and_allowed_IBNR_bonds_additions)ELSE 0)
IBNR_bonds__coupons = IBNR__bonds*Data.Average__bond_yield
IBNR_bonds__returning = IBNR__bonds/Average_IBNR_bond_term
IBNR_cash_available_for_investment = IBNR__cash
IBNR_deposits_share_limit = 1
IBNR_deposit__additions_1 = min(Allowed_reserve__IBNR_addtions,Desired_IBNR_deposits_additions_2)
IBNR_deposit__additions_2 = (IF(IBNR_investing_profitability_ranking=7 or
IBNR_investing_profitability_ranking=10 or IBNR_investing_profitability_ranking=13 or
IBNR_investing_profitability_ranking=15 or IBNR_investing_profitability_ranking=19 or
IBNR_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(IBNR_reserved__cash_2,
Allowed_reserve__IBNR_addtions) ELSE 0)
IBNR_deposit__additions_4 = (IF(IBNR_investing_profitability_ranking=9 or
IBNR_investing_profitability_ranking=11 or IBNR_investing_profitability_ranking=16 or
IBNR_investing_profitability_ranking=17 or IBNR_investing_profitability_ranking=21 or
IBNR_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(IBNR_reserved__cash_4,
Allowed_reserve__IBNR_addtions) ELSE 0)
IBNR_deposit__interest = IBNR_deposits*Data.Average_deposit__interest_rate
IBNR_deposit__returning = IBNR_deposits/Average_IBNR__deposit_term

```



```

IF((Maximum_IBNR__other_investments_yield>=Maximum_IBNR__deposit_yield) AND
(Maximum_IBNR__deposit_yield>=Maximum_IBNR) AND
(Maximum_IBNR>=Maximum_IBNR__bond_yield))THEN(20)ELSE
IF((Maximum_IBNR__other_investments_yield>=Maximum_IBNR__bond_yield) AND
(Maximum_IBNR__bond_yield>=Maximum_IBNR) AND
(Maximum_IBNR>=Maximum_IBNR__deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum_IBNR__other_investments_yield>=Maximum_IBNR__bond_yield) AND
(Maximum_IBNR__bond_yield>=Maximum_IBNR__deposit_yield) AND
(Maximum_IBNR__deposit_yield>=Maximum_IBNR))THEN(22)ELSE
IF((Maximum_IBNR__other_investments_yield>=Maximum_IBNR) AND
(Maximum_IBNR>=Maximum_IBNR__deposit_yield) AND
(Maximum_IBNR__deposit_yield>=Maximum_IBNR__bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum_IBNR__other_investments_yield>=Maximum_IBNR) AND
(Maximum_IBNR>=Maximum_IBNR__bond_yield) AND
(Maximum_IBNR__bond_yield>=Maximum_IBNR__deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
IBNR_liquid_assets = IBNR__cash+IBNR_deposits+IBNR__bonds
IBNR_Max_achievable_total_investment =
IBNR__cash+IBNR_deposits+IBNR__bonds+IBNR__stock+IBNR__other
IBNR_nonliquid_assets = IBNR__stock+IBNR__other
IBNR_other_investments_profit_or_loss = IBNR__other*Data.Expected_other__investment_yield
IBNR_other_investments_share_limit = 1
IBNR_other_investments__eturning = IBNR__other/Average_IBNR__other_investment_term
IBNR__other__additions_1 =
min(Desired_IBNR__other_investments_additions_2,Available_and_allowed_IBNR__other_investments_additions)
IBNR__other__additions_2 = (IF(IBNR__investing_profitability_ranking=5 or
IBNR__investing_profitability_ranking=6 or IBNR__investing_profitability_ranking=11 or
IBNR__investing_profitability_ranking=12 or IBNR__investing_profitability_ranking=17 or
IBNR__investing_profitability_ranking=18 )THEN min(IBNR__reserved__cash_2,
Available_and_allowed_IBNR__other_investments_additions)ELSE 0)
IBNR__other__additions_3 = (IF(IBNR__investing_profitability_ranking=3 or
IBNR__investing_profitability_ranking=4 or IBNR__investing_profitability_ranking=9 or
IBNR__investing_profitability_ranking=10 or IBNR__investing_profitability_ranking=15 or
IBNR__investing_profitability_ranking=16 )THEN min(IBNR__reserved__cash_3,
Available_and_allowed_IBNR__other_investments_additions)ELSE 0)
IBNR__other__additions_4 = (IF(IBNR__investing_profitability_ranking=1 or
IBNR__investing_profitability_ranking=2 or IBNR__investing_profitability_ranking=7 or
IBNR__investing_profitability_ranking=8 or IBNR__investing_profitability_ranking=13 or
IBNR__investing_profitability_ranking=14 )THEN min(IBNR__reserved__cash_4,
Available_and_allowed_IBNR__other_investments_additions)ELSE 0)
IBNR__reserved__cash_2 = IBNR__cash_available_for_investment-IBNR__deposit__additions_1-
IBNR__bonds__additions_1-IBNR__stock__additions_1-IBNR__other__additions_1
IBNR__reserved__cash_3 = IBNR__reserved__cash_2-IBNR__deposit__additions_2-IBNR__bonds__additions_2-
IBNR__stock__additions_2-IBNR__other__additions_2
IBNR__reserved__cash_4 = IBNR__reserved__cash_3-IBNR__Reserve__additions_3-IBNR__bonds__additions_3-
IBNR__stock__additions_3-IBNR__other__additions_3
IBNR__Reserve__additions_3 = (IF(IBNR__investing_profitability_ranking=8 or
IBNR__investing_profitability_ranking=12 or IBNR__investing_profitability_ranking=14 or
IBNR__investing_profitability_ranking=18 or IBNR__investing_profitability_ranking=22 or
IBNR__investing_profitability_ranking=23 )THEN min(IBNR__reserved__cash_3,
Allowed_reserve__IBNR__additions) ELSE 0)
IBNR__stock_profit_or_loss_and_dividends =
IBNR__stock*Data.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+IBNR__stock*IBNR__stock__selling_decision*
Data.Expected_stock__price_growth
IBNR__stock_selling = IBNR__stock*IBNR__stock__selling_decision
IBNR__stock_share_limit = 1
IBNR__stock__additions_1 =
min(Desired_IBNR__stock_additions_2,Available_and_allowed_IBNR__stock_additions)

```



