

АКТУАРНЫЕ РАСЧЕТЫ В СТРАХОВАНИИ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОГО АКТУАРНОГО БАЗИСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.Ю. Рыжков

Сформулирована концепция обобщенного актуарного базиса, единого для страхования жизни и общего страхования. На основе обобщенного актуарного базиса разработан комплекс моделей расчета страховых тарифов, резервирования, определения достаточности собственного капитала и деления риска (франшиза, перестрахование, неполное имущественное страхование), построенный с использованием статистического моделирования. Рекомендуемый комплекс моделей отличается от ранее известных аналогов возможностью расчета страховых премий, резервов, перестраховочных премий, необходимой величины собственного капитала для практически неограниченной конфигурации договоров страхования, включая переменные страховые суммы, интенсивности наступления страхового случая и отменяемых событий и учетом изменения ценности денег во времени в общем страховании и т. п.

С помощью предложенных моделей доказательно определена необходимая величина страховых резервов и собственного капитала. Автор предлагает производить управление финансовой устойчивостью страховщиков, опираясь на сквозное использование в актуарных расчетах заданной величины комплексной гарантии безопасности страховщика (с учетом собственного капитала). Представлена концепция актуарного контроля, основанная на проверке обоснованности актуарного базиса, учете его информационной неопределенности и соблюдении методики расчетов. Апробация обобщенного актуарного базиса и комплекса моделей на его основе показала их практическую применимость.

Ключевые слова: актуарные расчеты, актуарный базис, финансовая устойчивость страховщиков, актуарный контроль, статистическое моделирование.

JEL: G22.

Развитие страхового рынка сдерживается низкой степенью доверия населения и организаций к страхованию, что вызвано негативной практикой ряда страховых компаний, выразившейся в несправедливых отказах в страховой выплате, а также недостаточности средств для исполнения своих обязательств. Причиной тому нередко становится так называемая «ориентация на рынок» при установлении страховых тарифов, ведущая к явному и скрытому демпингу.

Вступивший в силу с 01.01.2015 Федеральный закон об актуарной деятельности¹ возлагает функции по подтверждению обоснованности страховых тарифов и страховых резервов на актуариев. Однако современные актуарные модели по причине их несогласованности между собой и использования различных источников информации создают основу для злоупотреблений со стороны страховщиков и не позволяют актуариям и органу страхового надзора обеспечивать надежный контроль достаточности средств страховщика. Актуарное обоснование страховых тарифов на практике вполне может быть сведено к

манипулированию статистическими данными, законами распределения вероятностей и актуарными допущениями, что позволяет обосновать практически любую величину страховых тарифов и резервов. Необходимая величина собственного капитала страховщика оценивается не средствами финансовой математики, а через соблюдение априорно заданной нормативными актами маржи платежеспособности.

Таким образом, требуется научно обоснованная, но при этом прозрачная методика доказательного определения необходимой величины страховых тарифов, платы за деление риска, страховых резервов и собственного капитала.

1. Концепция обобщенного актуарного базиса

Для обеспечения финансовой устойчивости страховщика в настоящее время используется ряд разрозненных актуарных моделей: тарификации, деления риска, резервирования, определения потребности в собственном капитале, оцен-

Рыжков Олег Юрьевич (ory@ngs.ru) - канд. экон. наук, Сибирская межрегиональная ассоциация страховщиков (г. Новосибирск, Россия).

¹ Федеральный закон от 02.11.2013 № 293-ФЗ «Об актуарной деятельности в Российской Федерации».

ки платежеспособности и финансовой устойчивости. Указанные актуарные модели различаются для страхования жизни и страхования иного, чем страхование жизни (так называемого общего, или рискованного, страхования), - их совокупность представлена в классических работах [1, 2] и в соответствующих нормативных правовых актах Российской Федерации².

Вообще говоря, в указанных моделях используются различные исходные данные, которые не отвечают требованиям согласованности и непротиворечивости. Например:

- в страховании жизни выделяется два базиса: так называемые тарифный и резервный базисы, не совпадающие друг с другом;

- в общем страховании расчет резервов убытков производится на основе статистики наступления и развития убытков во взаимосвязи с заработной платой страховой премией, которая в общем случае не совпадает с данными о вероятности страхового случая и размере убытков от его наступления, используемыми в расчете страховых тарифов;

- обоснование минимального размера собственного капитала, необходимого для обеспечения финансовой устойчивости страховщика, строится на информации о полученных в прошлом страховых премиях и произведенных страховых выплатах, то есть не учитывает ни тарифного, ни резервного базиса.

