

## ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-УСТОЙЧИВОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Ирина Владимировна СУХОРУКОВА<sup>а\*</sup>, Наталья Александровна ЧИСТЯКОВА<sup>б</sup>

<sup>а</sup> доктор экономических наук, профессор кафедры высшей математики,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
suhorukovaira@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1944-0968>  
SPIN-код: 5042-4833

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, доцент кафедры высшей математики,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
chistna@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 4597-9519

\* Ответственный автор

### История статьи:

Получена 10.09.2018  
Получена в доработанном виде 28.09.2018  
Одобрена 12.10.2018  
Доступна онлайн 30.01.2019

УДК 330.4  
JEL: C02

**Ключевые слова:** тарифы страхования, нетто-ставка, плотность распределения, функция распределения, экономико-математическая модель страхования риска

### Аннотация

**Предмет.** Расчет оптимальных показателей страховых резервов при регулировании и управлении процессом совместной коммерческой деятельности нескольких участников (партнеров) в случае досрочного прекращения деятельности одного из них из-за внешних обстоятельств.

**Цели.** Научное обоснование актуарной методики расчета и рабочих формул для расчета математического резерва по договорам страхования с несколькими застрахованными, обеспечивающее сбалансированное решение социально-экономических задач и сохранение устойчивости страхового портфеля.

**Методология.** Применялись теоретико-вероятностные методы работы с законами распределения и числовыми характеристиками случайных величин векторного вида, а также актуарные модели для вычисления страхового математического резерва.

**Результаты.** Выполнено научно-методическое обоснование и разработана экономико-математическая модель расчета резервов в договорах о совместном страховании партнеров в случае риска досрочного выхода одного из партнеров по причине внешних обстоятельств. Получены рабочие формулы для расчета математического резерва в произвольный момент времени действия такого договора, приведены иллюстрации на конкретных примерах. Сформулированы научные и практические рекомендации по страхованию процесса совместной коммерческой деятельности нескольких участников (партнеров) в случае досрочного прекращения деятельности одного из них из-за внешних обстоятельств.

**Выводы.** Предложенные методы и средства позволяют учитывать возможные риски на всех этапах выработки решений страховой компании, избежать возникновения неблагоприятных экономических последствий при осуществлении хозяйственной деятельности.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Сухорукова И.В., Чистякова Н.А. Оптимизация бизнес-устойчивости страховой компании // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 96 – 107.  
<https://doi.org/10.24891/ea.18.1.96>

В настоящее время в России отмечается стремительный рост рынка добровольного страхования жизни. Это направление развития страховых услуг активно поддерживается государством во многих экономически развитых странах, так как способствует повышению благосостояния общества и снижению затрат на обязательное страхование. Социальное обеспечение граждан базируется на трех основных взаимосвязанных компонентах: обязательном государственном страховании, корпоративном страховании и индивидуальном страховании. В Российской Федерации с 2015 г. обладатели

страховых продуктов накопительного страхования жизни сроком свыше пяти лет получают налоговый вычет в сумме 15 600 руб. в год. Максимальная сумма вычета за весь срок страхования ограничена суммой в 120 000 руб. Указанная налоговая реформа способствует тому, чтобы переориентировать государственную обязательную социальную поддержку наименее защищенным группам населения, стимулируя большинство работающих граждан иметь полисы коллективного (группового) страхования и индивидуальные полисы страхования.

По данным Центрального банка Российской Федерации, за последние пять лет рост рынка продуктов страхования жизни значителен и составляет максимальную величину – 35,5 млрд руб. Поступление страховых взносов выросло на 60% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года по отчетам Ассоциации страховщиков жизни, к которым относятся 23 компании, охватывающие практически весь рынок страхования жизни. По объему собранной премии страхование жизни занимает одну из лидирующих позиций на рынке страховых продуктов. Указанное обстоятельство свидетельствует о необходимости усиления внимания со стороны Центрального банка Российской Федерации к величине собственного капитала страховых компаний, качеству капитала и стандартам работы с клиентами ведущих страховых компаний [1].

Это способствует тому, что основные участники страхового рынка более внимательно относятся к своим лояльным клиентам, квалифицированно определяют достаточный уровень страхового фонда, позволяющий удовлетворить размер предстоящих выплат по договорам страхования, поддерживая свою репутацию в страховом бизнесе. Как отмечается в докладе регулятора страхового рынка – Банка России, риск-менеджмент у ведущих страховых компаний хотя и имеется, но к сожалению, он формален. Внутренние документы по управлению рисками есть, но фактически в бизнес-процессы компании риск-менеджмент не внедрен. В представительствах иностранных страховых компаний риск-менеджмент более развит.