$$\text{IBNR\_stock\_additions\_2} = (\text{IF}(\text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=2 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=4 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=8 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=9 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=23 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=24) \text{ THEN} \\ \text{min}(\text{IBNR\_reserved\_cash\_2}, \text{Available\_and\_allowed\_IBNR\_stock\_additions}) \text{ ELSE } 0)$$

$$\text{IBNR\_stock\_additions\_3} = (\text{IF}(\text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=1 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=5 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=7 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=11 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=20 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=21) \text{ THEN} \\ \text{min}(\text{IBNR\_reserved\_cash\_3}, \text{Available\_and\_allowed\_IBNR\_stock\_additions}) \text{ ELSE } 0)$$

$$\text{IBNR\_stock\_additions\_4} = (\text{IF}(\text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=3 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=6 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=10 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=12 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=19 \text{ or } \text{IBNR\_investing\_profitability\_ranking}=22) \text{ THEN} \\ \text{min}(\text{IBNR\_reserved\_cash\_4}, \text{Available\_and\_allowed\_IBNR\_stock\_additions}) \text{ ELSE } 0)$$

$$\text{IBNR\_stock\_selling\_decision} = 0$$

$$\text{Incurred\_but\_not\_reported\_reserve\_gap} = \text{if} (\text{Desired\_incurred\_but\_not\_reported\_claim\_reserve} - \text{IBNR\_cash} - \text{IBNR\_deposits} - \text{IBNR\_bonds} - \text{IBNR\_stock} - \text{IBNR\_other}) \geq 0 \text{ then} \\ \text{Desired\_incurred\_but\_not\_reported\_claim\_reserve} - \text{IBNR\_cash} - \text{IBNR\_deposits} - \text{IBNR\_bonds} - \text{IBNR\_stock} - \text{IBNR\_other} \text{ else } \text{max}((\text{Desired\_incurred\_but\_not\_reported\_claim\_reserve} - \text{IBNR\_cash} - \text{IBNR\_deposits} - \text{IBNR\_bonds} - \text{IBNR\_stock} - \text{IBNR\_other}), -\text{IBNR\_cash})$$

$$\text{Maximum\_ER\_bond\_yield} = \text{ER\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_bond\_yield}$$

$$\text{Maximum\_ER\_deposit\_yield} = \text{ER\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_deposit\_interest\_rate}$$

$$\text{Maximum\_ER\_stock\_yields} = \\ \text{ER\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_stock\_price\_growth} + \text{Data.Expected\_stock\_dividend\_per\_UA} \\ \text{H\_invested} * \text{ER\_cash\_available\_for\_investment}$$

$$\text{Maximum\_ER\_other\_investments\_yield} = \\ \text{ER\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_other\_investment\_yield}$$

$$\text{Maximum\_IBNR} = \\ \text{IBNR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_stock\_price\_growth} + \text{Data.Expected\_stock\_dividend\_per\_UA} \\ \text{H\_invested} * \text{IBNR\_cash\_available\_for\_investment}$$

$$\text{Maximum\_IBNR\_bond\_yield} = \text{IBNR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_bond\_yield}$$

$$\text{Maximum\_IBNR\_deposit\_yield} = \text{IBNR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_deposit\_interest\_rate}$$

$$\text{Maximum\_IBNR\_other\_investments\_yield} = \\ \text{IBNR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_other\_investment\_yield}$$

$$\text{Maximum\_RBNS\_bond\_yield} = \text{RBNS\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_bond\_yield}$$

$$\text{Maximum\_RBNS\_deposit\_yield} = \text{RBNS\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_deposit\_interest\_rate}$$

$$\text{Maximum\_RBNS\_other\_investments\_yield} = \\ \text{RBNS\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_other\_investment\_yield}$$

$$\text{Maximum\_RBNS\_stock\_yield} = \\ \text{RBNS\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_stock\_price\_growth} + \text{Data.Expected\_stock\_dividend\_per\_UA} \\ \text{H\_invested} * \text{RBNS\_cash\_available\_for\_investment}$$

$$\text{Maximum\_UPR\_deposit\_yield} = \text{UPR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_deposit\_interest\_rate}$$

$$\text{Maximum\_UPR\_bond\_yield} = \text{UPR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Average\_bond\_yield}$$

$$\text{Maximum\_UPR\_other\_investments\_yield} = \\ \text{UPR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_other\_investment\_yield}$$

$$\text{Maximum\_UPR\_stock\_yield} = \\ \text{UPR\_cash\_available\_for\_investment} * \text{Data.Expected\_stock\_price\_growth} + \text{Data.Expected\_stock\_dividend\_per\_U} \\ \text{AH\_invested} * \text{UPR\_cash\_available\_for\_investment}$$

$$\text{Other\_investments\_supply\_after\_RBNS\_and\_UPR\_investing} = \text{Other\_investments\_supply} - \\ \text{Total\_UPR\_other\_investments\_additions} - \text{Total\_RBNS\_other\_investments\_additions}$$

$$\text{Other\_investments\_supply\_after\_RBNS\_UPR\_IBNR\_investing} = \text{Other\_investments\_supply} - \\ \text{Total\_UPR\_other\_investments\_additions} - \text{Total\_IBNR\_other\_investments\_additions} - \\ \text{Total\_RBNS\_other\_investments\_additions}$$