Но при этом проведенное исследование показывает, что и страхование жизни, и общее страхование имеют единую природу, отсутствуют основания считать, что между этими двумя отраслями страхования имеются какие-либо принципиальные различия. И со временем эти различия все более и более стираются: в частности, развивается долгосрочное общее страхование с переменными значениями вероятности наступления страхового случая, страховой суммы и т. д. В страховании жизни могут быть выделены краткосрочные полисы: например, страхование жизни на случай смерти во время туристической поездки, авиаперелета и т. п. Следовательно, представляется возможным и целесообразным использовать единую актуарную основу для расчета страховых тарифов (в том числе с учетом деления риска), страховых

резервов, необходимой величины собственного капитала.

Автором предложен обобщенный актуарный базис [3], содержащий единый стандартизованный список актуарных предположений (параметров), который может быть применен как для договоров страхования жизни, так и для договоров общего страхования. *Страховой риск* рассматривается как поток случайных событий, за счет чего может быть учтено наступление нескольких страховых случаев в течение срока действия страхования, если это не противоречит существу страхового риска [4]. Для описания такого потока может использоваться как классическая модель, так и модель многих состояний, которая описывается матрицей интенсивностей перехода из одного состояния в другое.

Обобщенный актуарный базис включает в себя, в частности, следующие элементы:

- закон распределения вероятностей страховой суммы с возможностью его изменения с течением срока действия договора страхования (в том числе с возрастом застрахованного лица или имущества);

- длительность выжидательного периода (периода времени с момента вступления договора страхования в силу до момента начала действия договора страхования);

- интенсивность наступления страхового случая, которая может изменяться с течением срока действия договора страхования;

- интенсивность наступления отменяемых событий, влекущих прекращение договора страхования без выплаты страхового возмещения, которая может изменяться с течением срока действия договора страхования;

- закон распределения вероятностей суммы ущерба при наступлении страхового случая с возможностью его изменения с течением срока действия договора страхования;

- срок запаздывания страховых выплат (наибольший допустимый период времени между моментом наступления страхового случая и моментом урегулирования убытков);

- данные о делении риска (франшиза, неполное страхование, перестрахование и т. п.);

² Методики расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования (утв. распоряжением Росстрахнадзора от 08.07.1993 № 02-03-36); Приказ Росстрахнадзора от 28.06.1996 № 02-02/18 «О Методике расчета страховых тарифов по видам страхования, относящимся к страхованию жизни»; Правила формирования страховых резервов по страхованию иному, чем страхование жизни (Приказ Минфина России от 11.06.2002 № 51н, ред. от 08.02.2012); Порядок формирования страховых резервов по страхованию жизни (Приказ Минфина России от 09.04.2009 № 32н; Приказ Минфина России от 02.11.2001 № 90н «Об утверждении Положения о порядке расчета страховщиками нормативного соотношения активов и принятых ими страховых обязательств»).

- данные об отсрочках и рассрочках уплаты страховых взносов и совершения страховых выплат;
- данные о ставке доходности, используемой для учета изменения ценности денег во времени;
- возможность наступления нескольких страховых случаев в течение срока действия договора страхования.

Для описания законов распределения вероятностей в обобщенном актуарном базисе используется табличная форма, которая является универсальной и не требует аппроксимации какой-либо известной непрерывной функцией распределения. Тем самым исключается возможная при аппроксимации потеря информации.

2. Комплекс актуарных моделей

Разработан единый комплекс моделей оценки и управления финансовой устойчивостью страховщиков, который включает в себя модели тарификации [5], деления риска [6], резервирования [7], определения необходимой величины собственного капитала [8]. Предложенный комплекс отличается тем, что любая из входящих в него моделей использует исключительно информацию, содержащуюся в обобщенном актуарном базисе конкретного страхового риска. Поскольку законы распределения в обобщенном актуарном базисе заданы в табличной форме, комплекс моделей основан на применении метода статистических испытаний.

Для актуарных расчетов на основе обобщенного актуарного базиса разработан алгоритм, представленный на рисунке (см. с. 57).

Поставлены вычислительные эксперименты по применению предложенного комплекса моделей с использованием метода статистических испытаний, проведена статистическая обработка полученных результатов [9]. По результатам экспериментов:

- доказана принципиальная возможность проведения актуарных расчетов и по страхованию жизни, и по страхованию иному, чем страхованию жизни, с использованием единого комплекса моделей;

- показано, что расчет страховых тарифов и страховых резервов может производиться одинаковым образом как в страховании жизни, так и в общем страховании;

- для типичных страховых рисков в страховании жизни и в общем страховании установлено,

что величина страховых тарифов, определенная с применением предложенных моделей, является близкой к их величине, получаемой с применением стандартных методик. Возникающие несущественные расхождения являются объяснимыми;

