

Клапків М.С.,
кандидат економічних наук

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ СТРАХОВОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА

Необхідність застосування в економіці елементів вищої математики давно стала очевидною. Як твердить Джон Гелбрайт, “завдання економіста — безсторонній аналіз, опис, а де це можливо, то й приведення своїх міркувань до математичних виразів, а не до моральних суджень чи виявлення своєї зацікавленості у якійсь іншій формі”¹. Проте, як свідчить український досвід, фінансова математика й досі з різних причин не знайшла належного застосування у провідних сферах фінансової діяльності.

Принагідно слід зауважити, що обмежене використання вищих математичних розрахунків залежить не так від ступеня засвоєння фахівцями недобрих звичок, як від ступеня розвитку та доступності для практиків основних положень теорії фінансової математики, про що переконливо свідчить ситуація, яка склалася на страховому ринку.

Страхове підприємництво, як відомо, є одним із небагатьох, раціональне ведення якого цілком неможливе без опори на результати вищих фінансових розрахунків. Саме тому тісна інтеграція між страхуванням і математикою спостерігається вже протягом кількох останніх століть. Наслідком цієї інтеграції було те, що страхова практика сприяла розвитку спеціальних методів прикладної математики, названої страховою математикою, а застосування математики, у свою чергу, розширювало економічні й фінансові можливості страхування. Досить пригадати, що спроби займатися окремими видами страхування життя без належного математичного обґрунтування аж до кінця 18 століття вважалися “настільки недоцільними, наскільки вони не відповідали природі страхування”².

Вагомий внесок математика зробила і в розвиток страхової теорії. Професор К. Воблий стверджує, що в історії страхування, як особливої галузі наукового пізнання, можна відзначити три періоди, тісно пов’язані з розвитком страхової математики. Перший період тривав до середини 19 століття. Це період розроблення окремих питань страхування, нагромадження інформативно-статистичного матеріалу, складання таблиць смертності. Другий період тривав до 90-х років минулого століття і відзначився результативними спробами здійснення системних розробок проблем страхової математики.

¹ John Kenneth Galbraith. *Ekonomika w perspektywie*. — Warszawa. — Państwowe wydawnictwo ekonomiczne. — 1991. — С. 137.

² J. H. von Justi. *Grundsätze der Policeywissenschaft*. — 3. Aufl. — Göttingen. — 1782. — С. 171 / Цитуємо за: Dieter Hesberg. *Versicherungs-Sparen — up ewig ungedeelt?* — *Versicherungswirtschaft*. — № 11. — 1986. — С. 669.

Третій період, який почався у 90-х роках 19 століття, характеризується багатьма ознаками активного утвердження страхової математики у ролі самостійної наукової дисципліни страхового циклу³.

Слід зазначити, що страхова математика з часом ще більше утвердилася у ролі локомотива страхової науки. Так, у першому каталозі найвагоміших наукових праць на страхову тематику, виданому у 1982 р. під назвою "Insurance — Abstracts and Reviews" (IAR) і складеному на основі 92 журнальних видань, було розміщено 152 анотації статей, із яких 101 виявилася математичного спрямування і лише 51 — економічного⁴.

До початку 20 століття страхова математика розвивалася переважно в галузі страхування життя і пенсій. При цьому вона спиралася тільки на детерміністичні моделі формування ризиків, пов'язані з життям застрахованих осіб. Це, зокрема, означало, що визначені в ході статистично-демографічних (біометричних) досліджень показники смертності осіб кожної вікової категорії приймаються за незмінні протягом досить тривалого часу. На підставі цих показників (помноживши їхні числові значення на кількість застрахованих осіб у кожній групі) досить просто розраховувалося передбачуване число страхових випадків.