$$\text{Other\_investments\_supply\_after\_reserve\_investing} = \text{Other\_investments\_supply} - \\ \text{Total\_UPR\_other\_investments\_additions} - \text{Total\_ER\_other\_investments\_additions} - \\ \text{Total\_RBNS\_other\_investments\_additions} - \text{Total\_IBNR\_other\_investments\_additions}$$

```

Other_investments_supply_after_UPR_investing = Other_investments__supply-
Total_UPR__other_investments_additions
Other_investments__supply = 1000000
RBNS_bonds_share_limit_1 = 1
RBNS_bonds__additions_1 =
min(Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions,Desired_RBNS_bonds_additions_1)
RBNS_bonds__additions_2 = (IF(RBNS_investing_profitability_ranking=1 or
RBNS_investing_profitability_ranking=3 or RBNS_investing_profitability_ranking=14 or
RBNS_investing_profitability_ranking=16 or RBNS_investing_profitability_ranking=21 or
RBNS_investing_profitability_ranking=22 )THEN
min(RBNS_reserved__cash_2,Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions)ELSE 0)
RBNS_bonds__additions_3 = (IF(RBNS_investing_profitability_ranking=2 or
RBNS_investing_profitability_ranking=6 or RBNS_investing_profitability_ranking=13 or
RBNS_investing_profitability_ranking=17 or RBNS_investing_profitability_ranking=19 or
RBNS_investing_profitability_ranking=24)THEN
min(RBNS_reserved__cash_3,Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions)ELSE 0)
RBNS_bonds__additions_4 = (IF(RBNS_investing_profitability_ranking=4 or
RBNS_investing_profitability_ranking=5 or RBNS_investing_profitability_ranking=15 or
RBNS_investing_profitability_ranking=18 or RBNS_investing_profitability_ranking=20 or
RBNS_investing_profitability_ranking=23)THEN
min(RBNS_reserved__cash_4,Available_and_allowed_RBNS_bonds_additions)ELSE 0)
RBNS_bonds__coupons = RBNS_bonds*Data.Average__bond_yield
RBNS_bonds__returning = RBNS_bonds/Average_RBNS__bond_term
RBNS_cash_available_for_investment = RBNS__cash
RBNS_deposits_share_limit_1 = 1
RBNS_deposit__additions_1 = min(Allowed_reserve__RBNS_addtions,Desired_RBNS_deposits_additions_1)
RBNS_deposit__additions_2 = (IF(RBNS_investing_profitability_ranking=7 or
RBNS_investing_profitability_ranking=10 or RBNS_investing_profitability_ranking=13 or
RBNS_investing_profitability_ranking=15 or RBNS_investing_profitability_ranking=19 or
RBNS_investing_profitability_ranking=20 )THEN min(RBNS_reserved__cash_2,
Allowed_reserve__RBNS_addtions) ELSE 0)
RBNS_deposit__additions_4 = (IF(RBNS_investing_profitability_ranking=9 or
RBNS_investing_profitability_ranking=11 or RBNS_investing_profitability_ranking=16 or
RBNS_investing_profitability_ranking=17 or RBNS_investing_profitability_ranking=21 or
RBNS_investing_profitability_ranking=24 )THEN min(RBNS_reserved__cash_4,
Allowed_reserve__RBNS_addtions) ELSE 0)
RBNS_deposit__interest = RBNS_deposits*Data.Average_deposit__interest_rate
RBNS_deposit__returning = RBNS_deposits/Average_RBNS__deposit_term
RBNS_investing_profitability_ranking = IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield)
AND (Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(1)ELSE
IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(2)ELSE
IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(3)ELSE
IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(4)ELSE
IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(5)ELSE
IF((Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(6)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND

```

```

(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(7)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(8)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(9)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(10)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(11)ELSE
IF((Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(12)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(13)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield))THEN(14)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(15)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(16)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(17)ELSE
IF((Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__other_investments_yield) AND
(Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(18)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(19)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(20)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield))THEN(22)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield) AND
(Maximum_RBNS__deposit_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum_RBNS__other_investments_yield>=Maximum_RBNS__stock_yield) AND
(Maximum_RBNS__stock_yield>=Maximum_RBNS__bond_yield) AND
(Maximum_RBNS__bond_yield>=Maximum_RBNS__deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
RBNS_liquid_assets = RBNS__cash+RBNS_deposits+RBNS_bonds
RBNS_max_achievable__total_investment =
RBNS__cash+RBNS_deposits+RBNS_bonds+RBNS__stock+RBNS_other
RBNS_nonliquid_assets = RBNS__stock+RBNS_other

```

RBNS\_other\_investments\_profit\_or\_loss = RBNS\_other\*Data.Expected\_other\_\_investment\_yield  
 RBNS\_other\_investments\_returning = RBNS\_other/Average\_RBNS\_other\_investment\_term  
 RBNS\_other\_investments\_share\_limit\_1 = 1  
 RBNS\_other\_\_additions\_1 =  
 min(Desired\_RBNS\_\_other\_investments\_additions\_1,Available\_and\_allowed\_RBNS\_other\_investments\_addition  