- тем самым подтверждено, что между страхованием жизни и общим страхованием отсутствуют принципиальные различия, которые оправдывали бы существование различающихся между собой актуарных моделей для общего страхования и страхования жизни;

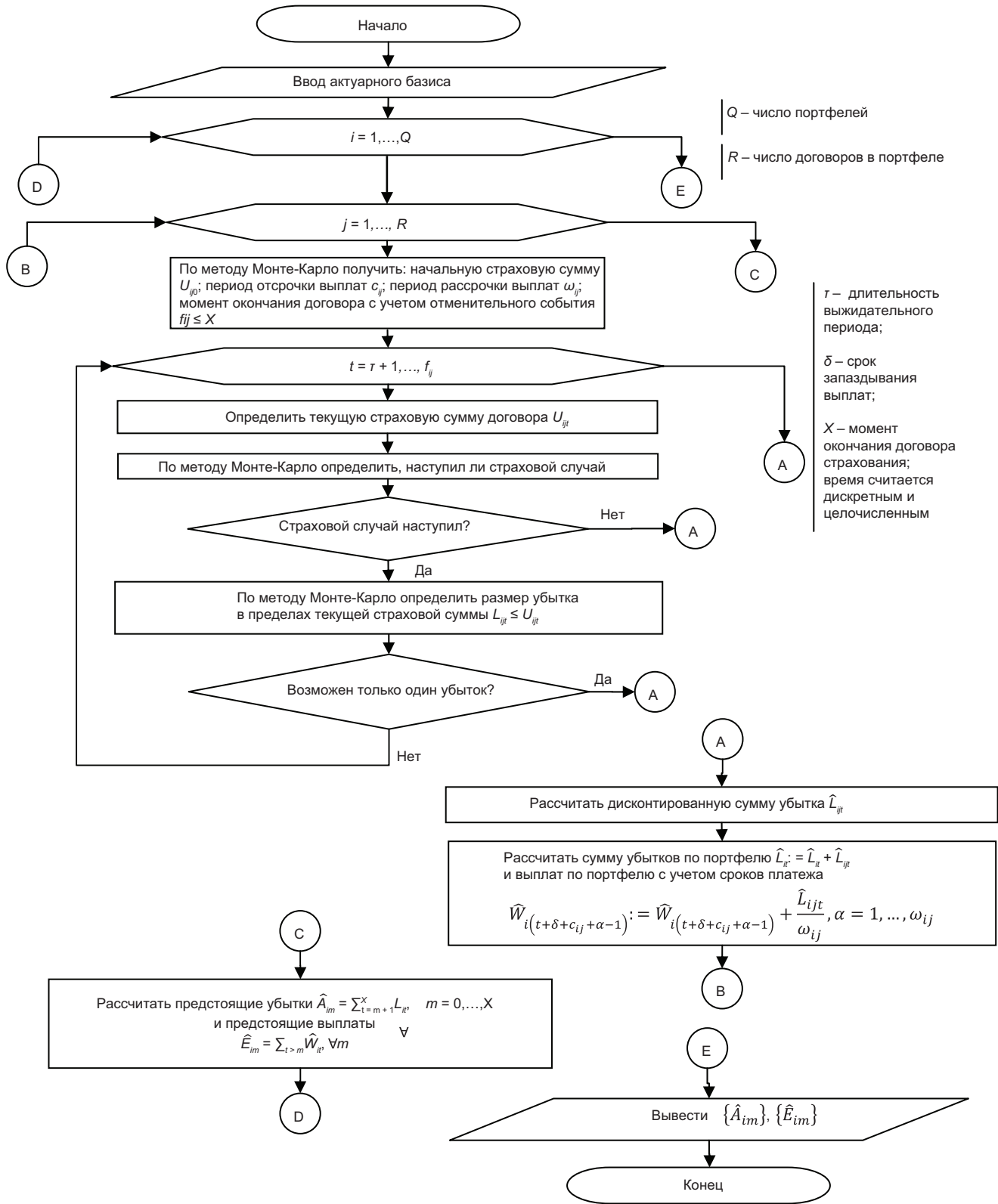
- подтверждено, что предложенный комплекс обеспечивает возможность применения более гибких условий страхования по сравнению со стандартными методиками тарификации и резервирования: применение отсрочек и рассрочек страховых выплат, в том числе случайных, учет изменения ценности денег во времени, изменение страховой суммы и параметров страхового риска со временем и др.; поставленные эксперименты подтвердили достаточность полученных тарифов для обеспечения требуемой величины гарантии безопасности;

- на примере типичных страховых рисков в общем страховании установлено, что величина страховых резервов, определяемая с применением стандартных методик, не всегда адекватна актуарному базису; показано, что страховые резервы, рассчитанные с применением предложенной модели, соответствуют актуарному базису, в том числе обеспечивают необходимую финансовую устойчивость страховщика.

