УДК 368.01

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗОРЕНИЯ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СТРАХОВЫХ ВЫПЛАТ

Е.М. Лисин, кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономики промышленности и организации предприятий
Национальный исследовательский университет МЭИ, Москва (Россия)
В. Стриелковски, Ph.D, младший профессор Экономического института
Карлов университет в Праге, Прага (Чешская Республика)
Ю.А. Анисимова, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы и кредит»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)
Б.А. Хавкин, студент
Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, Москва (Россия)

Ключевые слова: страховая компания; финансовая устойчивость; теория разорения; модели коллективного риска; процесс рискового резерва; начальный страховой резерв; законы распределения периодов и размеров страховых выплат.

Аннотация: В статье с помощью предложенной процедуры имитационного моделирования на основе модели Лундберга-Крамера проводится исследование зависимости начального страхового резерва от интенсивности страховых премий для различных видов распределений периодов и размеров страховых выплат при условии обеспечения высокой вероятности финансовой стабильности и устойчивости страховой компании.

Принимая во внимание, что вероятность разорения компании имеет количественную оценку возможности наступления события, следует учитывать ряд факторов – размер страховой премии, величина страхового резерва. Составление прогноза вероятности разорения при различных сценариях наступления страховых случаев в итоге позволяет выработать оптимальное управление страховой компанией. Процедура имитационного моделирования на основе модели Лундберга-Крамера для описания распределений периодов между страховыми случаями и размеров страховых выплат базируется на следующих видах распределений случайных величин: экспоненциальное, усеченное экспоненциальное, распределение Эрланга и распределение Парето.

Анализ позволяет сделать следующее заключение:

1. Для описания интервалов времени между последовательными страховыми случаями, происходящими достаточно редко с заданной средней интенсивностью, наиболее подходит экспоненциальное распределение.
2. При более частых наступлениях страховых случаев применяется усеченное экспоненциальное распределение.
3. Модель Эрланга предполагает, что интенсивность событий может быть как возрастающей, так и убывающей.
4. Распределение Парето используется в страховании для описания катастрофических рисков.

Проведенное исследование доказывает, что выбранный теоретический закон распределения периодов и размеров страховых выплат может существенно влиять на конечный прогноз финансовой устойчивости страховой компании и выбор начального страхового резерва.

ВВЕДЕНИЕ

Страховая компания представляет собой договорного финансового посредника, который специализируется на предоставлении страховых услуг физическим или юридическим лицам. Страховая услуга заключается в передаче риска от страхователя к страховой компании за определенную плату, называемую страховой премией. Суть процедуры страхования состоит в перераспределении риска и, таким образом, снижении его возможных последствий для страхователя.

Хозяйственная деятельность страховой компании существенно отличается от других видов коммерческой деятельности. На основе заключаемых договоров со страхователями страховая компания принимает на себя риски страхователей взамен внесенного взноса. Часть полного взноса страхователя в виде страховой премии зачисляется в страховой фонд, предназначенный для покрытия будущих страховых выплат. При наступлении страховых случаев осуществляются выплаты страховой суммы согласно страховому тарифу [1; 2].

В отличие от других видов деятельности сроки и размеры обязательств страховой компании известны в вероятностных терминах, что предполагает высокую степень допуска. Отсюда наиболее важным аспектом страховой деятельности является оценка и управление рисками. Совершенство методов оценки рисков страховой компании и корректное формирование страховой премии во многом определяет ее финансовую устойчивость и уровень конкурентоспособности. Поэтому при обосновании управленческих решений в страховой компании особую роль играют имитационные модели, в основе которых лежат вероятностно-статистические методы. При этом в качестве меры риска страхования рассматривается вероятность разорения компании.

Исследование страховой деятельности на вероятностно-статистических моделях позволяет выполнить расчет таких показателей, как размер страховой премии, величина страхового резерва, вероятность разорения при различных сценариях наступления страховых случаев, что в итоге позволяет выработать оптимальное управление страховой компанией [2; 4].

В основе математической теории риска страховой компании лежит понятие иска, который представляет собой итоговую сумму всех страховых выплат по договору страхования [1; 3]. Иск рассматривается как случайная величина, которая принимает нулевое значение, если по договору выплаты не производились (т. е. при отсутствии страховых случаев), и отлична от нуля, если выплаты страхователю осуществлялись. Условная величина иска при его ненулевом значении формирует убыток страховой компании.