 s)  
 RBNS\_other\_\_additions\_2 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=5 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=6 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=11 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=12 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=17 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=18 )THEN min(RBNS\_reserved\_\_cash\_2,  
 Available\_and\_allowed\_RBNS\_other\_investments\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_other\_\_additions\_3 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=3 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=4 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=9 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=10 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=15 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=16 )THEN min(RBNS\_reserved\_\_cash\_3,  
 Available\_and\_allowed\_RBNS\_other\_investments\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_other\_\_additions\_4 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=1 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=2 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=7 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=8 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=13 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=14 )THEN min(RBNS\_reserved\_\_cash\_4,  
 Available\_and\_allowed\_RBNS\_other\_investments\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_reserved\_\_cash\_2 = RBNS\_cash\_available\_for\_investment-RBNS\_deposit\_\_additions\_1-  
 RBNS\_bonds\_\_additions\_1-RBNS\_stock\_\_additions\_1-RBNS\_other\_\_additions\_1  
 RBNS\_reserved\_\_cash\_3 = RBNS\_reserved\_\_cash\_2-RBNS\_deposit\_\_additions\_2-RBNS\_bonds\_\_additions\_2-  
 RBNS\_stock\_\_additions\_2-RBNS\_other\_\_additions\_2  
 RBNS\_reserved\_\_cash\_4 = RBNS\_reserved\_\_cash\_3-RBNS\_Reserve\_\_additions\_3-RBNS\_bonds\_\_additions\_3-  
 RBNS\_stock\_\_additions\_3-RBNS\_other\_\_additions\_3  
 RBNS\_Reserve\_\_additions\_3 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=8 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=12 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=14 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=18 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=22 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=23 )THEN min(RBNS\_reserved\_\_cash\_3,  
 Allowed\_reserve\_\_RBNS\_addtions) ELSE 0)  
 RBNS\_stock\_profit\_or\_loss\_and\_dividends =  
 RBNS\_\_stock\*Data.Expected\_stock\_dividend\_per\_UAH\_invested+RBNS\_\_stock\*RBNS\_stock\_\_selling\_decisio  
 n\*Data.Expected\_stock\_\_price\_growth  
 RBNS\_stock\_share\_limit\_1 = 1  
 RBNS\_stock\_\_additions\_1 =  
 min(Desired\_RBNS\_\_stock\_additions\_1,Available\_and\_allowed\_RBNS\_stock\_additions)  
 RBNS\_stock\_\_additions\_2 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=2 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=4 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=8 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=9 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=23 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=24 )THEN  
 min(RBNS\_reserved\_\_cash\_2,Available\_and\_allowed\_RBNS\_stock\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_stock\_\_additions\_3 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=1 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=5 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=7 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=11 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=20 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=21 )THEN  
 min(RBNS\_reserved\_\_cash\_3,Available\_and\_allowed\_RBNS\_stock\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_stock\_\_additions\_4 = (IF(RBNS\_investing\_profitability\_ranking=3 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=6 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=10 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=12 or RBNS\_investing\_profitability\_ranking=19 or  
 RBNS\_investing\_profitability\_ranking=22 )THEN  
 min(RBNS\_reserved\_\_cash\_4,Available\_and\_allowed\_RBNS\_stock\_additions)ELSE 0)  
 RBNS\_stock\_\_selling\_decision = 0  
 RBNS\_\_stock\_selling = RBNS\_\_stock\*RBNS\_stock\_\_selling\_decision  
 Reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve\_gap = if (Desired\_reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve-  
 RBNS\_\_cash-RBNS\_deposits-RBNS\_bonds-RBNS\_\_stock-RBNS\_other)>=0 then

Desired\_reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve-RBNS\_\_cash-RBNS\_deposits-RBNS\_bonds-RBNS\_\_stock-  
 RBNS\_other else max((Desired\_reported\_but\_not\_settled\_claims\_reserve-RBNS\_\_cash-RBNS\_deposits-  
 RBNS\_bonds-RBNS\_\_stock-RBNS\_other),-RBNS\_\_cash)  
 Reserve\_bonds\_share\_limit = 1  
 Reserve\_deposits\_share\_limit = 1  
 Reserve\_other\_investments\_share\_limit = 1  
 Reserve\_stock\_share\_limit = 1  
 Stock\_supply = 1000000000  
 Stock\_supply\_after\_RBNS\_and\_UPR\_investing = Stock\_supply-Total\_UPR\_\_stock\_additions-  