3. Применение моделей и полученные результаты

Расчет страховых тарифов. Страховая брутто-премия рассчитывается следующим образом (обозначения - согласно приведенному на с. 57 рисунку). Ряд данных дисконтированных предстоящих убытков $\{\hat{A}_{i0}\}$, $i = 1, \dots, Q$ по всем портфелям при $m = 0$ необходимо упорядочить по возрастанию в виде последовательности $\hat{A}_{10} \leq \hat{A}_{20} \leq \dots \leq \hat{A}_{Q0}$, перенумеровав соответствующим образом первый индекс. При помощи полученной последовательности определяется дисконтированная величина убытков, которая состоит в течение срока страхования с вероятностью не ниже гарантии безопасности γ , заданной в актуарном базисе:

$$\hat{G}_0 = A_{[\gamma \cdot Q]0} + \{\gamma \cdot Q\} \cdot (\hat{A}_{[\gamma \cdot Q]0} - \hat{A}_{[\gamma \cdot Q]0}). \quad (1)$$



Примечание: Исключение надстрочного индекса переменной означает суммирование значений переменной по этому индексу. Знак ^ (крышка) означает дисконтирование.

Рисунок. Алгоритм формирования временных рядов дисконтированных предстоящих убытков по портфелям на основе обобщенного актуарного базиса

Здесь $\lfloor a \rfloor$ означает целую часть, а $\{a\}$ - дробную часть числа a .

Тогда дисконтированная сумма страховой брутто-премии по страховому портфелю \hat{P} будет равна:

$$\hat{P} = \frac{\hat{G}_0(1 + \hat{k}^L) + B^F + \hat{C}^F}{1 - (b^P + \hat{k}^L)}, \quad (2)$$

где B^F - сумма начальных постоянных издержек страховщика, возникающих в момент заключения договора страхования; \hat{C}^F - сумма дисконтированных постоянных издержек страховщика, распределяемых равномерно по сроку действия договора страхования; b^P - уровень начальных переменных издержек на обслуживание договоров страхования от величины страховой брутто-премии; \hat{k}^P - уровень дисконтированных переменных издержек на обслуживание договоров страхования, распределяемых равномерно по сроку действия договора страхования, от величины страховой брутто-премии; \hat{k}^L - уровень дисконтированных переменных издержек на урегулирование убытков от величины произведенных страховых выплат.

Величины издержек заданы в актуарном базисе в качестве детерминированных величин, что согласуется со сложившейся теорией и практикой расчета страховых тарифов.

Учет деления риска. Для расчета деления риска страховую нетто-премию необходимо разделить по правилам, предусмотренным актуарным базисом, между субъектами деления риска, одним из которых является страховщик, а другим - перестраховщик, другой страховщик или страхователь (в зависимости от вида деления риска).

Сумма дисконтированных предстоящих убытков при делении риска определяется в соответствии с алгоритмом, указанным на рисунке. При этом на величину убытка налагаются ограничения, предусмотренные правилами деления риска, в результате чего общая сумма дисконтированных предстоящих убытков разделяется на долю страховщика $\hat{A}_{im}^{(1)}$ и долю другой стороны $\hat{A}_{im}^{(2)}$:

$$\forall i, m: \hat{A}_{im} = \hat{A}_{im}^{(1)} + \hat{A}_{im}^{(2)}. \quad (3)$$

Таким образом, в процессе статистического моделирования совместно решаются две задачи: основная - определение убытков страховщика и двойственная (комплементарная) - определение убытков второй стороны.

На основе рядов $\{\hat{A}_{i0}^{(1)}\}, \{\hat{A}_{i0}^{(2)}\}, i = 1, \dots, Q$ по формуле (1) раздельно определяются величины $\hat{G}_0^{(1)}$ и $\hat{G}_0^{(2)}$.

Окончательно плата за деление риска $\hat{P}^{(2)}$ рассчитывается с учетом возможных издержек второй стороны, заданных актуарным базисом, по формуле (2), в которой вместо \hat{G}_0 следует подставить $\hat{G}_0^{(2)}$, а также суммы и уровни издержек в соответствующем размере.

Страховая брутто-премия страховщика по портфелю с учетом деления риска определяется с учетом его издержек, включая плату за деление риска:

$$\hat{P} = \frac{\hat{G}_0^{(1)}(1 + \hat{k}^L) + \hat{P} + B^F + \hat{C}^F}{1 - (b^P + \hat{k}^P)}. \quad (4)$$

Расчет страховых резервов и потребности в собственном капитале. На сегодняшний день в Российской Федерации применяется заимствованная из международной практики, эмпирически найденная совокупность страховых резервов.