Иностранные страховые компании, работающие на рынке индивидуального страхования жизни, аккумулируют значительные финансовые ресурсы в несколько сот миллиардов долларов и являются альтернативной заменой банкам по долгосрочному сбережению денежных средств граждан [2]. Накопительное страхование позволяет потребителям увеличивать свой первоначальный капитал [3], достигая максимального значения к окончанию срока страхования. По сути, накопительное страхование совмещает в себе два взаимодополняющих фактора: банковский вклад и страховой продукт. Надежность страховщиков позволяет минимизировать риски по данному виду страховых услуг.

Залог успешной работы страховой компании обеспечивается главным принципом равенства принятых обязательств о выплатах по страховым событиям и величины поступающей страховой премии от страхователей. Поступающие денежные средства от страхователей в виде нетто-премии по договору страхования аккумулируются страховой компанией в специальные фонды и предназначены для выполнения обязательств по договорам страхования. Если эквивалентность по величине доходов и расходов нарушается, образуется превышение доходов над расходами и страховая организация получает прибыль.

На определенном этапе своей деятельности страховая компания позволяет вести и некоторые временно убыточные виды страхового бизнеса, покрывая убытки инвестиционными доходами. Величина резервного страхового фонда является переменной и определяется суммой ответственности по действующим страховым продуктам и возрастает при увеличении обязательств страховщика. Страхование жизни предполагает длительный срок взаимоотношений, и поэтому годовая нетто-ставка по такому договору представляет собой некоторую усредненную величину, рассчитанную по сумме уплаченных страховых премий для каждого года отдельно.

В момент заключения договора страхования эта средняя премия будет выше величины риска. На следующий срок страхования разница между величиной средней премии и величиной риска будет поэтапно снижаться. Основной задачей страховой организации является максимальное сохранение прибыли, зафиксированной в начальные годы действия договора страхования для уменьшения убытков в последующие годы. В первый год количество плательщиков страховых взносов превышает число выплат по страховым обязательствам, потом наблюдается обратная тенденция. На некотором этапе поступивших страховых премий будет недостаточно для удовлетворения всех страховых событий. основополагающая задача любой страховой компании – создать особый страховой резерв – резерв премий. Корректный расчет резерва премий – чрезвычайно важная задача, которая решается с использованием математической теории страхования.

Страховые компании для увеличения объема привлекаемых потенциальных клиентов в резерв первого года закладывают меньшую величину по сравнению с расчетной. Это уменьшение связано со значительными расходами, возникающими в момент заключения страхового договора (высокое агентское вознаграждение, оплата специалистов, привлекаемых для освидетельствования клиентов). Эту отрицательную разницу стараются компенсировать увеличением поступающих премий в дальнейшем. В результате суммарные резервы будут совпадать с расчетными данными. Отклонение между ними наблюдается только в первые годы, затем оно будет постепенно сокращаться и исчезнет к окончанию срока договора страхования. Так как на начальном сроке страхования в величину премии, оплачиваемой страхователем, входит премия сбережения, принадлежащая непосредственно страхователю, целесообразность расходования ее только на покрытие издержек страховой компании не является очевидной и может подвергаться оспариванию. Однако являются закономерными ограничения, вводимые страховой организацией в том, что при досрочном прекращении действия страхового

договора со стороны страхователя, он может получить часть уплаченной им суммы страхового взноса только при условии, если договор длился не менее одного года. Также справедливым является и условие, при котором страховая компания самостоятельно определяет порядок образования резервного страхового фонда, обеспечивающего выполнение всех обязательств по договору страхования (в том числе в виде выплаты ренты, пенсий, аннуитетов).

Учитывая принцип соответствия обязательств страховщика и страхователя, с помощью актуарных расчетов можно рассчитать вклад отдельного участника страхователя в создании страхового фонда, в том числе математически вычислить величину страхового тарифа, изучить влияние макроэкономических показателей на размер страховой премии [4, 5]. Для этого первоначально рассчитываются размеры финансовых обязательств страховщика, позволяющие корректно вычислить сумму, которая требуется для внесения каждым из страхователей в общий страховой фонд. Указанные проблемы широко представлены в исследованиях зарубежных авторов (см., например, работы [6–8]).

Для определения необходимого страхового фонда и размера предстоящих выплат по договорам страхования страховщик должен оценить вероятность наступления страхового события. Располагая статистическими данными и используя актуарную методику, можно определить величину предстоящих платежей по страховым обязательствам. В качестве примера использования актуарных методик можно рассмотреть расчет вероятности дожития и смерти для людей разных возрастов в различных регионах Российской Федерации. На основе имеющихся статистических сведений о смертности населения строятся таблицы, иллюстрирующие изменение численности населения фиксированного возраста, позволяющие рассчитывать величину страхового тарифа по добровольному личному страхованию жизни и размер пенсии. Эти виды страховых продуктов являются долгосрочными, поэтому

первоначально рассчитанные тарифные ставки необходимо уменьшить с учетом дохода, получаемого от ссудного процента на средства страховщика.