 Total\_RBNS\_\_stock\_additions  
 Stock\_supply\_after\_RBNS\_UPR\_IBNR\_\_investing = Stock\_supply-Total\_UPR\_\_stock\_additions-  
 Total\_IBNR\_\_stock\_additions-Total\_RBNS\_\_stock\_additions  
 Stock\_supply\_after\_reserve\_investing = Stock\_supply-Total\_UPR\_\_stock\_additions-Total\_ER\_\_stock\_additions-  
 Total\_RBNS\_\_stock\_additions-Total\_IBNR\_\_stock\_additions  
 Stock\_supply\_after\_UPR\_investing = Stock\_supply-Total\_UPR\_\_stock\_additions  
 Total\_ER\_\_bonds\_additions =  
 ER\_bonds\_\_additions\_4+ER\_bonds\_\_additions\_3+ER\_bonds\_\_additions\_2+ER\_bonds\_\_additions\_1  
 Total\_ER\_\_deposits\_additions =  
 ER\_deposit\_\_additions\_4+ER\_deposit\_\_additions\_1+ER\_deposit\_\_additions\_2+ER\_Reserve\_\_additions\_3  
 Total\_ER\_\_investing\_result =  
 ER\_deposit\_\_interest+ER\_bonds\_\_coupons+ER\_other\_investments\_profit\_or\_loss+ER\_stock\_profit\_or\_loss\_and  
 \_dividends  
 Total\_ER\_\_other\_investments\_additions =  
 ER\_other\_\_additions\_4+ER\_other\_\_additions\_3+ER\_other\_\_additions\_2+ER\_other\_\_additions\_1  
 Total\_ER\_\_stock\_additions =  
 ER\_stock\_\_additions\_4+ER\_stock\_\_additions\_3+ER\_stock\_\_additions\_2+ER\_stock\_\_additions\_1  
 Total\_IBNR\_claims\_reserve = IBNR\_\_cash+IBNR\_deposits+IBNR\_\_bonds+IBNR\_\_stock+IBNR\_other  
 Total\_IBNR\_\_bonds\_additions =  
 IBNR\_bonds\_\_additions\_4+IBNR\_bonds\_\_additions\_3+IBNR\_bonds\_\_additions\_2+IBNR\_bonds\_\_additions\_1  
 Total\_IBNR\_\_deposits\_additions =  
 IBNR\_deposit\_\_additions\_4+IBNR\_deposit\_\_additions\_1+IBNR\_deposit\_\_additions\_2+IBNR\_Reserve\_\_additio  
 ns\_3  
 Total\_IBNR\_\_investing\_result\_2 =  
 IBNR\_deposit\_\_interest+IBNR\_bonds\_\_coupons+IBNR\_other\_investments\_profit\_or\_loss+IBNR\_stock\_profit\_o  
 r\_loss\_and\_dividends  
 Total\_IBNR\_\_other\_investments\_additions =  
 IBNR\_other\_\_additions\_4+IBNR\_other\_\_additions\_3+IBNR\_other\_\_additions\_2+IBNR\_other\_\_additions\_1  
 Total\_IBNR\_\_stock\_additions =  
 IBNR\_stock\_\_additions\_4+IBNR\_stock\_\_additions\_3+IBNR\_stock\_\_additions\_2+IBNR\_stock\_\_additions\_1  
 Total\_RBNS\_claims\_reserve = RBNS\_\_cash+RBNS\_deposits+RBNS\_bonds+RBNS\_\_stock+RBNS\_other  
 Total\_RBNS\_\_bonds\_additions =  
 RBNS\_bonds\_\_additions\_4+RBNS\_bonds\_\_additions\_3+RBNS\_bonds\_\_additions\_2+RBNS\_bonds\_\_additions\_1  
 Total\_RBNS\_\_deposits\_additions =  
 RBNS\_deposit\_\_additions\_4+RBNS\_deposit\_\_additions\_1+RBNS\_deposit\_\_additions\_2+RBNS\_Reserve\_\_additio  
 ns\_3  
 Total\_RBNS\_\_investing\_result =  
 RBNS\_deposit\_\_interest+RBNS\_bonds\_\_coupons+RBNS\_other\_investments\_profit\_or\_loss+RBNS\_stock\_profit  
 \_or\_loss\_and\_dividends  
 Total\_RBNS\_\_other\_investments\_additions =  
 RBNS\_other\_\_additions\_4+RBNS\_other\_\_additions\_3+RBNS\_other\_\_additions\_2+RBNS\_other\_\_additions\_1  
 Total\_RBNS\_\_stock\_additions =  
 RBNS\_stock\_\_additions\_4+RBNS\_stock\_\_additions\_3+RBNS\_stock\_\_additions\_2+RBNS\_stock\_\_additions\_1  
 Total\_UPR\_bonds\_additions =  
 UPR\_bonds\_\_additions\_4+UPR\_bonds\_\_additions\_3+UPR\_bonds\_\_additions\_2+UPR\_bonds\_\_additions\_1  
 Total\_UPR\_deposits\_additions =  
 UPR\_deposit\_\_additions\_4+UPR\_deposit\_\_additions\_1+UPR\_deposit\_\_additions\_2+UPR\_deposit\_\_additions\_3

Total\_UPR\_\_investing\_result =  
 UPR\_deposit\_\_interest+UPR\_bonds\_\_coupons+UPR\_other\_investments\_profit\_or\_loss+UPR\_stock\_profit\_or\_loss\_and\_dividends  
 Total\_UPR\_\_other\_investments\_additions =  
 UPR\_other\_\_additions\_4+UPR\_other\_\_additions\_3+UPR\_other\_\_additions\_2+UPR\_other\_\_additions\_1  
 Total\_UPR\_\_stock\_additions =  
 UPR\_stock\_\_additions\_4+UPR\_stock\_\_additions\_3+UPR\_stock\_\_additions\_2+UPR\_stock\_\_additions\_1  
 Total\_\_equalization\_reserve = ER\_\_cash+ER\_deposits+ER\_bonds+ER\_\_stock+ER\_other  
 Unearned\_premium\_reserves\_gap = Desired\_UPR-Unearned\_premium\_reserves  
 Unearned\_premium\_reserve\_1 = UPR\_cash+UPR\_deposits+UPR\_bonds+UPR\_stock+UPR\_other  
 Unearned\_premium\_reserve\_invested =  
 Total\_UPR\_deposits\_additions+Total\_UPR\_bonds\_additions+Total\_UPR\_\_stock\_additions+Total\_UPR\_\_other\_investments\_additions  
 UPR\_bonds\_\_additions\_1 = min(Available\_and\_allowed\_UPR\_bonds\_additions,Desired\_UPR\_bonds\_additions)  
 UPR\_bonds\_\_additions\_2 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=1 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=3 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=14 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=16 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=21 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=22 )THEN  
 min(Excess\_reserved\_\_cash\_2,Available\_and\_allowed\_UPR\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 UPR\_bonds\_\_additions\_3 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=2 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=6 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=13 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=17 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=19 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=24)THEN  
