

$$\frac{dX}{dt} = q(t) - x(t), \quad (7)$$

$$\frac{dA}{dt} = \sum_{j=1}^J IA_j * \delta(t - t_j) \quad (8)$$

$$y_{max}(t) = \min \left\{ \frac{A(t)}{a_1}, \frac{W(t)}{a_2}, \frac{P(t)}{a_3} \right\}, \quad (9)$$

$$so(t) = \min \left[r(t) * \left(1 + \frac{Rm-R(t)}{Rm} \right), \frac{Rm-R(t)}{Rm}, \frac{S(t)}{T} \right]. \quad (10)$$

Позначення в системі рівнянь наведені відповідно до роботи [3] з відповідними початковими умовами.

Отже, така модель діяльності підприємства дозволяє виконати майбутні дослідження діяльності підприємства: розробити загальну концепцію регулювання виробничого процесу; оптимізувати випуск продукції в умовах ринкової конкуренції; здійснити оптимальне управління виробництвом; визначити маркетингові стратегії підприємства; розрахувати оптимальний обсяг інвестицій. Наведена задача може бути розв'язана за допомогою метода Рунге-Кутта в середовищі Mathcad.

Список використаних джерел:

1. Первозванский А. А. Математические модели в управлении современным производством / А. А. Первозванский. – М. : Наука, 2014. – 67–69.
2. Шерстенников Ю. В. Моделирование розвитку малого підприємства в умовах конкурентного ринку / Ю. В. Шерстенников // Бізнес інформ. – 2013. – № 7. – С. 129–135.
3. Яковенко О. Г. Математичні моделі процесів активності в економічній динаміці / О. Г. Яковенко. – Дніпро : Біла К. О., 2017 – 295 с.

Буряк А. С., к. е. н. Волкова В. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Україна)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДХОДІВ ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ

Страховання як галузь економіки зобов'язана своїм виникненням тому, що багато областей людської діяльності пов'язані з ризиком випадкових фінансових втрат. Вони виникають в результаті небажаних пригод, таких, як наприклад, пожежі, ДТП, нещасні випадки, втрата працездатності, тощо. Основний принцип будь-якого виду страхування полягає в тому, що страхова компанія (страховик), отримавши попередньо від страхувальника певну грошову суму

(страхову премію), зобов'язується при настанні страхового випадку здійснити страхову виплату, яка покриває фінансові втрати.

Найголовніше питання, яке у свій час підіймали різні економісти та математики – це оцінка ризиків розорення страхової компанії.

Першими в математичній теорії страхування є роботи Ф. Лундберга і Х. Крамера, в яких була запропонована і досліджена так звана класична модель процесу страхування [1]. Опис і різного роду дослідження в рамках класичної моделі можна знайти у багатьох вчених та економістів, яких цікавило питання страхування. Класична модель страхової компанії базується на наступних припущеннях: процес надходження страхових премій в компанію вважається детермінованим, за час t приріст капіталу складає ct , де c – кількість коштів, що надійшли в компанію за одиницю часу; страхові виплати – незалежні, однаково розподілені випадкові величини; моменти страхових виплат утворюють Пуассонівський потік. Таким чином, величина страхових вимог, що надійшли в компанію за час t , утворює складно-пуассонівський процес. Модель дає відповідь на питання: яка повинна бути вартість страхової премії для того, щоб покривати добуток ймовірності страхового випадку та середньої вартості страхового позову? Основною перевагою класичної моделі є її відносна простота, яка дозволяє обчислити в явному вигляді такі характеристики, як ймовірності розорення і виживання страхової компанії (табл. 1).

Також для аналізу розорення страхової компанії можна застосувати стандартні моделі розорення підприємства. Найбільш відомою і широкоживаною є модель Альтмана [2]. Z-модель Альтмана є статистичною моделлю, яка на основі оцінки показників фінансового стану і платоспроможності компанії дозволяє оцінити ризик банкрутства. Вона побудована з використанням апарату мультиплікативного аналізу дискримінанта, який дозволяє підібрати такі показники, дисперсія яких між групами була б максимальною, а всередині групи – мінімальною. Модель Альтмана дає достатньо точний прогноз ймовірності банкрутства з тимчасовим інтервалом 1–2 роки. На її основі існують модифікації для конкретних країн, які включають територіальні особливості і дозволяють дати картину фінансового стану підприємства, тобто можуть бути використані для оцінки ризику розорення.

Відома також модель поновлювального ризику, яку ще називають моделлю Спарре-Андерсена [1, с. 230]. На відміну від класичної, вказана модель побудована на припущенні, що кількість вимог є відновлювальним процесом. Тоді процес ризику більше не є марківським, оскільки розподіл часу наступної вимоги залежить від минулої. Тому не можна знайти просте диференційне рівняння для функції виживання $\varphi(u)$, де u – початковий страховий резерв компанії, як у класичному випадку. За допомогою цієї моделі також можна визначити час до банкрутства та вірогідність банкрутства, використовуючи розв'язання за допомогою методу випадкового блукання.