Применение актуарных методик целесообразно и в случае экономического обоснования формирования резервного фонда страховой компании. По каждому отдельному страховому продукту можно предложить актуарный расчет выкупных редуцированных страховых сумм. Это позволяет вести динамический мониторинг страховых взносов и осуществлять перерасчет страховых сумм в случае изменения в условиях договоров личного добровольного страхования жизни и пенсионного страхования.

Создание актуарных моделей в России – довольно трудоемкий и сложный процесс. Требуется наличие большого массива статистических данных, связанных с уровнем и структурой заработной платы, обширными региональными демографическими данными (количество трудоспособных граждан, число пенсионеров различной категории), прибыль от размещения свободных денежных средств страховой компании, инвестиционная привлекательность территории. Оценка этих показателей затруднена из-за недостаточного объема статистической и прогнозной информации. Актуарные расчеты связаны с изучением финансовых схем, основанных на вероятностных характеристиках. Необходимость актуарных расчетов обусловлена вычислением эквивалентной выплаты, рассчитанной математическими методами, в случае реализации страхового события. Для этого создаются адекватные вероятностно-статистические модели, которые используются в конкретных расчетах по страховым договорам. Вместе с тем, помимо случайной составляющей, актуарный договор имеет и финансовую составляющую, обусловленную получением дохода на инвестируемые денежные средства<sup>1</sup> [9].

<sup>1</sup> Сухорукова И.В., Чистякова Н.А. Математическая модель расчета тарифных ставок по страхованию жизни двух компаньонов // Социально-экономические и естественно-научные парадигмы современности: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. Ростов н/Д: Южный университет, 2018. С. 108–112.

Пенсионное страхование в России приобретает в настоящее время наибольшую актуальность, связанную с возрастом, достигая которого человек будет получать гарантированные страховые выплаты. Сейчас пенсионный возраст составляет 60 лет для мужчин и 55 лет – для женщин. Новая предложенная правительством инициатива предполагает повышение срока выхода на пенсию для мужчин в 65 лет, а для женщин – в 63 года. Необходимо отметить, что в России пенсионное страхование имеет ряд специфических особенностей<sup>2</sup> [10]. При заключении добровольного пенсионного страхования нетто-ставка по договору страхования для мужчины будет значительно ниже, чем для женщины того же возраста. Это обусловлено тем, что мужчины в среднем после выхода на пенсию живут 7 лет, а женщины 20 лет. С другой стороны, важной особенностью пенсионного страхования в России является дифференцированное распределение смертности для каждого отдельного субъекта Российской Федерации<sup>3</sup>. Если рассчитать величину тарифных ставок при заключении договора страхования двух мужчин равного возраста, но проживающих в различных областях России, то получим достаточно сильное различие. Оно обусловлено территориальным фактором. На основе обширных статистических данных по каждому региону Российской Федерации строятся свои таблицы смертности. Однако при заключении договора пенсионного страхования практически все страховые компании используют в основном имеющиеся таблицы смертности по России в целом. В связи с этим для страхователей из разных регионов России вычисляются изначально некорректные тарифы, и поэтому не выполняется принцип эквивалентности обязательства сторон. Страховщик может недополучить величину страховой премии, что может способствовать банкротству страховой компании или страхователь изначально платит повышенную ставку по страховому договору, неся значительные

<sup>2</sup> Фалин Г.И., Фалин А.И. Актуарная математика в задачах. М.: Физматлит, 2003. 192 с.

<sup>3</sup> О трудовых пенсиях в Российской Федерации: Федеральный закон от 17.12.2001 № 173-ФЗ.

финансовые издержки. Кроме того, существенной особенностью пенсионного страхования является расчет корректного значения технической процентной ставки, используемой при вычислении коммутационных функций. Основные ведущие страховые компании в России используют при расчетах два варианта:

- в качестве технической процентной ставки используют ставку рефинансирования Центрального банка Российской Федерации;
- в качестве технической процентной ставки берут ставку, которая применяется Пенсионным фондом Российской Федерации как минимальная ставка начисления пенсионных накоплений граждан.

Для дальнейшего развития методологии долгосрочного взаимного страхования в Российской Федерации нами разработаны теоретические подходы к оценке риска прекращения совместного проекта из-за досрочного выбытия одного из участников проекта, выполнено научно-методическое обоснование и разработана концептуальная экономико-математическая модель расчета резерва по каждому договору страхования риска разрыва совместного проекта по причине выбытия компаньона. Предполагается, что в момент начала совместного контракта двух партнеров заключается договор страхования, при котором в случае досрочного выхода из проекта по внешним причинам любого из партнеров оставшемуся в проекте партнеру полагается выплата страховки для продолжения начатого дела.