 min(Excess\_reserved\_\_cash\_3,Available\_and\_allowed\_UPR\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 UPR\_bonds\_\_additions\_4 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=4 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=5 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=15 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=18 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=20 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=23)THEN  
 min(Excess\_reserved\_\_cash\_4,Available\_and\_allowed\_UPR\_bonds\_additions)ELSE 0)  
 UPR\_bonds\_\_coupons = Total\_UPR\_bonds\_additions\*Data.Average\_\_bond\_yield  
 UPR\_bonds\_\_returning = UPR\_bonds/Average\_UPR\_bond\_term  
 UPR\_cash\_available\_for\_investment = Unearned\_premium\_reserves  
 UPR\_deposit\_\_additions\_1 = min(Allowed\_reserve\_\_deposit\_additions,Desired\_UPR\_deposits\_additions)  
 UPR\_deposit\_\_additions\_2 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=7 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=10 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=13 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=15 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=19 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=20 )THEN min(Excess\_reserved\_\_cash\_2,  
 Allowed\_reserve\_\_deposit\_additions) ELSE 0)  
 UPR\_deposit\_\_additions\_3 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=8 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=12 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=14 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=18 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=22 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=23 )THEN min(Excess\_reserved\_\_cash\_3,  
 Allowed\_reserve\_\_deposit\_additions) ELSE 0)  
 UPR\_deposit\_\_additions\_4 = (IF(UPR\_investing\_profitability\_ranking=9 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=11 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=16 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=17 or UPR\_investing\_profitability\_ranking=21 or  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking=24 )THEN min(Excess\_reserved\_\_cash\_4,  
 Allowed\_reserve\_\_deposit\_additions) ELSE 0)  
 UPR\_deposit\_\_interest = Total\_UPR\_deposits\_additions\*Data.Average\_deposit\_\_interest\_rate  
 UPR\_deposit\_\_returning = UPR\_deposits/Average\_UPR\_\_deposit\_term  
 UPR\_gap = if (Desired\_unearned\_premium\_reserve-UPR\_cash-UPR\_deposits-UPR\_bonds-UPR\_stock-  
 UPR\_other)>=0 then Desired\_unearned\_premium\_reserve-UPR\_cash-UPR\_deposits-UPR\_bonds-UPR\_stock-  
 UPR\_other else max((Desired\_unearned\_premium\_reserve-UPR\_cash-UPR\_deposits-UPR\_bonds-UPR\_stock-  
 UPR\_other),-UPR\_cash)  
 UPR\_investing\_profitability\_ranking = IF((Maximum\_UPR\_deposit\_yield>=Maximum\_UPR\_\_bond\_yield) AND  
 (Maximum\_UPR\_\_bond\_yield>=Maximum\_UPR\_\_stock\_yield) AND  
 (Maximum\_UPR\_\_stock\_yield>=Maximum\_UPR\_\_other\_investments\_yield))THEN(1)ELSE



```

IF((Maximum_UPR__other_investments_yield>=Maximum_UPR__bond_yield) AND
(Maximum_UPR__bond_yield>=Maximum_UPR__stock_yield) AND
(Maximum_UPR__stock_yield>=Maximum_UPR_deposit_yield))THEN(21)ELSE
IF((Maximum_UPR__other_investments_yield>=Maximum_UPR__bond_yield) AND
(Maximum_UPR__bond_yield>=Maximum_UPR_deposit_yield) AND
(Maximum_UPR_deposit_yield>=Maximum_UPR__stock_yield))THEN(22)ELSE
IF((Maximum_UPR__other_investments_yield>=Maximum_UPR__stock_yield) AND
(Maximum_UPR__stock_yield>=Maximum_UPR_deposit_yield) AND
(Maximum_UPR_deposit_yield>=Maximum_UPR__bond_yield))THEN(23)ELSE
IF((Maximum_UPR__other_investments_yield>=Maximum_UPR__stock_yield) AND
(Maximum_UPR__stock_yield>=Maximum_UPR__bond_yield) AND
(Maximum_UPR__bond_yield>=Maximum_UPR_deposit_yield))THEN(24)ELSE 0
UPR_Liquid_assets = Total_UPR_deposits_additions+Total_UPR_bonds_additions
UPR_Liquid_assets_1 = UPR_cash+UPR_deposits+UPR_bonds
UPR_max_achievable__total_investment = Unearned_premium_reserves
UPR_nonliquid_assets = Total_UPR__stock_additions+Total_UPR__other_investments_additions
UPR_nonliquid_assets_1 = UPR_stock+UPR_other
UPR_other_investments_profit_or_loss =
Total_UPR__other_investments_additions*Data.Expected_other__investment_yield
UPR_other_investments_returning = UPR_other/Average_UPR_other_investment_term
UPR_other__additions_1 =
min(Desired_UPR_other_investments_additions,Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)
UPR_other__additions_2 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=5 or UPR_investing_profitability_ranking=6
or UPR_investing_profitability_ranking=11 or UPR_investing_profitability_ranking=12 or
UPR_investing_profitability_ranking=17 or UPR_investing_profitability_ranking=18 )THEN
min(Excess_reserved__cash_2, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)
UPR_other__additions_3 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=3 or UPR_investing_profitability_ranking=4
or UPR_investing_profitability_ranking=9 or UPR_investing_profitability_ranking=10 or
UPR_investing_profitability_ranking=15 or UPR_investing_profitability_ranking=16 )THEN
min(Excess_reserved__cash_3, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)
