УДК 368.912.2

К.А. БАЗИЛЕВИЧ, М.С. МАЗОРЧУК

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ТАРИФНЫХ СТАВОК ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО И ДОЛГОСРОЧНОГО СТРАХОВАНИЯ ЖИЗНИ

В работе рассмотрены актуальные вопросы разработки инструментальных средств проведения аналитических расчетов в сфере страхования. Проведен анализ математической модели и предложены алгоритмические модели для расчета продолжительности жизни человека на основе трех моделей смертности: Гомперца, де Муавра и Мэйкхама, а также модели расчета тарифных ставок и других показателей актуарной математики. Применение предложенных алгоритмов в значительной степени автоматизирует процесс расчета тарифных ставок, т.к в основе рассмотренных моделей заложены принципы, которые позволяют упростить и упорядочить трудоемкие вычисления.

Ключевые слова: *тарифная ставка, брутто-ставка, нетто-ставка, страховая сумма, таблица смертности, аналитические модели смертности, рисковая надбавка.*

Введение

Страхование жизни во всем мире - один из наиболее эффективных инструментов решения социальных проблем. Страховые выплаты по договорам страхования жизни составляют основную часть валового дохода населения различного возраста во многих странах мира. Кроме решения социальных проблем, долгосрочное страхование жизни является мощным источником инвестиций в экономику, поскольку оно позволяет аккумулировать значительные финансовые ресурсы населения, которые, в отличие от банковских ресурсов, носят долгосрочный характер. Накопленные страховыми компаниями активы обеспечивают один из основных источников долгосрочного инвестирования и служат важным ресурсом для стабилизации экономики и снижения инфляции.

В Украине страхование жизни находится на начальном этапе своего развития. Актуальной технической проблемой страхования является разработка программного обеспечения и алгоритмических моделей, которые позволят не только автоматизировать трудоемкие расчеты тарифных ставок, но достоверно и быстро обрабатывать статистические данные. Существует также и проблема "недоверия" граждан страховым компаниям. В связи с тем, что современные страховые компании предпочитают скрывать механизмы своих расчетов, получая централизовано величины тарифных ставок через аналитические центры, страхователю величина страхового тарифа зачастую кажется необоснованно завышенной.

Актуальной научной проблемой страхования жизни является случайный характер величин, с которыми работают страховые компании. Величина человеческой жизни, как и величина страховой суммы, которую выплачивает компания по всем договорам, является случайной, что значительно усложняет процесс расчета показателей и требует создания более сложного инструмента, основанного на принципах не только актуарной математики, но и теории вероятностей.

Таким образом, целью данной работы является разработка алгоритмических моделей расчета показателей страхования жизни на основе аналитических моделей законов выживания с учетом вероятностных параметров на краткосрочном и долгосрочном периодах страхования.

Постановка задачи исследования

Рассмотрим общую схему работы системы страхования жизни. Денежные суммы или величины $p_1, p_2, \ldots, p_n$, которые платят страховой компании называются страховыми премиями. Величины $b_1, b_2, \ldots, b_v$, $v \leq n$, которые выплачивает компания в случае наступления страхового случая называются страховыми выплатами.

Величина выплат по договору страхования носит случайный характер, а значит, сумма выплат по всем договорам тоже является случайной величиной. Сумма выплат ограничена страховым фондом, который формируется из страховых премий. Поэтому совокупная страховая сумма варьируется в некотором интервале, верхняя граница которого равна сумме всех выплат по всем договорам.

Если вероятность наступления страхового события q заранее известна (на основании прошлого опыта, по аналогии и т.д.), то теоретически, без учета всех прочих факторов (в том числе и фактора времени), премия T определяется как [2]

$$T = Sq,$$

где S – страховая выплата;

q – вероятность наступления страхового случая.

Приведенное равенство лишь иллюстрирует принцип финансовой эквивалентности обязательств страхователя и страховщика.

Пусть T – размер премии, q_n – вероятность страхового события (например, смерть застрахованного через n лет после начала страхования). Если страховое событие произойдет на первом году страхования, то страховщик получит сумму T (пусть премия выплачивается в начале года), если же это событие наступит во втором году, то сумма премий равна 2T и т.д.