Существует две классические модели риска страховой компании [4; 5]: модель индивидуального риска; модель коллективного риска.

Модель индивидуального риска – статическая модель страхования, описывающая ситуацию, в которой страховые премии собираются единовременно в момент формирования страхового портфеля, срок действия всех договоров страхования одинаков, и в течение данного периода возникают страховые события, которые приводят к страховым выплатам – иску. Под страховым портфелем понимается общее число договоров страхования, по которым страховая компания несет ответственность перед страхователями [5].

Модель коллективного риска представляет собой динамическую модель страхования. Договоры страхования заключаются в моменты времени, образующие случайный процесс, и характеризуются своей длительностью. В течение времени действия договора могут происходить страховые события, приводящие к убыткам страховой компании. Динамическая модель предполагает наличие начального собственного капитала (далее – начального страхового резерва), выделяемого страховщиком для формирования страхового фонда [5]. Данная модель страхования более приближена к описанию реальной хозяйственной деятельности страховой компании, в связи с этим далее уделим ей основное внимание.

Модель коллективного риска предполагает решение следующих задач [4; 5]: определение закона распределения иска, т. е. суммы всех страховых выплат по страховому портфелю в течение рассматриваемого периода времени; расчет величин страховых премий, обеспечивающих финансовую устойчивость страховой компании, т. е. низкую вероятность разорения.

Под вероятностью разорения будем понимать количественную оценку возможности наступления события, при котором страховой иск в некоторый момент времени окажется больше суммы резерва страховой компании и собранных страховых премий. В модели коллективного риска вероятность разорения можно рассматривать в выбранный момент времени, на конечном и бесконечном интервале времени. Определение вероятности разорения и его времени наступления является одной из ключевых задач классической теории риска [3; 5].

На вероятность разорения оказывают влияние следующие факторы хозяйственной деятельности страховой компании [4; 5]: величина начального страхового резерва – начальный капитал страховой компании, отчисляемый в страховой фонд; страховой тариф, определяемый как размер страховой премии с единицы страховой суммы; ограничение страхового риска страховой компании путем перестрахования, т. е. передачи части ответственности по страховому портфелю другим страховщикам; страховая конъюнктура, определяющая интенсивность страховых выплат.

Модель коллективного риска позволяет «проиграть» во времени взаимодействие данных факторов и получить оценку их влияния на вероятность разорения страховой компании на рассматриваемом промежутке времени. При этом предполагается, что страховая компания функционирует в устойчивой среде, известно распределение наступления страховых случаев на основе анализа прошлого опыта [4; 5]. Наступление страховых обязательств может происходить как через большие промежутки времени (например, пенсионное страхование), так и быть неопределенным (например, страхование от несчастных случаев, когда срок и размер страховых выплат неизвестен).

Теоретические прогнозы, полученные на имитационной модели, позволяют страховой компании разработать систему мер, призванных исправить ситуацию, если возникли подозрения о неблагоприятном развитии страхового процесса, и выполнять обязательства перед страхователем при любом неблагоприятном стечении обстоятельств.

Прогнозная модельная оценка вероятности разорения страховой компании, функционирующей в устойчивой среде, во многом зависит от выбранных теоретических распределений размера страховых выплат и числа страховых случаев, соответствующих эмпирическим функциям распределения, составленных на основе анализа прошлого опыта. Выбор данных распределений определяется внешними факторами, их неполный учет может привести к качественно неверным предсказаниям со всеми вытекающими последствиями для страховой компании.

АНАЛИЗ МОДЕЛИ РАЗОРЕНИЯ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ ЛУНДБЕРГА-КРАМЕРА

Классическая модель страхования Лундберга-Крамера является одной из основных моделей математической теории риска. Ее основы были заложены основоположником теории коллективного риска шведским математиком Ф. Лундбергом (F. Lundberg), который в своих работах [6; 7] сформулировал задачи об отыскании вероятности разорения и получил первые ее оценки [8]. Строгий математический вид модели коллективного риска был получен шведским математиком Г. Крамером (H. Cramer), в работах которого [9; 10] было проведено систематическое исследование теории разорения. Его классические результаты, описывающие поведение вероятности разорения в зависимости от величины начального страхового резерва, вошли в учебники по теории вероятностей и стали основой асимптотической теории риска, рассматривающей поведение вероятности разорения страховой компании при неограниченно возрастающем резерве, являющейся популярной в настоящее время и требующей разработки новых методов исследования.