Страховые резервы рассматриваются законодателем как сумма денежных средств, откладываемая для обеспечения будущих страховых выплат и иных обязательств, связанных с заключенными договорами страхования. Однако при этом не установлены критерии, по которым оценивается способность резервов обеспечить исполнение обязательств по предстоящим страховым выплатам и расходам.

Состав и порядок расчета страховых резервов определены, таким образом, без оценки их эффективности. Причем имеется достаточное количество фактов, вызывающих сомнения в качестве имеющейся системы страховых резервов, особенно в общем страховании [10, 11]. Соответственно, нет возможности обосновать, что имеющийся состав и величина резервов необходимы и достаточны для обеспечения финансовой устойчивости страховщика.

В рамках концепции обобщенного актуарного базиса разработана модель резервирования [7], которая является единой как для страхования жизни, так и для общего страхования и предусматривает установление двух страховых резервов:

- резерва предстоящих выплат;
- резерва предстоящих расходов.

Резерв предстоящих выплат по договору страхования представляет собой рассчитываемую по данным обобщенного актуарного базиса такую сумму страховых выплат в доле, приходящейся на

данный договор страхования, которые будут произведены в будущем после даты расчета резервов, что с вероятностью γ она не будет превышена.

Резерв предстоящих расходов по договору страхования представляет собой рассчитываемую по данным обобщенного актуарного базиса такую сумму расходов на ведение дела, которые будут произведены в будущем после даты расчета резервов, что с вероятностью γ она не будет превышена.

Вычисления могут быть заметно упрощены, если статистическое моделирование провести заранее, совместив с процессом статистического моделирования страховых тарифов, и получить необходимые данные для формирования страховых резервов, например в виде определенной доли (процента) от страховой премии по договору страхования. В этом случае расчет страховых резервов по конкретному договору страхования может быть сведен к несложным арифметическим действиям над уже известными числами, точнее к линейной интерполяции значений страховых резервов на отчетную дату между двумя соседними дискретными значениями, полученными во время тарификации, в базовых точках. Такой подход в настоящее время известен для страхования жизни.

Расчет страховых резервов, производимый одновременно со статистическим моделированием страховых тарифов (расчет базовых точек интерполяции), естественно выполнять по состоянию на конец каждого элементарного периода возникновения убытков (месяца, квартала, года и пр.), то есть в моменты времени $0, 1, \dots, X$, исчисляемые с момента вступления договора страхования в силу. Таким образом, узлы интерполяции (абсциссы базовых точек) по перечисленным компонентам страховых резервов приходятся на целочисленные моменты времени $0, 1, 2, \dots$

Но при этом необходимо учитывать, что убытки, возникшие в t -й период времени, будут полностью урегулированы не сразу, а с некоторым запаздыванием, которое может быть оценено в виде периода запаздывания δ , заданного в актуарном базисе, то есть сумму резерва на покрытие этих убытков необходимо удерживать до момента $t + \delta$ [12, 13]. Кроме того, если предусмотрена отсрочка и рассрочка страховых выплат, то сумму резерва также необходимо удерживать до окончания периода отсрочки c_{ij} и распределить между периодами рассрочки ω_{ij} . Данная задача решена в процессе реализации алгоритма, представленного

на вышеприведенном рисунке, в расчете показателей текущих выплат $\hat{W}_{i(t+\delta+c_{ij}+\alpha-1)}$, $\alpha = 1, \dots, \omega_{ij}$ и \hat{E}_{im} .

Преимущества таких резервов заключаются в следующем:

- 1) обоснованность резервов, их явная связь с обеспечением финансовой устойчивости страховщика;
- 2) возможность расчета резерва по каждому договору страхования;
- 3) возможность расчета резерва на любую дату;
- 4) возможность обоснованного установления размера страховых резервов по новым страховым рискам, для которых не имеется достаточного числа кварталов развития убытков.

Предложено оценивать необходимую величину собственного капитала страховщика на основе предустановленной величины комплексной гарантии безопасности γ' , учитывающей наличие собственного капитала [8, 13]. В этом случае ожидаемая величина убытков $\hat{G}'_0 > \hat{G}_0$ рассчитывается по формуле (1). Собственный капитал оценивается исходя из разности $\hat{G}'_t > \hat{G}_t$ в момент времени t .

Проблема исходных данных. Сколь бы высоко развитыми ни были применяемые актуарные методы, точность получаемых результатов тем не менее всегда будет ограничена точностью исходных данных (актуарного базиса). На сегодняшний день страхование, за весьма редким исключением, не располагает точными оценками параметров актуарного базиса.