В предыдущих работах нами была вычислена стоимость такого договора [11], найдены вероятности выплаты страхового возмещения каждому из компаньонов [12]. Целью данной работы является вычисление математического резерва по такому договору.

Введем необходимые обозначения и соглашения. Момент заключения договора считаем совпадающим с началом проекта. С этого момента начинается отсчет времени. Обозначим через  $T_1$  и  $T_2$  известные сроки обязательств по проекту первого и второго

компаньонов соответственно. Очевидно, что срок действия страхового договора не превосходит  $\min\{T_1, T_2\}$ , поскольку страховой случай может наступить только на интервале совместной работы компаньонов  $(0, \min\{T_1, T_2\})$ . Поскольку доли участников в проекте изначально разные, естественно считать, что суммы компенсаций различны для разных партнеров [13]. Будем считать, что они должны быть согласованы участниками в начальный момент и внесены в условия договора. Обозначим сумму возмещения в момент досрочного выбытия первого участника  $S_1$ , а сумму возмещения в момент досрочного выбытия второго участника –  $S_2$ . Далее, поскольку внешние обстоятельства могут привести к досрочному индивидуальному выходу из проекта любого из партнеров, продолжительность работы каждого из них в рамках проекта является случайной величиной. Поэтому введем случайные величины  $\tau_1$  и  $\tau_2$  – время работы первого и второго партнера соответственно. Предположим, что в качестве начальных данных заданы векторы параметров  $(T_1, T_2)$  и  $(S_1, S_2)$ , а также интенсивности выбытия компаньонов  $\mu_x$  и  $\tilde{\mu}_y$ , заданные в виде функций от текущего стажа работы в проекте  $x \in (0, T_1)$ ,  $y \in (0, T_2)$  и характеризующие внешние угрозы для компаньонов. Дадим определение каждой из введенных величин. Интенсивностью выбытия в момент  $x$  первого партнера назовем функцию

$$\mu_x = \lim_{\Delta \rightarrow 0^+} \frac{1}{\Delta} P(\tau_1 < x + \Delta | \tau_1 > x), 0 < x < T_1.$$

Аналогичное определение имеет интенсивность выбытия в момент  $y$  второго партнера:

$$\tilde{\mu}_y = \lim_{\Delta \rightarrow 0^+} \frac{1}{\Delta} P(\tau_2 < y + \Delta | \tau_2 > y), 0 < y < T_2.$$

Для вычисления математического резерва необходимо уточнить порядок выплат страховщика и страхователя в рамках договора. Как было отмечено ранее, обязанности страховщика сводятся к разовой компенсации при реализации страхового

случая. Что касается страхователя, будем предполагать, что он оплачивает страховую услугу одноразовой суммой в момент заключения договора.

Для учета фактора времени в капитализации денежных средств, необходимо ввести ставку сложных процентов, действующую в течение срока договора. Обозначим ее традиционно как  $i\%$  годовых. Тогда соответствующий ей дисконтный множитель обозначим через  $v = (1 + i)^{-1}$ .

Вычислим страховой математический резерв по договору. Резерв может быть вычислен в любой момент времени действия договора и по определению описывает динамику денежных средств у страховщика, которая гарантирует его будущие обязательства по договору.

Расчет резерва является важной задачей для страховой компании в связи с налоговой отчетностью, чтобы страховщик не был объявлен банкротом, либо, наоборот, не подвергся повышенному налогообложению.

Поскольку страховой случай является случайным событием, то, естественно, все актуарные вычисления ведутся в терминах математических ожиданий будущих обязательств страхователя и страховщика.

В практике актуарных расчетов существуют перспективный и ретроспективный методы расчета математических резервов<sup>4</sup>.

Мы воспользуемся первым из них. Итак, страховым математическим резервом  $V_T$  в момент времени  $T \in (0, \min\{T_1, T_2\})$  назовем разность математических ожиданий будущих обязательств страховщика и страхователя, приведенных на данный момент времени.

Естественно, что поскольку речь идет о будущих обязательствах в конкретный момент времени, при расчете резерва предполагается, что в этот момент  $T$  договор продолжает действовать.

Особенностью нашего договора является то, что математическое ожидание будущих

обязательств страхователя равно нулю, поскольку он оплачивает договор одноразовой суммой в начальный момент времени. Следовательно, достаточно усреднить будущие затраты страховщика, приведенные на данный момент времени.

Далее страховой договор в момент  $T$  продолжается, а это означает, что ни один из партнеров на этот момент из проекта не вышел.