Математическая модель позволяет формализовать важные понятия страховой деятельности в терминологии теории риска, таких как кумуляция ущерба, зависимость рисков, разделение на нормальный и катастрофический риск, распределение рисков внутри страхового портфеля.

Модель Лундберга-Крамера предназначена для анализа явления разорения и позволяет определить вероятности выполнения страховой компанией своих обязательств по договорам страхования во времени, т. е. в моменты наступления страховых случаев. Вероятность разорения компании рассматривается в зависимости от начального страхового резерва и текущих поступлений страховых премий [11].

Основой модели является процесс рискового резерва $R(t)$, или, другими словами, размер капитала страховой компании в каждый момент времени t, начиная с начального момента $t=0$. Все индивидуальные страховые договоры, заключенные компанией, суммируются и рассматриваются как коллективный риск. Можно выделить следующие составляющие процесса $R(t)$ [11]: размер начального страхового резерва страховой компании $R(0)=u$; суммарный доход страховой компании, формируемый движением страховых премий при передаче риска от страхователей к страховой компании согласно принятой системе страховых тарифов; суммарный расход страховой компании в виде выплат страхователям в случае наступления страховых событий.

Будем предполагать, что суммарный доход страховой компании растет линейно с постоянной интенсивностью c. Страховые выплаты осуществляются сразу же после наступления страховых случаев, при этом моменты времени между наступлениями страховых случаев и размеры страховых выплат независимы. Страховая компания функционирует в стационарном или медленно изменяющемся внешнем окружении.

С математической точки зрения интервалы между страховыми случаями T_i и размеры страховых выплат Y_i являются независимыми случайными величинами с одинаковым распределением и отражают случайную природу страхового процесса. Вид распределения данных случайных величин зависит от страховой задачи и является отдельным важным вопросом. В модели Лундберга-Крамера предполагается, что данные величины имеют экспоненциальные распределения с различными интенсивностями [11; 12].

Пусть n – число страховых событий, произошедших за время $t \ge 0$. Тогда n-й страховой случай наступит в момент времени $\sum_{i=1}^{n} T_i$, а число страховых случаев будет составлять $N(t) = \max_{n>0}\left\{\sum_{i=1}^{n} T_i \le t\right\}$. Суммарный расход страховой компании на удовлетворение исков будет определяться величиной $X(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i$. Суммарный доход страховой компании будет определяться интенсивностью поступления страховых премий и составит величину ct. [11; 12]

Исходя из вышесказанного, величину рискового резерва с учетом размера начального страхового резерва можно представить в виде следующей функциональной модели (1):

$$R(t) = u + ct - X(t)\,. \qquad (1)$$

Под разорением страховой компании в данной модели понимается наступление такого момента времени t_r на промежутке $(0, t]$, при котором будет наблюдаться превышение суммарных выплат по страховым случаям над величиной начального страхового резерва и суммы поступивших страховых премий по договорам страхования $R(t_r) < 0$.

Вероятность возникновения разорения можно представить в виде функции (2) рассматриваемого интервала времени t и величины начального страхового резерва u [11; 12]:

$$\psi(t,u) = P\left\{ \inf_{0<t_r \le t} R(t_r) < 0 \right\}. \qquad (2)$$

Разорение страховой компании обязательно произойдет, если размер страховых выплат не будет покрываться накопленными страховыми премиями. При условии фиксированной интенсивности поступления страховых премий c разорение будет определяться продолжительностью между страховыми случаями и величиной страховых выплат. Чем больше интервал между страховыми выплатами, тем больше кумулятивная сумма страховых премий, позволяющая покрыть очередной страховой случай. Также на разорение будет оказывать влияние начальный страховой резерв, откладывающий момент времени наступления разорения.