Чтобы обойти затруднения, вызванные неполнотой и неточностью исходных данных, страховщики при обосновании страховых тарифов часто используют экспертные оценки. Однако обоснованность, а иногда и объективность таких экспертных оценок вызывает некоторые сомнения.

Таким образом, исходные данные, лежащие в основе определения страховых тарифов, содержат в себе известную неопределенность. Причем эта неопределенность не является устранимой на данном уровне развития науки, а возможно, является и принципиально неустраимой - подобно квантовой неопределенности в физике. Не исключено, что чем индивидуальнее и сложнее объект, тем труднее измерить вероятность его перехода из одного конкретного состояния в другое как в классическом, так и в статистическом смысле. То есть истинный актуарный базис определить невозможно, о нем можно судить лишь с неко-

торой точностью, получая приближенный актуарный базис.

С другой стороны, решение задач общественного контроля финансовой устойчивости страховщиков требует максимально точной тарификации, резервирования и оценки достаточности собственного капитала. Но для этого, как следует из вышеизложенного, необходимо наличие конкретных оценок параметров актуарного базиса.

Для разрешения данного противоречия предложено формировать актуарный базис с применением интервальных оценок с дальнейшим учетом возникающей погрешности в актуарных расчетах. При построении интервала должна быть использована максимально полная информация о страховом риске, которая может быть собрана посредством совместных усилий профессиональных объединений страховщиков, сообщества актуариев и государства.

В результате страховщик при определении некоторого параметра актуарного базиса Y будет располагать определенным множеством оценок этого параметра, которые после упорядочивания по возрастанию образуют последовательность $Y_1 \leq Y_2 \leq \dots \leq Y_N$. Если указанные оценки являются объективными, то эта последовательность представляет собой эмпирический закон распределения в интегральной форме с вероятностью каждого значения, равной $1/N$.

Соответственно, при проведении актуарных расчетов возможно статистическое моделирование значений данного параметра Y с применением метода Монте-Карло. Актуарные расчеты могут учитывать вариацию всех параметров. В итоге возникает некоторое множество значений результатов актуарных расчетов (страховых тарифов, страховых резервов и т. д.), в котором учтена вариация всех неопределенных параметров. В качестве конечного результата следует принять центральный элемент множества (усредненное значение), а также построить эмпирический закон распределения полученных значений.

Тем самым актуарий не только получает искомое конкретное значение, но и оценку его неопределенности, которая в дальнейшем может быть учтена при обеспечении финансовой устойчивости и проведении контрольных процедур.

Структура страховой премии. Наиболее важной актуарной задачей является определение страховой премии (страховых тарифов), поскольку

от нее зависит достаточность финансовых ресурсов страховщика для исполнения им обязательств по договорам страхования.

На сегодняшний день страховая нетто-премия включает в себя базовую часть (величину выплат, которая не будет превышена с вероятностью 0,5) и рисковую надбавку (величину, которая дополняет базовую часть до величины выплат, которая не будет превышена с вероятностью γ). Рисковая надбавка резко растет с уменьшением числа договоров страхования, и это обстоятельство часто используют для искажения величины страховой премии. Целью завышения рисковой надбавки является создание «подушки безопасности», позволяющей компенсировать недостаточную определенность параметров актуарного базиса, которая интуитивно оценивается страховым рынком. Неиспользованная же часть рисковой надбавки образует неосновательное обогащение страховщика.

Для повышения экономической обоснованности и справедливости страховых тарифов предложено потребовать от страховщиков приведения размера рисковой надбавки в соответствие с действительно заключаемым количеством договоров с одновременным предоставлением страховщикам права включения в страховой тариф еще одной надбавки - за неопределенность информации, которая рассчитывается следующим образом.

В соответствии с формулой (1) посредством интервальных оценок параметров актуарного базиса получают множество значений суммы страховых выплат, находят разность между максимальным и средним значениями по этому множеству. Полученная разность, деленная на страховую сумму, и будет представлять собой надбавку за неопределенность информации.

При этом страховщик перекладывает последствия неопределенности информации на страхователя, что в зависимости от конкретных обстоятельств может быть справедливым, а может и не быть. Рыночные механизмы приведут к тому, что страхователь уплатит надбавку за неопределенность информации лишь в той части, в какой она является справедливой. В оставшейся части она будет представлять собой риск страховщика, обеспечиваемый его собственным капиталом.

Дополнительно необходимая величина собственного капитала страховщика, очевидно, будет равна суммарной величине надбавок за неопреде-

ленность информации по всем договорам страхования в части, не покрытой страховой премией.