Обозначим через  $A_T(\tau_1, \tau_2)$  случайную величину, равную будущим выплатам страховщика, приведенным на момент времени  $T$ . Тогда, при  $T_1 \leq T_2$  получаем, что

$$A_T(\tau_1, \tau_2) = \begin{cases} S_1 v^{\tau_1 - T} & \text{при } T < \tau_1 < \tau_2 \cap \tau_1 < \min\{T_1, T_2\}; \\ S_2 v^{\tau_2 - T} & \text{при } T < \tau_2 < \tau_1 \cap \tau_2 < \min\{T_1, T_2\}; \\ 0 & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

В силу асимметрии временных обязательств партнеров по участию в проекте при вычислении математического ожидания будущих выплат страховщика необходимо рассмотреть две ситуации (рис. 1), когда  $T_1 \leq T_2$  и  $T_1 \geq T_2$  [12].

Получаем, что при  $T_1 \leq T_2$

$$V_T = MA_T(\tau_1, \tau_2) = \int_T^{T_1} S_1 v^{t-T} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt \int_t^{T_2} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds + \int_T^{T_1} S_2 v^{s-T} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \int_s^{T_1} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt. \quad (1)$$

В симметричной ситуации при  $T_1 \geq T_2$  получаем, что

$$V_T = MA_T(\tau_1, \tau_2) = \int_T^{T_2} S_1 v^{t-T} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt \int_t^{T_2} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds + \int_T^{T_2} S_2 v^{s-T} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \int_s^{T_1} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt. \quad (2)$$

<sup>4</sup> Фалин Г.И., Фалин А.И. Актуарная математика в задачах. М.: Физматлит, 2003. 192 с.

Нетрудно заметить, что при  $T = \min\{T_1, T_2\}$  резерв равен нулю, поскольку договор завершен, а при  $T = 0$  резерв совпадает со стоимостью договора, полученного в работе [13]:

$$MA = \begin{cases} \int_0^{T_1} S_1 v^t \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt \int_0^{T_2} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds + \\ + \int_0^{T_1} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt \int_0^t S_2 v^s \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds & \text{при } T_1 \leq T_2, \\ \int_0^{T_2} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \int_0^s S_1 v^t \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt + \\ + \int_0^{T_2} S_2 v^s \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \int_0^{T_1} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt & \text{при } T_1 \geq T_2. \end{cases}$$

Проиллюстрируем результаты примером расчета резерва, когда  $T_1 = T_2 = 1$ ,  $S_1 = S_2 = S$  и  $\mu_x = \tilde{\mu}_x = \frac{1}{1-x}$ ,  $x \in (0, 1)$ .

Здесь, очевидно, можно воспользоваться любой из полученных формул (1), (2) для резерва, поэтому для определенности запишем первую из них.

$$\begin{aligned} V_T &= MA_T(\tau_1, \tau_2) = \\ &= \int_T^1 S v^{t-T} \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt \int_t^1 \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \\ &+ \int_T^1 S v^{s-T} \tilde{\mu}_s e^{-\int_0^s \tilde{\mu}_y dy} ds \int_s^1 \mu_t e^{-\int_0^t \mu_x dx} dt = \\ &= v^{-T} \int_T^1 S v^t \frac{1}{1-t} e^{-\int_0^t \frac{1}{1-x} dx} dt \int_t^1 \frac{1}{1-s} e^{-\int_0^s \frac{1}{1-y} dy} ds + \\ &+ v^{-T} \int_T^1 S v^s \frac{1}{1-s} e^{-\int_0^s \frac{1}{1-y} dy} ds \int_s^1 \frac{1}{1-t} e^{-\int_0^t \frac{1}{1-x} dx} dt = \\ &= S v^{-T} \left[ \int_T^1 v^t \frac{1}{1-t} (1-t) dt \int_t^1 \frac{1}{1-s} (1-s) ds + \right. \\ &\left. + \int_T^1 v^s \frac{1}{1-s} (1-s) ds \int_s^1 \frac{1}{1-t} (1-t) dt \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= S v^{-T} \left[ \int_T^1 v^t (1-t) dt + \int_T^1 v^s (1-s) ds \right] = \\ &= 2 S v^{-T} \int_T^1 v^t (1-t) dt = 2 S v^{-T} \left[ \frac{v^t}{\ln v} \Big|_T^1 - \int_T^1 v^t t dt \right] = \\ &= 2 S v^{-T} \left[ \frac{v - v^T}{\ln v} - \frac{t v^t}{\ln v} \Big|_T^1 + \int_T^1 \frac{v^t}{\ln v} dt \right] = \\ &= 2 S v^{-T} \left[ \frac{v - v^T}{\ln v} - \frac{v}{\ln v} + \frac{T v^T}{\ln v} + \frac{v - v^T}{\ln^2 v} \right] = \\ &= 2 S v^{-T} \left[ \frac{v - v^T}{\ln^2 v} + \frac{T v^T - v^T}{\ln v} \right] = \\ &= 2 S \left[ \frac{v^{1-T} - 1}{\ln^2 v} + \frac{T - 1}{\ln v} \right] = 2 S \left[ \frac{v^{1-T} - 1 + (T - 1) \ln v}{\ln^2 v} \right]. \end{aligned}$$

В качестве числовой иллюстрации вычислим в этом примере математический резерв в некоторые моменты времени при конкретном значении процентной ставки 3% годовых и сформируем для наглядности табл. 1.