Пусть в среднем размер выплат по страховому событию покрывается накоплением страховых премий, т. е. страховая деятельность является прибыльной. Математически это можно записать в виде неравенства математических ожиданий (3) размера страховой выплаты Y_1 и накопленного дохода, который страховая компания сформирует за промежуток времени T_1 до наступления страхового случая при учете, что страховые премии будут поступать с интенсивностью c [11]:

$$E[Y_1] < c\,E[T_1]. \qquad (3)$$

Предположим, что тарифная политика страховой компании выбрана таким образом, что разорение может наступить только в случае неблагоприятного стечения внешних обстоятельств, которые при условии стационарного внешнего окружения будут определяться короткими промежутками между страховыми выплатами и их величиной. В данном контексте наступление разорения страховой компании будет во многом определяться размером начального страхового резерва. Необходимо определить, какой размер начального страхового резерва u должна иметь страховая компания, чтобы с заданной вероятностью за рассматриваемый период t страховой фонд компании ни разу не оказался отрицательным.

При достаточно больших значениях u вероятность разорения страховой компании можно записать в виде следующей аппроксимации (4) [11; 12; 13]:

$$\psi(t,u) \cong Ce^{-\chi u}\Phi_{\left(m_1 u\, D^2 u\right)}(t)\,, \qquad (4)$$

где $\Phi_{\left(m_1 u\, D^2 u\right)}(t)$ – функция нормального распределения с параметрами m_1 и D_1^2,

χ>0– коэффициент Лундберга ($E(e^{\chi(Y_1 - cT_1)}) = 1$),

$C > 0$ – постоянная Крамера-Лундберга, определяемые случайными величинами периода между страховыми случаями T_i и размером страховых выплат Y_i.

Математическая задача о разорении, решение которой обозначено в формуле (4), является достаточно сложной и может потребовать дополнительных уточнений для применения вычислительных процедур. Активное исследование зависимости вероятности разорения от величины начального страхового резерва *u* за время *t* продолжается по настоящее время.

Анализ зависимости (4) показывает, что при больших значениях времени *t* функция нормального закона распределения стремится к единице, а вероятность разорения определяется величиной начального страхового резерва (5):

$$\psi(u) \cong Ce^{-\chi u}\,. \qquad (5)$$

Вероятность разорения достаточно быстро убывает с ростом начального страхового резерва *u*. Скорость убывания определяется коэффициентом Лундберга, объединяющего в себе тарифную политику через интенсивность страховых премий *c* и принятый страховой компанией коллективный риск через распределения периодов между страховыми случаями T_i и размерами страховых выплат Y_i.

Как показано в работе [14], именно законы распределения величин T_i, Y_i оказывают превалирующее влияние на вероятность разорения страховой компании, а не их средняя величина и дисперсия, что приводит к необходимости тщательной проверки гипотез о принадлежности наблюдаемой выборки страховых случаев теоретическому закону распределения с использованием критериев согласия.

Далее рассмотрим процедуру имитационного моделирования разорения страховой компании, составленную на основе классической математической модели Лундберга-Крамера.

ПРОЦЕДУРА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗОРЕНИЯ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Пусть Ω – пространство элементарных событий. Пусть T_i и Y_i, *i=1,2,...,* – последовательности независимых случайных величин, каждый элемент которых распределен экспоненциально с параметрами $\lambda > 0$ и $\mu > 0$ соответственно.

Согласно работам [12; 13] процесс наступления страховых случаев в непрерывном времени до момента $t \geq 0$ можно представить в виде (6):

$$N(t,\omega) = \begin{cases} 0, T_1(\omega) > t \\ \max\limits_{n>0}\left\{\sum\limits_{i=1}^{n} T_i(\omega) \leq t\right\}, T_1(\omega) \leq t \end{cases}, \qquad (6)$$

где $\omega \in \Omega$ – элементарное событие.

Тогда процесс накопления страховых выплат в непрерывном времени до момента $t \geq 0$ будет описываться зависимостью (7):

$$V(t,\omega) = \begin{cases} 0, T_1(\omega) > t \\ \sum\limits_{i=1}^{N(t,\omega)} Y_i, T_1(\omega) \leq t \end{cases}, \qquad (7)$$

где $\omega \in \Omega$ – элементарное событие. В дальнейшем аргумент ω будет опускаться.