Однак показна логічність і техніко-розрахункова простота подібних економіко-математичних розв'язань із часом перестали задовольняти зростаючі вимоги страхової практики. Кількість страхових випадків здебільшого проявляється як змінна випадкова величина, якій властиво відхилятися від розрахункової величини в бік зменшення або збільшення. Проте, застосовуючи ряд досконалих математичних і статистичних методів, змінну величину стало можливим розраховувати. Цю можливість почали широко використовувати актуарії при калькуляціях ризику. Таким чином, широка заміна сталих показників частоти та інтенсивності на змінні випадкові (математичні ймовірності) привела до сформування на зламі 19 і 20 століть стохастичних моделей ризику⁵.

Ці моделі не стали альтернативними щодо детерміністичних моделей. Між ними навіть існує тісний зв'язок і можливість взаємопереходу. Водночас досвід переконує, що багато які проблеми, котрі поставали у майнових видах страхування, можна розв'язувати тільки на підставі стохастичних моделей.

Їхній розвиток створив можливість оцінки так званого середнього ризику в окремих страхуваннях як у галузі страхування майна, так і в галузі страхування життя, а також встановлення на їхній основі "справедливого тарифу" у відповідності з принципом еквівалентності внесків і виплат. Проте оцінка величини ризику по кожному укладеному договору страхування, про поведінку якого нічого не відомо, не має для страховика важливого значен-

³ *Воблый К.Г.* Основы экономии страхования. — Издание второе, переработанное. — К.: Коопстрах. — 1923. — С.108.

⁴ *Ubezpieczenie — skróty i przeglądy.* Wiadomości ubezpieczeniowe. — № 10. — 1982. — С. 29.

⁵ *Antoni Banasiński.* Ubezpieczenia gospodarcze. — Warszawa. — Poltext. — 1993. — С. 148.

ня. Істотношою є оцінка величини цілої сукупності ризиків, що містять портфель страхового закладу.

Розв'язання цих завдань стало можливим тільки завдяки широкому застосуванню теорії ймовірності. Тобто так, як можна побудувати розклад імовірності настання очікуваної величини відшкодувань для кожного окремого договору страхування, так само можна отримати розклад імовірності появи загальної суми виплат по цілому портфелю страховика. Цей загальний розклад суми виплат виникає — у випадку стохастичної незалежності окремих ризиків — шляхом накладення на себе (зсумування) усіх поодиноких розкладів.

Але практично здійснити таку розрахункову операцію шляхом шарового накладення тисяч окремих розкладів надзвичайно важко. Легше отримати моменти сукупного розкладу суми виплат на підставі окремих моментів розкладу. Тобто очікувана вартість і варіація сукупного розкладу відповідно дорівнюють сумі очікуваних вартостей і сумі варіацій окремих розкладів. Навіть більше, відповідно до фундаментального граничного ствердження теорії ймовірності отриманий таким чином розклад строго прямує до нормального розкладу, якщо кількість окремих складових розкладів прямує до необмеженості⁶.

На підставі цих математичних розв'язків було сформовано так звану теорію індивідуального ризику, що відома також як класична теорія ризику. За індивідуальною теорією ризику загальний обсяг майбутніх виплат, що найбільшою мірою турбує кожного страховика, визначається шляхом сумування фінансових вимог, які виникають по кожному договору зокрема. Величина виплат по сукупному портфелю страховика (GS інд.) розраховується тоді за такою формулою:

$$GS \text{ інд.} = \sum_{i=1}^n X_i ,$$

де n — число ризиків (договорів),

X_i — обсяги фінансових зобов'язань по окремих ризиках,

$i = 1 \dots n$ — кількість індивідуальних ризиків у портфелі страховика⁷.

Однак трохи згодом виявилось, що теорії індивідуального ризику властивий ряд обмежень, а тому вона не може мати широкого застосування у майбутньому страховому підприємстві.