Для оцінки ризиків розорення керованого процесу страхування необхідно оцінити або знайти вірогідність розорення $\varphi(u)=1-\varphi(u)$. Наприклад, це можна зробити прямим методом Монте-Карло, моделюючи випадкові траєкторії процесу ризику і рахуючи долю траєкторій, котрі розорилися. Недолік цього методу – його низька точність при великих значеннях страхового резерву u (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика переваг та недоліків моделей діяльності страхових компаній

Назва моделі	Переваги	Недоліки
Модель Крамера-Лундберга	Простота, невелика кількість необхідної інформації	Невраховування багатьох чинників, поверхневий підхід до процесу моделювання діяльності компанії
Модель Альтмана	Простота розрахунків, універсальність	Однобокість, враховує лише фінансові показники
Модель Спарре-Андерсена	Більша детальність результатів	Математична складність
Метод Монте-Карло	Враховує різні сторони діяльності страховика	Невисока точність при великих значеннях страхового резерву u , математична складність
Використання нейронних мереж	Алгоритм розв'язання невідомий або не може бути використаний через обмеженість ресурсів комп'ютера; цілі задачі не можуть бути виражені в термінах точно визначеної цільової функції-критерію; задача не може бути визначена в числовій формі	Необхідність великої кількості інформації про попередню поведінку системи та спеціального програмного забезпечення. НМ нездатні пояснити, яким чином вони розв'язують задачу. Внутрішнє представлення результатів навчання часто настільки складно, що його неможливо проаналізувати

Джерело: розроблено автором.

В наш час в економіці все ширшого використання набувають нейронні мережі [3, с. 120]. Сутність таких методів в тому, що за їх допомогою комп'ютер може самостійно знаходити закономірності, які призвели до банкрутства та на перший погляд не помітні людині. Тобто, знаючи певну кількість страхових компаній, що розорилися, ми передаємо програмі дані про їх діяльність за декілька останніх років їх існування, і система починає шукати ймовірні причини цього. Дані про ці компанії є навчальною вибіркою. Після певних кроків навчання нейронної мережі (НМ), можемо давати системі дані про компанію, яка нас цікавить (контрольна вибірка). Аналізуючи збіги або відмінності у показниках діяльності та структури компаній, що розорилися та компанії, для якої проводиться аналіз, НМ визначить вірогідність розорення.

Нейронні мережі дають можливість також здійснювати так званий розвідувальний аналіз та пошук кластерів в даних діяльності страхових компаній, аналіз страхових позовів, що дозволяє миттєво виявляти підозрілі. Прогнозування за допомогою НМ дозволяє виявити позитивні та негативні тенденції діяльності страхової компанії, порівнюючи її показники та результати з результатами успішних та провальних прикладів.

В табл. 1 представлено порівняльну характеристику моделей діяльності страхових компаній. Слід підкреслити, що в ній представлені найбільш відомі моделі. Проте сучасна діяльність страхових компаній ставить перед дослідниками нові завдання. В якості прикладів достатньо вдалих моделей можна навести імітаційну модель визначення вірогідності придбання страхового полісу [4], модель оптимального управління страховою компанією [5] та інші. Отже, вибір моделі слід робити індивідуально, виходячи з наявної інформації та можливостей, характеристик компанії, цілей постановки задач для проведення розрахунків. Проте саме поєднання декількох підходів може гарантовано надати найкращий результат.

Список використаних джерел:

1. Бауерс Н. Актуарна математика / Н. Бауерс, Х. Гербер, Д. Джонс. –Янус-К. 2001. – С. 656.
2. Недосекин А. О. Комплексная оценка риска банкротства в корпорации [Електронний ресурс] / А. О. Недосекин. – Режим доступу : http://sedok.narod.ru/sc_group.html
3. Ольховская О. Л. Применение нейросетей для оценки финансового состояния страховой компании / О. Л.Ольховская // Научный вестник ДГМА. – 2009. – С. 267–271
4. Клепікова О. А. Моделирование маркетинговой стратегии страховой компании / О. А. Кле-

пікова. – Астропринт, 2011.

5. Норкин Б. В. Математические модели оптимизации страхового дела / Б. В. Норкин // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №7 – С. 129–145.

Візір Д. М.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Україна)

ВИБІР КОМЕРЦІЙНО ЕФЕКТИВНОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ НА ЗАСАДАХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Майже всі задачі, з якими зустрічається підприємство на шляху свого розвитку мають декілька варіантів та критеріїв розв'язання. Зокрема це стосується економічних задач, у тому числі й тих, що пов'язані з вибором комерційно ефективного проекту.

Такі вчені як, Борщ Л. М., Ковальова В. В. та Бланк І. О. вважали що прийняття інвестиційних рішень повинно спиратись на такі показники, як інвестиційні ризики та прибутковість проекту [1].

А втім цей підхід не передбачає врахування суб'єктивних факторів, таких як досвід людей, їх професійні навички, обізнаність у діяльності підприємства, участь у процесі прийняття рішень стосовно інвестування. Тому на нашу думку даний підхід є трохи одностороннім. Для врахування цих факторів доцільно застосовувати експертні методи оцінки, які цифрують суб'єктивні відповіді на поставленні запитання, дозволяючи враховувати додаткову інформацію [1].

У тих випадках, коли є кілька цілей, які не можуть бути відображені одним критерієм виникають задачі багатокритеріальної оптимізації. Для розв'язання задачі потрібно знайти точку області допустимих рішень, яка мінімізує або максимізує всі такі критерії [2].

Для прийняття рішення щодо вибору інвестиційного проекту на основі оцінки комерційної ефективності необхідно коректно сформулювати задачу прийняття рішення та вибудувати процес з трьох основних стадій:

- постановка задачі;
- розробка моделі;
- вибір найкращої альтернативи та прийняття оптимального рішення [2].

Особі яка приймає рішення необхідно оцінити комерційну ефективність інвестиційних вкладень в навчання персоналу, а саме монтажників технічного