Процесс формирования рискового резерва будем описывать согласно рассмотренной выше классической модели Лундберга-Крамера $R(t) = u + ct - X(t)$ с вероятностью разорения

$$\psi_t(u,c) = P\left\{\inf_{0<t_r\leq t} R(t_r) < 0\right\},$$

где t_r – момент времени, при котором будет наблюдаться превышение суммарных выплат по страховым случаям над величиной начального страхового резерва и суммы поступивших страховых премий по договорам страхования.

Будем предполагать, что статистический уровень значимости α, при котором разорение можно считать практически невозможным, лежит в пределах $0 < \alpha < 0.5$. Решение уравнения $\psi_t(u,c\,|\,\lambda,\mu) = \alpha$ относительно *u* называется начальным страховым резервом уровня α. Обозначим его как $u_{\alpha,t}(c\,|\,\lambda,\mu)$.

В классической модели Лундберга-Крамера [13] при $t \to \infty$ выполняется система неравенств (8):

$$\begin{cases} \left(\frac{\lambda}{\mu} - c\right)t + \frac{k_\alpha}{k_{\alpha/2}}u^*_{\alpha,t} \leq u_{\alpha,t}(c\,|\,\lambda,\mu) \leq \left(\frac{\lambda}{\mu} - c\right)t + u^*_{\alpha,t}, c \leq \frac{\lambda}{\mu}, \\ u_{\alpha,t}(c\,|\,\lambda,\mu) \leq \min\left\{u^*_{\alpha,t}, -\frac{\ln(\alpha c\mu/\lambda)}{\mu - \lambda/c}\right\}, c > \frac{\lambda}{\mu} \end{cases} \qquad (8)$$

где $u^*_{\alpha,t} = u_{\alpha,t}(\lambda/\mu\,|\,\lambda,\mu)$, k_α, $k_{\alpha/2}$ – квантили стандартного нормального распределения уровня α и $\alpha/2$ соответственно.

В работе [15] приведена уточненная оценка (9) зависимости начального страхового резерва от интенсивности страховых премий при $c > \frac{\lambda}{\mu}$:

$$u_{\alpha,t}(c\,|\,\lambda,\mu) \leq \begin{cases} \frac{\lambda - \mu c^*_{\alpha,t} + \lambda\ln(\alpha c^*_{\alpha,t}\mu/\lambda)}{(\lambda - c^*_{\alpha,t}\mu)^2}\left(c - c^*_{\alpha,t}\right) + \frac{c^*_{\alpha,t}\ln(\alpha c^*_{\alpha,t}\mu/\lambda)}{\lambda - c^*_{\alpha,t}\mu}, \frac{\lambda}{\mu} < c \leq c^*_{\alpha,t} \\ -\frac{\ln(\alpha c^*_{\alpha,t}\mu/\lambda)}{\mu - \lambda/c}, c \geq c^*_{\alpha,t} \end{cases}, \qquad (9)$$

где $c^*_{\alpha,t} = c_{\alpha,t}(c \mid \lambda, \mu)$ решение уравнения $\frac{\lambda + \mu c}{\lambda - \mu c}\ln(\alpha c\mu / \lambda) = u^*_{\alpha,t}\mu - 1$

Данные соотношения можно использовать для модельных вычислений значений начального страхового резерва $u_{\alpha,t}(c \mid \lambda, \mu)$, требуемого для обеспечения финансовой устойчивости страховой компании при различных законах распределения периодов между страховыми случаями T_i и размерами страховых выплат Y_i.

В страховой математике для описания распределений периодов между страховыми случаями и размеров страховых выплат обычно применяются следующие виды распределений случайных величин: экспоненциальное, усеченное экспоненциальное, распределение Эрланга и распределение Парето. [16]

Экспоненциальное распределение. Пусть $\lambda > 0$, $\mu > 0$. Функции распределения случайных величин T_i и Y_i в данном случае можно записать в виде формул (10) и (11):

$$F_\lambda(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda t}, t \ge 0 \\ 0, t < 0 \end{cases}, \quad (10)$$

$$F_\mu(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\mu t}, t \ge 0 \\ 0, t < 0 \end{cases}. \quad (11)$$

Экспоненциальное распределение хорошо подходит для описания интервалов времени между последовательными страховыми случаями, происходящими достаточно редко с заданной средней интенсивностью. При этом для потока редких событий затраченное время ожидания страхового случая не влияет на время, которое ещё придётся прождать до его возникновения.