Головним обмеженням індивідуальної теорії ризику було те, що по кожному договору страхування передбачалася не більш як одна вимога на виплату. Такої умови не важко було дотримуватися при страхуванні життя, але вона не могла виконуватися у нежиттєвих видах страхування. З цієї та ряду інших причин актуарії багатьох країн почали пошуки у напрямку ефектив-

⁶ Antoni Banasiński. Współczesne zagadnienie aktuarialne na świecie/Studia ubezpieczeniowe. — Tom IX. — 1987. — С. 105.

⁷ Ulrich G. Oppel. Moderne Methoden und Systeme zur Berechnung der Gesamtschadenverteilung/ Versicherungswirtschaft. — № 13. — 1992. — С. 829.

ніших методів аналізу та оцінки ризику, придатних для практичного застосування у страховому підприємстві.

Видатних успіхів на цьому шляху досяг шведський актуарій Філіпп Лундберг. У своїй праці "Про теорію перестраховання", захищеній ним у 1903 р. як дисертація на вчений ступінь та опублікованій у матеріалах VI Міжнародного конгресу актуаріїв, який відбувся в 1909 р. у Відні, він висунув гіпотезу про те, що індивідуальна модель розрахунку величини збитків може трансформуватися у колективну. Цим самим було закладено основи формування теорії колективного ризику⁸. На противагу теорії індивідуального ризику, теорія колективного ризику претендує на аналіз та оцінку цілої сукупності приблизно однакових ризиків як єдиного ризику портфеля страховика. Ця теорія враховує також зміни величини ризику, який виникає протягом страхового періоду, а тому вона реалістичніша, ніж теорія індивідуального ризику⁹.

Значну роль у розробці теорії колективного ризику відіграв Гаральд Крамер, що проявив себе як перший математик, котрий зумів у праці "До математичної теорії ризику", виданій у 1930 р., викласти евристичні припущення Ф.Лундберга у строгих математичних формулах. Трохи пізніше, спираючись на положення теорії А.Н.Колмогорова, викладені у праці "Аксиоматична система теорії ймовірності", виданій у 1993 р., Крамер зумів побудувати систематизовану теорію страхової математики нового типу. У цей період з'явилися також перші прикладні праці, автори яких, спираючись на висновки теорії колективного ризику та стохастичні моделі ризику, здійснили успішні спроби вдосконалення фінансових взаємовідносин у галузі майнових видів страхування. Такий характер мала праця Н.Серговського "Введення в теорію вогневого страхування", видана у 1931 р., та твір Пауля Рібеселя "Введення в математику страхування речей", опублікований у 1936 р.

Найсистемніший аналіз можливостей використання стохастичних процесів у теорії колективного ризику було зроблено знову ж таки Гаральдом Крамером у праці "Collektive risk theory a survey of the theory from the point of the theory of stochastic processes", виданій у 1955 р. на честь 100-літнього ювілею заснування шведського страхового товариства "Скандія". У ній він, зокрема, заперечив тезу тогочасної теорії колективного ризику про взаємну незалежність випадкових подій та незмінність імовірності їх виникнення, явища, які у майновому страхуванні виступають тільки епізодично. Змодифікована ним теорія колективного ризику не лише охопила випадки прямої

⁸ Польський актуарій К.Строїнський, виходячи з аналізу змісту теорії, вважає, що автор перекладу підручника В.Феллера "Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa" ("Вступ до розрахунку ймовірності", 1969 р.) Бартошинський переклав цей термін правильніше, а саме: "теорія поєданого ризику", не скориставшись уведеним раніше терміном "колективного ризику". (Рецензія Строїнського К. на "Hans H. Gerber. An Introduction to Mathematical Risk Theory". — *Wiadomości ubezpieczeniowe*. — № 9. — 1982. — С. 21.)

⁹ *Kazimierz Ortyński, Krzysztof Orzechowski. Materiały do studiowania ekonomiki ubezpieczen gospodarczych*. — Radom. — WSI. — 1979. — С. 56.

сферних ризиків, а й посередньої, яку називають “перенесенням ризику” або “зміщенням ризику”.