UPR_other__additions_4 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=1 or UPR_investing_profitability_ranking=2
or UPR_investing_profitability_ranking=7 or UPR_investing_profitability_ranking=8 or
UPR_investing_profitability_ranking=13 or UPR_investing_profitability_ranking=14 )THEN
min(Excess_reserved__cash_4, Available_and_allowed_UPR_other_investments_additions)ELSE 0)
UPR_stock_profit_or_loss_and_dividends =
Total_UPR__stock_additions*Data.Expected_stock_dividend_per_UAH_invested+Total_UPR__stock_additions*
UPR_stock__selling_decision*Data.Expected_stock__price_growth
UPR_stock_selling = UPR_stock*UPR_stock__selling_decision
UPR_stock__additions_1 = min(Desired_UPR__stock_additions,Available_and_allowed_UPR_stock_additions)
UPR_stock__additions_2 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=2 or UPR_investing_profitability_ranking=4
or UPR_investing_profitability_ranking=8 or UPR_investing_profitability_ranking=9 or
UPR_investing_profitability_ranking=23 or UPR_investing_profitability_ranking=24 )THEN
min(Excess_reserved__cash_2,Available_and_allowed_UPR_stock_additions)ELSE 0)
UPR_stock__additions_3 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=1 or UPR_investing_profitability_ranking=5
or UPR_investing_profitability_ranking=7 or UPR_investing_profitability_ranking=11 or
UPR_investing_profitability_ranking=20 or UPR_investing_profitability_ranking=21 )THEN
min(Excess_reserved__cash_3,Available_and_allowed_UPR_stock_additions)ELSE 0)
UPR_stock__additions_4 = (IF(UPR_investing_profitability_ranking=3 or UPR_investing_profitability_ranking=6
or UPR_investing_profitability_ranking=10 or UPR_investing_profitability_ranking=12 or
UPR_investing_profitability_ranking=19 or UPR_investing_profitability_ranking=22 )THEN
min(Excess_reserved__cash_4,Available_and_allowed_UPR_stock_additions)ELSE 0)
UPR_stock__selling_decision = 0

```

***Tax calculation:***

$Tax\_overdue(t) = Tax\_overdue(t - dt) + (Tax\_overdue\_adjustment) * dt$

INIT  $Tax\_overdue = 0$

INFLOWS:



$Tax\_overdue\_adjustment = Period\_tax - Cash.Tax\_payment$   
 $Insurance\_premium\_tax = Insurance\_premium\_tax\_rate * Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned$   
 $Insurance\_premium\_tax\_rate = 0.03$   
 $Other\_income\_tax = Other\_income\_tax\_rate * \max(Other\_taxable\_income, 0)$   
 $Other\_income\_tax\_rate = 0.18$   
 $Other\_taxable\_income = Equity.Profit\_or\_loss - Underwriting.Net\_insurance\_premiums\_earned$   
 $Period\_tax = Insurance\_premium\_tax + Other\_income\_tax + Human\_resources.Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax$   
 $Salary\_social\_tax = Human\_resources.Salary\_income\_and\_kept\_social\_tax$   
 $Total\_tax\_to\_be\_paid = Period\_tax + Tax\_overdue$

***Underwriting:***

$Average\_insurance\_sum\_per\_contract = Data.Market\_insurance\_sum\_per\_contract$   
 $Contracts\_signed = \min(Human\_resources.Sales\_capacity, Number\_of\_contracts\_based\_on\_demand)$   
 $Demand\_for\_the\_company's\_services =$   
 $Data.Demand\_for\_the\_company's\_services\_normal * Effect\_of\_relative\_insurance\_rate\_on\_demand$   
 $Effect\_of\_relative\_insurance\_rate\_on\_demand = smth1(1/Actuarial.Relative\_insurance\_rate, 1)$   
 $Gross\_insurance\_premiums\_written =$   
 $Contracts\_signed * Average\_insurance\_sum\_per\_contract * Actuarial.Gross\_insurance\_rate$   
 $Net\_insurance\_premiums\_earned = Gross\_insurance\_premiums\_written -$   
 $Reinsurance.Insurance\_premiums\_ceded -$   
 $Reserving.Cash\_UPR\_reserving\_and\_reserve\_returning + Reserving.Period\_change\_in\_RUPR$   
 $Number\_of\_contracts\_based\_on\_demand =$   
 $Demand\_for\_the\_company's\_services / Average\_insurance\_sum\_per\_contract$   
 $Share\_of\_insurance\_sum\_to\_be\_reinsured = (\max(0, (Average\_insurance\_sum\_per\_contract -$   
 $Reinsurance.Allowed\_retention) / Average\_insurance\_sum\_per\_contract)) * 0$   
 $+ Data.Share\_of\_insurance\_sum\_to\_be\_reinsured$

## Ми робимо майбутнє безтурботним

Вих. № 42185/1 від 30.06.2015

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.006.07

ДВНЗ «Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана»

д.е.н., проф. В.В. Вітлінському

03860, Київ, просп. Перемоги, 54/1

Про впровадження результатів  
дисертаційної роботи

### Довідка

про впровадження результатів дисертаційної роботи

**Литвина Антона Валерійовича**

на тему: *«Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності  
страхових компаній України»*

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Литвина А.В. на тему «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» були частково впроваджені у роботі Універсальної Страхової Агенції ТОВ «Ю Єй Інвест Консалт» протягом 2014-2015 років.

Протягом вищезначеного часу при підготовці всіх комерційних пропозицій та проведенні всіх тендерів по страхуванню та при наданні Агенцією рекомендацій щодо обґрунтованого вибору Страховика, нами використовувались розроблені автором дисертаційного дослідження економіко-математичні моделі виявлення ознак фінансової кризи в страхових компаніях.

Використання запропонованих автором методів та моделей обумовило значний економічний ефект та високий рівень довіри наших клієнтів до наших рекомендацій.