Экспоненциальные распределения с различными интенсивностями применяются для задания распределения периодов между страховыми случаями и размеров страховых выплат в классической задаче Лундберга-Крамера.

Усеченное экспоненциальное распределение. Функции распределения случайных величин T_i и Y_i будут иметь формульный вид (11) и (12):

$$F_\lambda(t) = \begin{cases} 0, t \le a \\ \dfrac{1 - e^{-\lambda t}}{1 - e^{-\lambda a}}, 0 < t \le a \\ 1,\ t > a \end{cases}, \quad (11)$$

$$F_\mu(t) = \begin{cases} 0, t \le a \\ \dfrac{1 - e^{-\mu t}}{1 - e^{-\mu a}}, 0 < t \le a \\ 1,\ t > a \end{cases}. \quad (12)$$

Усеченное экспоненциальное распределение часто применяется в страховой математике. Параметр *a* позволяет задать ограничения на страховые выплаты и проводить моделирование страхового процесса при более частых наступлениях страховых случаев.

Распределение Эрланга. Функции распределения случайных величин T_i, Y_i принадлежат параметрическим семействам, заданным формулами (13) и (14):

$$F_{n,\lambda}(t) = 1 - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, t \ge 0, \lambda > 0, n > 0, \quad (13)$$

$$F_{n,\mu}(t) = 1 - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\mu t)^k}{k!} e^{-\mu t}, t \ge 0, \mu > 0, n > 0, \quad (14)$$

где параметры (n, λ) и (n, μ) являются параметрами распределений Эрланга, представляющих собой распределения сумм *n* независимых случайных величин, каждая из которых имеет экспоненциальное распределение соответственно с параметрами $n\lambda$ и $n\mu$.

Распределение Эрланга названо в честь А. Эрланга (A. Erlang), впервые применившего его в задаче принятия оптимального решения по обеспечению функционирования телефонных сетей при обслуживании потока заявок, послужившей началом развития теории массового обслуживания. Модель Эрланга предполагает, что интенсивность событий может быть как возрастающей, так и убывающей. При *n=1* распределение Эрланга совпадает с экспоненциальным распределением.

Распределение Парето. Функции распределения случайных величин T_i, Y_i принадлежат параметрическим семействам, которые можно записать в виде формул (15) и (16):

$$F_{t_0,k}(t) = 1 - \left(\frac{t_0}{t}\right)^k, t \ge t_0, t_0 > 0, k > 0, \quad (15)$$

$$F_{\tilde{t}_0,\tilde{k}}(t) = 1 - \left(\frac{\tilde{t}_0}{t}\right)^{\tilde{k}}, t \ge \tilde{t}_0, \tilde{t}_0 > 0, \tilde{k} > 0. \quad (16)$$

Распределение Парето используется в страховании для описания катастрофических рисков – вероятности возникновения чрезвычайных явлений, результатом которых, как правило, являются большие убытки. Несмотря на то что катастрофа является обычно внезапным явлением, при этом далеко не всегда оно непрогнозируемое. В страховой математике подобные явления характеризуются как редкие случайные события с высокой разрушительной способностью (low frequency – high severity). Вероятность катастрофического риска оценивается как сумма накопленных эффектов страховых событий, интенсивность которых растет нелинейно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье была рассмотрена процедура имитационного моделирования на основе модели Лундберга-Крамера для проведения исследования зависимости начального страхового резерва от интенсивности страховых премий для различных видов распределений периодов и размеров страховых выплат при условии обеспечения высокой вероятности не разорения страховой компании.