Таким чином, завдяки здійсненню глибоких теоретичних досліджень протягом першої половини 20 століття прикладна математика стала органічним елементом бази страхового підприємництва у галузі особистого і майнового страхування. У процесі цього входження серед математиків визначилася чітка спеціалізація. Тому, на пропозицію швейцарського математика Бюгльмана, математики, які залишилися працювати у галузі страхування життя, стали називати математиками першого виду, а сферу їхніх інтересів — страховою математикою першого виду. Тих же математиків, які почали спеціалізуватися в обслуговуванні речей, майна, було прийнято називати математиками другого виду, а відповідно їхню галузь математики — страховою математикою другого виду¹⁰.

Наприкінці 60-х років унаслідок активних наукових пошуків чітко сформувався новий напрямок страхової математики, який часто називають математичною теорією ризику або новітньою теорією ризику. Згодом вона відокремилася від решти дисциплін і стала окремою науковою галуззю. У 60-х роках в теорії ризику було опубліковано ряд фундаментальних праць: “Теорія ризику” — підручник Беардта, Пентікайнена та Пессонена, монографія Г. Бюгльмана “Математичні методи в теорії ризику” та енциклопедичний підручник Г. Сеала “Стохастична теорія ризикового бізнесу”. Названі видання завдяки своїй різноплановості всебічно зафіксували рівень досліджень теорії ризику і створили умови для її подальшого розвитку. У 1980 р. американський професор математики Мічиганського та Лозанського університетів Гекс Гербер запропонував нову монографію “Вступ до математичної теорії ризику”, в якій на іншому рівні було подано основні елементи нової теорії.

Суть цієї теорії та її відмінність від інших дисциплін математичного страхування сучасними спеціалістами визначається майже ідентично. Так, відомий німецький вчений у галузі теорії ризику Вольф-Рудігер Гейльман констатує, що “теорія ризику, як наука, розміщується у двох сферах: з одного боку, вона представляє частину прикладної математики, зокрема математичну стохастичну, з другого — є спеціальною страховою наукою”¹¹.

Відомий німецький спеціаліст у галузі ризику Ерхард Крамер, керівник німецького відділення ASTIN, стверджує, що теорію ризику можна розглядати як теоретичну надбудову страхової математики або як “чисту” страхову математику. З іншого боку, на думку Е. Крамера, на протиположності класичній, детерміністичній страховій математиці, теорія ризику ґрунтується на елементах математичної стохастичності, на теорії ймовірності та математичній статистиці¹².

¹⁰ Günter Koch. Gedanken an Prof. Dr. Robert Brückner.// Versicherungswirtschaft. — № 4. — 1986. — С. 306.

¹¹ Wolf-Rüdiger Heilmann. Risikotheorie — ein Elfenbeinturm der Versicherungswissenschaft?// Versicherungswirtschaft — № 14. — 1986. — С. 878.

¹² Erhard Kramer. Einige praktische Anwendungsmöglichkeiten risikotheorietischer Modelle.// Versicherungswirtschaft. — № 19. — 1986. — С. 1276.

А на думку польського автора Ядвіги Дидиш, теорія ризику дає наукові математичні підстави, які можуть бути використані для кількісного розрахунку ризику, коли знаєш різні функції корисності.

Водночас це теорія, яка дає змогу застосовувати інтуїцію при прийнятті рішення. Так, інвестор, здійснюючи ризикову діяльність, може наперед інтуїтивно передбачити збитки, які він отримає при настанні передбаченої події. Здійснюючи та оплачуючи антиризикову діяльність, інвестор із допомогою математичного обґрунтування розраховує так звану функцію корисності, що повинна засвідчити, чи його капітал, зменшений на величину, використану для проведення антиризикової діяльності (страхування), буде більшим від різниці інвестованого капіталу, зменшеного на можливі передбачувані збитки. Такі розрахунки необхідні як для тих, хто передає ризику, так і для тих, хто їх приймає¹³.