В качестве комментария можно отметить, что здесь размеры резервов велики, поскольку срок договора мал, а интенсивность выбытия предполагает обязательность выплаты страховщика.

Для практического применения полученных результатов необходима тщательная работа по подбору интенсивности выбытия партнеров. Однако адекватное математическое описание договора является типовой задачей актуарных компаний и в любой другой модели страхования. Поэтому накопление соответствующего статистического материала и применение методов аппроксимации при его обработке позволят справиться с этой задачей. В случае, когда договор заключается в связи с угрозой выбытия партнера по причине смерти, естественно, можно воспользоваться готовыми наработками в области аналитического и статистического анализа законов выживания.

Проблеме оптимальной структуры капитала компании в экономической науке уделяется большое внимание, разрабатываются общие модели управления капиталами, уточняются ограничения по времени функционирования компании и по другим параметрам финансовой деятельности, предлагаются

оценки финансовых показателей. Для страховой компании существенный интерес представляет сбалансированная политика формирования ее капитала. С одной стороны, это важно для процветания самой компании и безубыточного выполнения принятых обязательств перед клиентами. С другой стороны, чрезмерные тарифы могут привести к оттоку клиентов и к повышенному налогообложению со стороны фискальных органов. Поэтому математически

обоснованный расчет тарифов, резервов и формирование сбалансированных брутто-ставок по договорам являются характерными проявлениями общей задачи оптимизации структуры капитала страхового сектора экономики. Полученные математические результаты являются объективной основой для назначения сбалансированных тарифов и резервов в рассмотренном виде совместного страхования и способствуют оптимизации структуры капитала страховой компании.

**Таблица 1**

**Расчет математического резерва в зависимости от времени для фиксированного значения процентной ставки**

**Table 1**

**Calculation of mathematical reserve depending on time for fixed interest rate**

Момент времени $T$	Размер резерва $V_T$
0	$S 0,990219$
0,1	$S 0,802865$
0,2	$S 0,634985$
0,3	$S 0,486638$
0,4	$S 0,357881$
0,5	$S 0,248773$
0,6	$S 0,159371$
0,7	$S 0,089735$
0,8	$S 0,039921$
0,9	$S 0,00999$
1	0