Показано, что выбранный теоретический закон распределения периодов и размеров страховых выплат может существенно влиять на конечный прогноз финансовой устойчивости страховой компании и выбор начального страхового резерва, что говорит о необходимости обоснования выбираемого закона распределения при реализации процедуры имитационного моделирования страхового процесса в зависимости от исходных данных по страховым случаям и тарифной политики страховой компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Trieschmann J., Hoyt R., Sommer D. Risk Management and Insurance. Thomson/South-Western, 2005. 512 p.
2. Davis E. Debt, financial fragility and systemic risk. Oxford: Clarendon Press, 1992. 406 p.
3. Asmussen S., Albrecher H. Ruin Probabilities. Singapore: World Scientific Publishing, 2010. 621 p.
4. Embrechts P., Klüppelberg C. Some aspects of insurance mathematics // Theory of Probability and Its Applications. 1993. Vol. 38. P. 262–295.
5. Khan P. An introduction to collective risk theory and its application to stop-loss reinsurance // Transactions of Society of Actuaries. 1962. Vol. 14. № 40. P. 400–425.
6. Lundberg F. Approximate representation of the probability function. II. Reinsurance of collective risks (PhD thesis). Uppsala: Almqvist & Wiksell, 1903. 53 p.
7. Lundberg F. Some supplementary researches on the collective risk theory // Scandinavian Actuarial Journal. 1932. Suppl. 13. P. 1–83.
8. Cramer H. Historical review of Filip Lundberg's works on risk theory // Scandinavian Actuarial Journal. 1969. Suppl. 52. P. 6–12.
9. Cramer H. On the Mathematical Theory of Risk. Skandia Jubilee Volume. Stockholm, 1930.
10. Cramer H. Collective Risk Theory: a Survey of the Theory from the Point of View of the Theory of Stochastic Processes. Skandia Jubilee Volume. Stockholm, 1955. P. 1855–1955.
11. Grandell J. Aspects of Risk Theory. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 191 p.
12. Malinovskii V. Level premium rates as a function of initial capital // Insurance: Mathematics and Economics. 2013. Vol. 52. P. 370–380.
13. Malinovskii V. Improved asymptotic upper bounds on the ruin capital in the Lundberg model of risk // Insurance: Mathematics and Economics. 2014. Vol. 55. P. 301–309.
14. Malinovskii V. Corrected normal approximation for the probability of ruin within finite time // Scandinavian Actuarial Journal. 1994. Vol. 2. P. 161–174.
15. Malinovskii V. Rationale of underwriters' pricing conduct on competitive insurance market // Insurance: Mathematics and Economics. 2013. Vol. 53. P. 325–333.
16. Feller W. An Introduction to Probability Theory and its Applications. Vol. II. 2nd ed. New York: Wiley & Sons, 1971. 669 p.

УДК 368.01

RUIN THEORY: SIMULATION OF FINANCIAL STABILITY OF THE INSURANCE COMPANY

E.M. Lisin, candidate of economic sciences,
Associate Professor of the Department of Economy of Industry and Organization of Enterprises
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow (Russia)
W. Strielkowski, Ph.D., associate professor at Charles University, Prague,
Institute of Economic Studies, Faculty of Social Sciences
Charles University in Prague, Prague (Czech Republic)
I.A. Anisimova, candidate of economic sciences**,** Associate Professor of Department «Finance and Credit»
Togliatti state university, Togliatti (Russia)
B.A. Khavkin, graduate student
Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow (Russia)

Keywords: insurance company; financial stability; ruin theory; collective risk models; risk reserve process; initial insurance reserve; laws of distribution of periods and amounts of insurance payments.

Annotation: The authors, using the simulation procedure based on Cramer-Lundberg model, have conducted study of dependence of the initial insurance reserve on the intensity of insurance premiums for different types of distribution of periods and amounts of insurance payments while ensuring high probability of non-bankruptcy of an insurance company.

Taking into account that the probability of the company bankruptcy has a quantitative assessment of the possible occurrence of the event, one should consider a number of factors, i.e. the insurance premium amount, and the amount of the insurance reserve. Making up the projection probability of ruin under different scenarios of loss occurrence eventually allows to develop optimal management policy of the insurance company. The procedure of simulation modeling based on the model of Cramer-Lundberg for describing distributions of periods between the losses, and size of insurance benefits is based on the following types of distributions of random variables: exponential, truncated exponential, Erlang distribution and the Pareto distribution.

Analysis allows to the following conclusion: 1. To describe the time intervals between successive losses which occur infrequently at a predetermined average intensity exponential distribution is most applicable. 2. For more frequent loss occurrences the truncated exponential distribution should be used. 3. Erlang model proposes that the intensity of the events can be either increasing or decreasing.4. Pareto distribution is used for describing insurance of catastrophic risks.

The conducted research proves that the chosen theoretical law of distribution of periods and amounts of insurance benefits can significantly affect the final forecast of financial stability of an insurance company and the choice of the initial insurance reserve.