Позиція чеських страхових теоретиків стверджує, що теорія ризику є основою, фундаментом управлінської діяльності в галузі ризику: від теорії ризику через менеджмент ризику до бізнесу в умовах ризику¹⁴.

Німецькі автори управлінського спрямування відзначають, що “нові напрямки розвитку в цій класичній галузі страхової математики на основі концепції прийняття рішень у поєднанні з сучасною, як на сьогодні, розрахунковою базою формують цілком нову якість ризикополітичних вирішень. Її ж ризикополітична основа виступає в цьому зв'язку лише посередньо”¹⁵. З іншого боку, як вважає Вальтер Картен, стара колективна теорія ризику страхування сьогодні інтегрується й стає великою складовою частиною математичного обґрунтування теорії прийняття рішень¹⁶.

У свою чергу, як для теорії прийняття рішень, так і для теорії ризику фундаментальне значення має теорія стохастичних процесів, вхід до якої відкриває масовотеоретична теорія ймовірності¹⁷.

Ще один німецький автор, Петер Альбрехт, подає теорію ризику як теоретичну модель основ страхової математики (передусім майнової) і політики ризику страховиків. Тобто теорія ризику являє собою скобу між страховою математикою та наукою про страхове підприємництво (політику ризику):

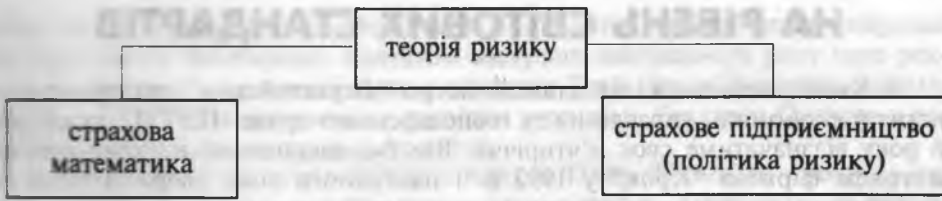
¹³ *Dydysz Jadwiga*. Informacja na temat “Letniej szkoły nauk aktuarialnych”.// *Wiadomości ubezpieczeniowe*. — № 10. — 1990. — С. 10.

¹⁴ *Iiřina Jilková, Jaroslav Danhel*. Filozofická kategorie nutnosti a nahodilosti a pojistění.// *Pojistný obzr*. — № 5. — 1986. — С. 133.

¹⁵ *Axsel Reich, Michael Radtke, Barbara Niggemener*. Markterfolg durch Risikosegmentierung.// *Versicherungswirtschaft*. — № 24. — 1993. — С. 1347.

¹⁶ *Walter Karten*. Aspekte des Managements.// *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis*. — 1978. — № 4. — С. 309.

¹⁷ *Michael Reischel*. Dynamische Rückversicherungs und Ausschüttungspolitik beim Risikogeschäft.// *VVW*. — Karlsruhe. — 1981. — С. 6.



Мовою економічних термінів політика ризику визначається просто: як (по можливості оптимальне) управління (або контроль) процесом ризику. При цьому завданням теорії ризику є підготовка формальних основ даного процесу. Оскільки тут на передній план усе-таки виступає кількісний аспект, то теорія ризику є математичною дисципліною. Отже, теорія ризику передусім займається квантифікацією випадковості настання збитків, характеризує їхній перебіг і на цій підставі формує нормативну модель прийняття рішень, яка дає змогу раціонально (оптимально) розв'язувати проблеми страхової практики у ситуаціях, що складаються під впливом ризиків.

До цього поняття входять калькуляція премій, розрахунок резервів та здійснення перестраховування. Тобто об'єктом пізнання теорії ризику є процес ризику, котрий, за висловом Петера Альбрехта, можна вважати серцевиною кожної ризико-теоретичної проблеми. Процес ризику квантифікує розвиток залежностей між акумульованими преміями й акумульованими збитками протягом певного часу. Контроль, а відповідно управління процесом ризику, — основне завдання страхової техніки. Параметрами, при яких здійснюється прийняття відповідних рішень, є встановлення початкових резервів (економічно це означає визначення мінімального рівня платоспроможності), політика щодо ризику й тарифу і вплив розподілу збитків шляхом селекції ризиків, формування продукту (власної участі, рівня покриття) та заходів із перестраховування¹⁸.