Источник: авторская разработка

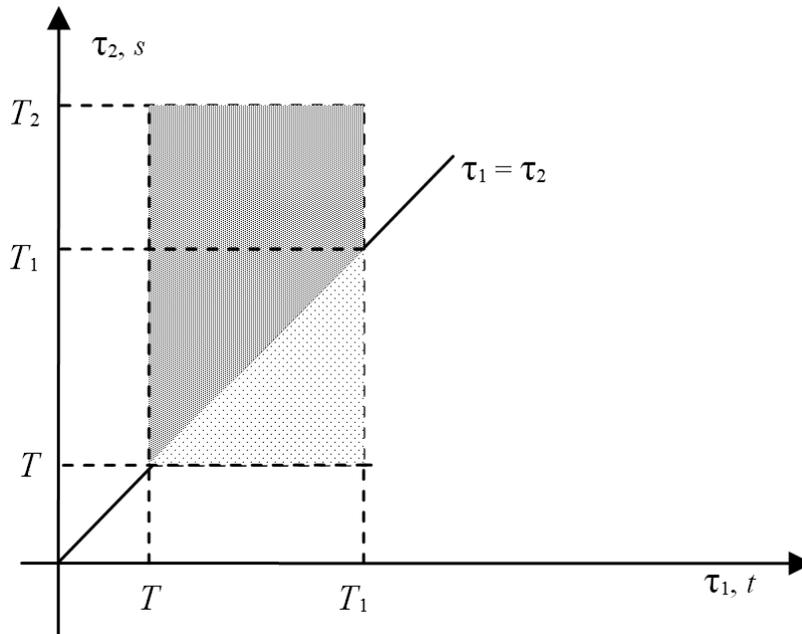
Source: Authoring

**Рисунок 1**

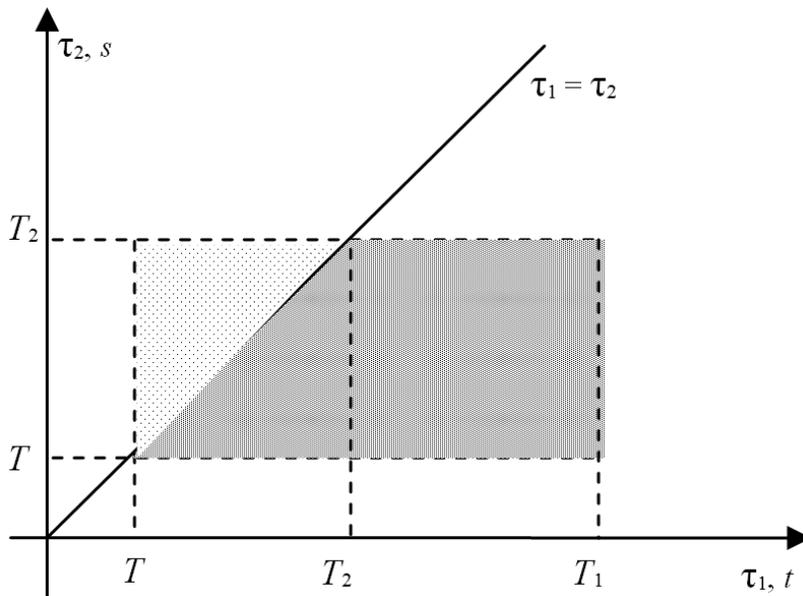
**Области интегрирования для вычисления резерва: а – случай 1; б – случай 2**

**Figure 1**

**Areas of integration for reserve calculation: a – Case 1; b – Case 2**



a



b

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Ларионов А.В. Роль Банка России в регулировании деятельности страховых компаний // *Финансы и кредит*. 2018. Т. 24. Вып. 3. С. 679–690. URL: <https://doi.org/10.24891/fc.24.3.679>
2. Кулдашев К.М. Страховой рынок Узбекистана и необходимость создания взаимных страховых обществ // *Экономический анализ: теория и практика*. 2018. Т. 17. Вып. 4. С. 690–703. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.4.690>
3. Когденко В.Г. Особенности анализа компаний цифровой экономики // *Экономический анализ: теория и практика*. 2018. Т. 17. Вып. 3. С. 424–438. URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.3.424>
4. Лантев П.В. Глобальная тенденция социального страхования в европейских странах: повышение пенсионного возраста // *Креативная экономика*. 2015. Т. 9. № 7. С. 917–926. URL: <https://creativeconomy.ru/lib/9064>
5. Ведмедь И.Ю., Воронцов Д.Н. Влияние макроэкономических показателей на размер страховой премии // *Страховое дело*. 2017. № 3. С. 23–29.
6. Black K. Jr., Skipper H.D., Black K. III. *Life Insurance*. Lucretian, LLC, 2013, 736 p.
7. Olivieri A., Pitacco E. *Introduction to Insurance Mathematics: Technical and Financial Features of Risk Transfers*. Springer, 2011, 490 p.
8. Gantenbein M., Mata M.A. *Swiss Annuities and Life Insurance: Secure Returns, Asset Protection, and Privacy*. Wiley, 2008, 332 p.
9. Власов Д.А., Синчуков А.В. Исследование теоретико-игровых моделей принятия решений в условиях конкуренции // *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*. 2017. № 10. Ч. 5. С. 692–695. URL: [https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9\\_ed3ef14b8bce4e2e836c4705c9935982.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9_ed3ef14b8bce4e2e836c4705c9935982.pdf)
10. Синявская Т.Г., Трегубова А.А. Региональный риск индивидуального страхования жизни: подходы к оценке и учету в тарифах // *Учет и статистика*. 2015. № 3. С. 54–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnyy-risk-individualnogo-strahovaniya-zhizni-podhody-k-otsenke-i-uchetu-v-tarifah>
11. Сухорукова И.В., Чистякова Н.А. Расчет срока договора совместного страхования компаньонов (супругов) // *Инновационное развитие экономики*. 2017. № 4. С. 173–177. URL: [http://www.ineconomic.ru/sites/field\\_print\\_version/40-2017.pdf](http://www.ineconomic.ru/sites/field_print_version/40-2017.pdf)
12. Сухорукова И.В., Чистякова Н.А. Актуарный расчет тарифов страхования компаньонов // *Плехановский научный бюллетень*. 2018. № 1. С. 105–110.
13. Чистякова Н.А., Сухорукова И.В. Экономико-математическая модель расчета тарифов страхования компаньонов // *Финансы и кредит*. 2017. Т. 23. Вып. 32. С. 1944–1954. URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.32.1944>

## Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## OPTIMIZATION OF INSURANCE COMPANY'S BUSINESS SUSTAINABILITY

Irina V. SUKHORUKOVA<sup>a,\*</sup>, Natal'ya A. CHISTYAKOVA<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
sukhorukovaira@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1944-0968>

<sup>b</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
chistna@mail.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

### Article history:

Received 10 September 2018  
Received in revised form  
28 September 2018  
Accepted 12 October 2018  
Available online  
30 January 2019

**JEL classification:** C02

**Keywords:** insurance tariff,  
net rate, distribution density,  
distribution function,  
economic and mathematical  
model of risk insurance

### Abstract

**Subject** The article addresses the calculation of optimal indices of insurance reserves when regulating and managing the process of joint commercial activity of several partners in the event of early termination of business by either party due to external circumstances.