Актуарный контроль. Предложено осуществлять государственный и негосударственный контроль достаточности страховых тарифов, страховых резервов и собственного капитала для обеспечения заданной комплексной гарантии безопасности страховщика, сосредоточив усилия на проверке обоснованности параметров актуарного базиса, а также на правильности алгоритмов статистического моделирования.

Обоснованность параметра актуарного базиса определяется полнотой учета различных объективных оценок этого параметра, использованием только объективных оценок, включая статистическую обработку результатов опроса экспертов.

* *
*

Таким образом, в результате проведенных исследований на основе концепции обобщенного актуарного базиса получен комплекс моделей, позволяющих рассчитывать необходимые параметры страховых операций при гарантированном соблюдении требований к надежности страховщика. Обобщенный актуарный базис представляет собой непротиворечивую информационную основу для таких расчетов. Применение разработанного комплекса моделей позволяет сделать более прозрачными управление и контроль финансовой устойчивости страховщика на основе системы взаимосвязанных показателей.

Расширены возможности применения статистического моделирования в страховой деятельности.

Полученные результаты позволяют пересмотреть сложившиеся представления о страховании и преодолеть стереотип, который заключается в том, что в страховании имеются две совершенно различные отрасли: страхование жизни и общее страхование.

Литература

1. **Бауэрс Н., Гербер Х., Джонс Д., Несбитт С., Хикман Дж.** Актуарная математика / пер. с англ.; под ред. В.К. Малиновского. М.: Янус-К, 2001. - 656 с.
2. **Мак Т.** Математика рискованного страхования / пер. с нем. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. - 432 с.
3. **Рыжков О.Ю.** Обобщенный актуарный базис страхового риска // Вестник НГУЭУ. 2011. № 2. С. 166-178.
4. **Рыжков О.Ю.** Динамический подход к договору страхования: применение при расчете страховых премий // Вестник НГУЭУ. 2010. № 2. С. 65-74.
5. **Рыжков О.Ю., Бобров Л.К.** Тарификация договора страхования на основе обобщенного актуарного базиса // Вестник СГТУ. 2013. № 4 (73). С. 329-335.
6. **Бобров Л.К., Рыжков О.Ю.** Расчет страхового тарифа на основе обобщенного актуарного базиса с учетом деления риска // Вестник НГУЭУ. 2012. № 1. С. 188-196.
7. **Рыжков О.Ю.** Методика формирования страховых резервов с использованием обобщенного актуарного базиса // Вестник НГУЭУ. 2015. № 1. С. 114-136.
8. **Рыжков О.Ю.** Какой размер собственного капитала необходим страховой компании? // Идеи и идеалы. 2014. Т. 2. № 3 (21). С. 106-113.
9. **Рыжков О.Ю., Бобров Л.К.** Оценка точности численного метода расчета страховых тарифов, основанного на обобщенном актуарном базисе // Вестник НГУЭУ. 2014. № 4. С. 60-80.
10. **Мадорский В.Ф.** Исходные предпосылки и область применения моделей, используемых для оценки страховых резервов по видам страхования иным, чем страхование жизни // Финансовый менеджмент в страховой компании. 2007. № 4. С. 29-33.
11. **Гарнер М.** Оценка неопределенности при резервировании: введение в стохастические методы расчета резервов общего страхования // Актуарий. 2008. № 1 (2). С. 33-35.
12. **Маничев В., Новиков В.** Простой метод оценки резерва убытков // Актуарий. 2008. № 1 (2). С. 57-61.
13. **Рыжков О.Ю.** Финансовая устойчивость страховых организаций: оценка и управление / под ред. М.В. Лычагина. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2007. - 80 с.

ACTUARY CALCULATIONS IN INSURANCE BASED ON SUMMARIZED ACTUARY BASIS WITH STATISTICAL MODELING

Oleg Ryzhkov

Author affiliation: The Siberian Inter-Regional Association of Insurers (Novosibirsk, Russia). E-mail: ory@ngs.ru.

The concept of summarized actuary basis, unified for general insurance and life insurance, is proposed in the article. System of calculation patterns for insurance rates, reservation, determination of own capital sufficiency and risk division (franchise, reinsurance, incomplete property insurance), made upon summarized actuary basis and with the use of statistical modeling. Proposed system of

calculation patterns differentiates from earlier counterparts by the possibility of calculation of insurance premiums, reservations, reinsurance premiums, required own capital for any kind of insurance contracts, including variable insurance sums, intensity of the occurrence of the insured and resolatory events, changes in the value of money in time and general insurance registration and etc.