З огляду на існуючу різноманітність уявлень, тверджень у розумінні теорії ризику та її місця серед інших наукових дисциплін є відома різниця у твердженнях зокрема британських та континентальних учених у галузі теорії ризику¹⁹.

¹⁸ Peter Albrecht. *Moderne Risikotheorie zur Lösung risikopolitischer Probleme.*// *Versicherungswirtschaft.* — № 22. — 1987. — С. 1441.

¹⁹ Patrik Caroll. *Lecturer in Statistics and Actuarial Science / Coovaerts M., F. de Velder and J. Haezendonck. Insurance and Risk Theory.* D. Reidel Publishing Company.// Boston—Tokyo. — 1986. — С. 30—33.



ЗМІСТ

З офіційних джерел	КУЧМА Л.Д. Несплата податків — проблема державної ваги	5
Теорія фінансів	ШОКУН В.В., ПИЛИПЕНКО Л.П. Про питання вдосконалення фінансової системи України	14
Бюджет	ВАСИЛЬЧЕНКО З.М. Доходи бюджету в системі управління економікою	25
Грошово-кредитна політика	СМИРНОВА О.О. Використання кредитних відносин у регулюванні інвестиційної діяльності	33
Фінансовий механізм	ОЛІЙНИК С.О., МУЛИК Т.О., ГУЦАЛЕНКО Л.В. Обґрунтування вибору системи обліку витрат на виробництво і результатів фінансової діяльності	36
З досвіду зарубіжних країн	ОЛІЙНИК О.М. Правові аспекти банківської реформи в КНР	38
Банківська справа	БИЦЬКА Н.З., ЧИРКА Д.М. До питання про оцінку фінансової стійкості комерційних банків	43
Фінансовий ринок	ОХРИМЕНКО О.О., ОХРИМЕНКО О.А. Ринок держоблігацій: ретроспектива, аналіз, прогноз	48
Інвестиції	СЛОБОДЕНЮК В.Д. Деякі питання іноземного інвестування в Україні	55
	БОЛЕЙКО Ю.О. Оцінка інвестиційної привабливості регіонів	65
	ОМЕЛЬЯНОВИЧ Л.А., ФІЛІПЕНКО Т.В., ГЛАДКОВА О.В. Сучасні проблеми і перспективи інвестиційної діяльності в Україні	73
Ветерани фінансової справи	Фахівець	79
Фінанси галузі	ТКАЧУК В.І. Розподіл прибутку у приватизованому сільськогосподарському підприємстві	80
	ДИШКАНТ О.В. Теоретичні засади фінансового забезпечення діяльності органів внутрішніх справ	84
Податки	СОКОЛОВСЬКА А.М. До питання про податкову реформу в Україні	92
	ЧУПРИНА О.В. Податкові проблеми сьогодення	99
Страховий ринок	КЛАПКІВ М.С. Математичні основи страхового підприємництва	103
Освіта	ЛАЗАРЕНКО А.І. На рівень світових стандартів	110
Сторінки історії	ГРИНЧУЦЬКИЙ В.І., МАРЦІНИШИН Г.В. Проблема фінансування промисловості в умовах ринку (з досвіду непу)	112
“ФУ” інформують	Звіти, інтерв'ю, коментарі, новини	119

CONTENTS

From the Official Sources	CUCHMA L.D. Tax Nonpayment — State Problem	5
Theory of Finances	SHOKUN V.V., PILIPENKO L.P. About the Improvement of Ukraine's Finance System	14
Budget	VASILCHENKO Z.M. Budget Incomes in the System of Economy Management	25