З повагою,



**Крисанов Дмитр Валерійович,**  
к.т.н., керівник  
Універсальна Страхова Агенція



**ІНСТИТУТ ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПОЛІТИЧНИХ КОНСУЛЬТАЦІЙ**

01030 Київ, вул. Рейтарська, 8/5-А,  
тел. (+38044) 278-6342, 278-6360, факс 278-6336  
E-mail: [institute@ier.kiev.ua](mailto:institute@ier.kiev.ua), <http://www.ier.com.ua>



№250815/00095

Київ, 25 серпня 2015 року

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.006.07  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»  
**д.е.н., проф. В.В. Вітлінському**

03860, Київ, просп. Перемоги, 54/1

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Литвина Антона Валерійовича

на тему: «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України»

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Литвина А.В. на тему «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» були частково враховані у роботі Інституту економічних досліджень та політичних консультацій при розробці наступних проектів:

1. «Стратегічна дорадча група з економічних реформ в Україні», Проект №4881, рішення Правління МФВ від 12 червня 2014р., тривалість проекту: червень 2014р. – лютий 2015р.
2. «Німецько-український агрополітичний діалог», державний реєстраційний номер UKR 13-01, реєстраційна картка проекту №2833 від 29 травня 2015р., тривалість проекту: січень 2013р. – грудень 2015р.

У цих проектах використані розроблені та вдосконалені автором дисертаційного дослідження методичні підходи до аналізу страхового ринку України.

Голова правління  
Інституту економічних досліджень та  
політичних консультацій,  
доктор економічних наук, професор



*I. V. Burakovskiy*  
І. В. Бураковський

ПрАТ «Страхова компанія «ПРЕСТИЖ»,  
ЄДРПОУ 38272117  
03142, Україна, м. Київ,  
вул. Василя Стуса, 35/37,  
тел. +38 044 38 39 145  
<http://www.prestige-ic.com.ua/ua/>

Голові спеціалізованої вченої ради Д  
26.006.07  
ДВНЗ «Київський національний  
економічний університет імені Вадима  
Гетьмана»  
д.е.н., проф. В.В. Вітлінському

Від 01.09.2015 № 09-01-0154/1  
На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

03860, Київ, просп. Перемоги, 54/1

**Про впровадження результатів  
дисертаційної роботи**

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційної роботи Литвина Антона Валерійовича на тему: «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» », представлену на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Литвина А.В. на тему «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» були частково враховані у роботі ПрАТ «Страхова компанія «ПРЕСТИЖ» (ЄДРПОУ 38272117) протягом 2014 року.

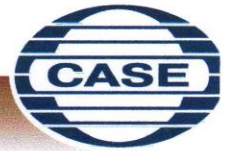
Було використано розроблені автором дисертаційного дослідження економіко-математичні моделі процесів антикризового фінансового управління, зокрема для аналізу фінансового стану компанії, прогнозування ймовірності виникнення фінансової кризи, а також для сценарного аналізу управлінських рішень із застосуванням побудованої автором імітаційної моделі діяльності страховика.

Начальник управління страхування  
ПрАТ «Страхова компанія «ПРЕСТИЖ»



Ю.В. Мирончук





Від 01 09 2015 № 010915/001  
На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**Про впровадження результатів  
дисертаційної роботи**

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 26.006.07  
ДВНЗ «Київський національний  
економічний університет імені Вадима  
Гетьмана»  
д.е.н., проф. В.В. Вітлінському

03860, Київ, просп. Перемоги, 54/1

### ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Литвина Антона Валерійовича

на тему: «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності  
страхових компаній України»

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Литвина А.В. на тему «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» були частково враховані у роботі Центру соціальних та економічних досліджень.

Було використано розроблений автором дисертаційного дослідження концептуальний підхід до моделювання процесів антикризового фінансового управління в українських компаніях з ризикового страхування.

Розроблені автором економіко-математичні моделі аналізу та прогнозування фінансової кризи в страхових компаніях частково були використані при підготовці аналітичних записок та моніторингових продуктів Центру соціальних та економічних досліджень.

Виконавчий директор,  
Центру соціальних та економічних досліджень



Д.Є. Боярчук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Віце-президент з наукової роботи та інформатизації

  
Фрошенко Т.  
"09" вересня 2015 р.  


«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Віце-президент з науково-педагогічної роботи

  
Ожиган В.М.  
"09" вересня 2015 р.  


Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.006.07  
ДВНЗ «Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана»  
д.е.н., проф. **В.В. Вітлінському**  
03860, Київ, просп. Перемоги, 54/1

### ДОВІДКА

про впровадження у навчальний процес результатів дисертаційної роботи  
Литвина Антона Валерійовича на тему: «Моделювання процесів антикризового  
фінансового управління в діяльності страхових компаній України»

Дисертаційна робота Литвина А.В. на тему: «Моделювання процесів антикризового фінансового управління в діяльності страхових компаній України» виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри фінансів факультету економічних наук Національного університету «Києво-Могилянська академія» за темами «Теоретико-методологічне забезпечення та розробка сучасного математичного інструментарію формування взаємоузгодженої фінансово-бюджетної та монетарної політики в умовах макроекономічної нестабільності» (державний реєстраційний номер 0114U001671, строки виконання 2011-2013 рр.) та «Методи оцінки стабільності фінансової системи та механізми залучення інвестицій в умовах реформування економіки» (державний реєстраційний номер 0111U000743, строки виконання 2014-2016 рр.).

Методичні розробки, запропоновані Литвином А.В. в дисертації, використовуються у навчальному процесі при викладанні курсів «Фінанси підприємств», «Страхові послуги», «Соціальне страхування» та «Страховий менеджмент» студентам спеціальностей «Економічна теорія» та «Фінанси» Національного університету «Києво-Могилянська академія».

Зав.кафедри фінансів,  
д.е.н., проф.

Декан факультету  
економічних наук,  
к.е.н., доцент



І.Г. Лук'яненко

О.В. Гуменна