**Objectives** The aim is to substantiate the actuarial method of calculation and the working formulas for calculation of mathematical reserve under insurance contracts with several insured parties, providing a balanced solution to social and economic problems and insurance portfolio sustainability.

**Methods** We employed probability-theoretical methods of work with vector-type random values and characters, and actuarial models for mathematical reserve calculation.

**Results** The paper provides a scientific and methodological substantiation and presents an economic and mathematical model to calculate reserves for coinsurance contracts that are exposed to the risk of early termination of business by either party due to external circumstances. We obtained working formulas for calculation of mathematical reserve at any time during the term of the contract, formulated scientific and practical recommendations on coinsurance of commercial activity of several partners if faced with early termination by either party due to external circumstances.

**Conclusions** The findings show that the developed methodology can be applied to both a certain type of insurance product and to contracts that include different types of insurance products. This will enable to increase the liability of insurance companies for the implications of their tariff policy. The offered methods allow to consider possible risks at all stages of decision-making and avoid adverse economic effect in the business.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Sukhorukova I.V., Chistyakova N.A. Optimization of Insurance Company's Business Sustainability. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 1, pp. 96–107.  
<https://doi.org/10.24891/ea.18.1.96>

## References

1. Larionov A.V. [The role of the Bank of Russia in risk management of insurance companies]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2018, vol. 24, iss. 3, pp. 679–690. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/fc.24.3.679>
2. Kuldashv K.M. [The insurance market of Uzbekistan and the need to create mutual insurance companies]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 4, pp. 690–703. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.4.690>
3. Kogdenko V.G. [Specifics of analysis of companies operating in the digital economy]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 3, pp. 424–438. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.17.3.424>

4. Laptev P.V. [The global trend of social security in Europe: Raising the retirement age]. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*, 2015, vol. 9, no. 7, pp. 917–926. URL: <https://creativeconomy.ru/lib/9064> (In Russ.)
5. Vedmed' I.Yu., Vorontsov D.N. [Influence macroeconomic indicators for the insurance premium]. *Strakhovoe delo = Insurance Business*, 2017, no. 3, pp. 39–43. (In Russ.)
6. Black K. Jr., Skipper H.D., Black K. III. *Life Insurance*. Lucretian, LLC, 2013, 736 p.
7. Olivieri A., Pitacco E. *Introduction to Insurance Mathematics: Technical and Financial Features of Risk Transfers*. Springer, 2011, 490 p.
8. Gantenbein M., Mata M.A. *Swiss Annuities and Life Insurance: Secure Returns, Asset Protection, and Privacy*. John Wiley & Sons, Inc., 2008, 332 p.
9. Vlasov D.A., Sinchukov A.V. [Research of game-theoretic models of decision-making under competitive conditions]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii = Competitiveness in a Global World: Economics, Science, Technology*, 2017, no. 10, part 5, pp. 692–695. URL: [https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9\\_ed3ef14b8bce4e2e836c4705c9935982.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/dcaed9_ed3ef14b8bce4e2e836c4705c9935982.pdf) (In Russ.)
10. Sinyavskaya T.G., Tregubova A.A. [Individual life insurance regional risk: Approaches to estimating and calculating insurance rates]. *Uchet i statistika = Accounting and Statistics*, 2015, no. 3, pp. 54–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnyy-risk-individualnogo-strahovaniya-zhizni-podhody-k-otsenke-i-uchetu-v-tarifah> (In Russ.)
11. Sukhorukova I.V., Chistyakova N.A. [Calculation of the term of the joint insurance of partners (spouses)]. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki = Innovative Development of Economy*, 2017, no. 4, pp. 173–177. URL: [http://www.ineconomic.ru/sites/field\\_print\\_version/40-2017.pdf](http://www.ineconomic.ru/sites/field_print_version/40-2017.pdf) (In Russ.)
12. Sukhorukova I.V., Chistyakova N.A. [Actuarial calculation of companion insurance tariffs]. *Plekhanovskii nauchnyi byulleten'*, 2018, no. 1, pp. 105–110. (In Russ.)
13. Chistyakova N.A., Sukhorukova I.V. [An economic and mathematical model to calculate the insurance tariffs of partners]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2017, vol. 23, iss. 32, pp. 1944–1954. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/fc.23.32.1944>

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.