With the help of the proposed patterns was proved the necessary magnitude of insurance reserves and own capital. The author proposes to manage insurer's financial stability through the use of set insurer's safety guarantee (with the view of own capital). Proposed concept of actuary control is based on the check of actuary basis validity, informational uncertainty, and calculation methods. Appraisal of summarized actuary basis and the system of patterns that are based on it has shown its practical benefits.

Keywords: actuary calculations, actuary basis, insurer's financial stability, actuary control, statistical modeling.
JEL: G22.

References

1. **Bowers N., Gerber H., Hickman J., Jones D., Nesbitt C.** *Actuarial Mathematics*, 2nd ed. Schaumburg, IL: Society of Actuaries, 1997 (Russ. ed., Malinovskiy (ed.): Bauers N., Gerber Kh., Dzhons D., Nesbitt S., Khikman Dzh. *Aktuarnaja matematika*. Moscow, Janus-K Publ., 2001. 656 p.).
2. **Mack T.** *Schadenversicherungsmathematik*. Karlsruhe, Verlag Versicherungswirtschaft, 2002 (Russ. ed.: Mak T. *Matematika riskovogo strahovaniya*. Moscow, Olymp Business Publ., 2005. 432 p.).
3. **Ryzhkov O.Ju.** Obobshhennyj aktuarnyj bazis strahovogo riska [Generalized actuarial basis of the insurance risk]. *Vestnik NSUEM*, 2011, no. 2, pp. 166-178. (In Russ.).
4. **Ryzhkov O.Ju.** Dinamicheskij podhod k dogovoru strahovaniya: primenenie pri raschete strahovyh premij [The dynamic approach to the insurance agreement: application at calculation of insurance premiums]. *Vestnik NSUEM*, 2010, no. 2, pp. 65-74. (In Russ.).
5. **Ryzhkov O.Ju., Bobrov L.K.** Tarifikacija dogovora strahovaniya na osnove obobshhennogo aktuarnogo bazisa [Pricing insurance using the generalized actuarial rate]. *Vestnik Saratov State Technical University*, 2013, no. 4 (73), pp. 329-335. (In Russ.).
6. **Bobrov L.K., Ryzhkov O.Ju.** Raschet strahovogo tarifa na osnove obobshhennogo aktuarnogo bazisa s uchedom delenija riska [Calculation of the insurance rate on the generalized actuarial basis with risk division]. *Vestnik NSUEM*, 2012, no. 1, pp. 188-196. (In Russ.).
7. **Ryzhkov O.Ju.** Metodika formirovaniya strahovyh rezervov s ispol'zovaniem obobshhennogo aktuarnogo bazisa [The method of calculation of insurance reserves using generalized actuarial basis]. *Vestnik NSUEM*, 2015, no. 1, pp. 114-136. (In Russ.).
8. **Ryzhkov O.Ju.** Kakoj razmer sobstvennogo kapitala neobhodim strahovoj kompanii? [What is the size of equity capital required for an insurance company?]. *Ideas and Ideals*, 2014, vol. 2, no. 3 (21), pp. 106-113. (In Russ.).
9. **Ryzhkov O.Ju., Bobrov L.K.** Ocenka tochnosti chislennogo metoda rascheta strahovyh tarifov, osnovannogo na obobshhennom aktuarnom bazise [Assessment of accuracy of a numerical method of calculating of insurance rates based on generalized actuarial basis]. *Vestnik NSUEM*, 2014, no. 4, pp. 60-80. (In Russ.).
10. **Madorskij V.F.** Ishodnye predposylki i oblast' primeneniya modelej, ispol'zuemyh dlja ocenki strahovyh rezervov po vidam strahovaniya inym, chem strahovanie zhizni [Initial preconditions and scope of the models used to estimate the insurance reserves by type of insurance other than life insurance]. *Finansovyy menedzhment v strahovoj kompanii*, 2007, no. 4, pp. 29-33. (In Russ.).
11. **Garner M.** Ocenka neopredelennosti pri rezervirovanii: vvedeniye v stokhasticheskiye metody rascheta rezervov obshchego strakhovaniya [Estimating reserve uncertainty - an introduction to stochastic reserving for non-life insurers]. *Aktuary*, 2008, no. 1 (2), pp. 33-35. (In Russ.).
12. **Manichev V., Novikov V.** Prostoj metod ocenki rezerva ubytkov [Simple method of loss reserves evaluation]. *Aktuary*, 2008, no. 1 (2), pp. 57-61. (In Russ.).
13. **Ryzhkov O.Ju.** *Finansovaya ustojchivost' strahovyh organizacij: ocenka i upravlenie*. M.V. Lychagin ed. [Financial stability of insurance companies: assessment and management]. Novosibirsk, IEOPP SB RAS Publ., 2007. 80 p. (In Russ.).