Математическое ожидание такого ряда премий составит:

$$Tq_1 + 2Tq_2 + \ldots + nTq_n.$$

Полученная величина хотя и обобщает все взносы застрахованного с учетом вероятностей их выплат, однако при суммировании соответствующих величин не принимается во внимание, что премии выплачиваются в разные моменты времени. С учетом этого фактора (с помощью дисконтирования сумм платежей) находим математическое ожидание современной стоимости (актуарная стоимость) взносов:

$$E(A) = T\begin{bmatrix} q_1 + (1+v)q_2 + \left(1+v+v^2\right)q_3 + \ldots + \\ +\left(1+v+\ldots+v^{n-1}\right)q_n \end{bmatrix},$$

где $v = 1/(1+i)$ – дисконтный множитель;

i – процентная ставка.

Положим, что она выплачивается в конце года, в котором имел место страховой случай. Тогда математическое ожидание выплаты в первом году составит Sq_1, во втором году Sq_2 и т.д. [1]. Математическое ожидание с учетом фактора времени (актуарная стоимость) выплат, очевидно, можно определить как

$$E(S) = S\left(vq_1 + v^2q_2 + \ldots + v^nq_n\right).$$

Исходя из принципа эквивалентности обязательств страховщика и страхователя, теперь можно написать равенство E(S)=E(A), которое позволяет найти искомое значение нетто-премии T (рис. 1).

Расчет нетто- и брутто-премий базируется на модели страховой компании, а именно на определении общей страховой суммы по всем договорам страхования и величины вероятности наступления страховых случаев.

Для обеспечения 100%-ной гарантии того, что сумма нетто-премий превысит сумму выплат, страховщик должен создать страховой фонд в размере совокупной страховой суммы. В этом случае страховая премия будет равна страховой сумме. Для себя страховщик определяет размер своего риска, который математически можно выразить следующим неравенством:

$$P(\sum S_l < \sum P_l) \ge y$$

или

$$P(\sum S_i - \sum P_i) \le b,$$

где P – вероятность;

y – заданная страховщиком гарантия безопасности;

S_l – выплата по l-му страховому договору;

T_1 – премия l-му страховому договору;

b – верхняя граница страховой гарантии.

Суть неравенств такова: вероятность того, что сумма всех выплат превысит сумму всех взносов страховщиков, должна быть определена заранее. Это делается для определения нетто-премии.

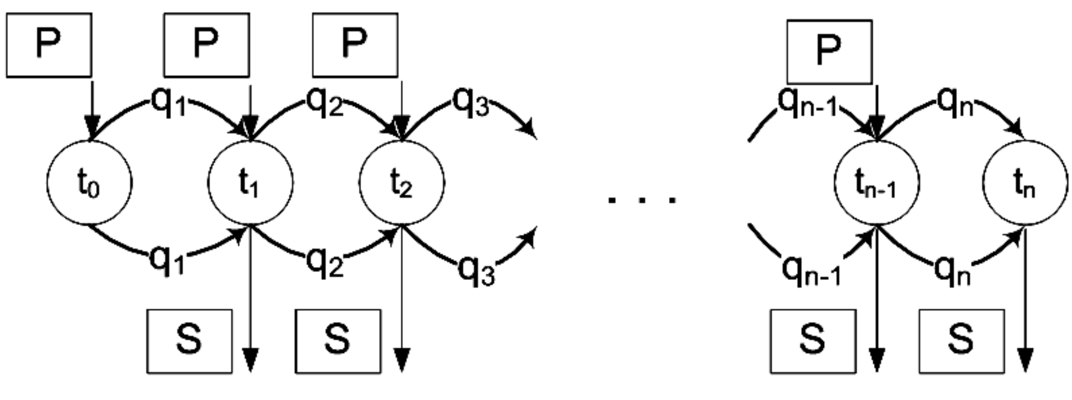

Рис. 1. Графическое представление принципа финансовой эквивалентности обязательств страхователя и страховщика

Согласно теореме А.М. Ляпунова[2] страховые события и страховые выплаты распределены по нормальному закону.

Если закон распределения случайной величины определен, то приведенное выше неравенство легко решается.

Во–первых, вероятность того, что непрерывная величина X примет значение, которое принадлежит интервалу (a, b), равно определенному интегралу от плотности распределения, который взят на интервале от a до b, а именно:

$$P(a < P < b) = \int_a^b f(x)\,dx .$$

Во–вторых, функция плотности нормального распределения равна:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-(x-a)^2/(2\sigma^2)},$$

где $\overline{x}$ – математическое ожидание случайной величины;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Тогда:

$$\text{if } P\left|X - a\right| \le b = 2\Phi\left(\frac{b}{2}\right) \to P\left|\sum S_i - \sum P_i\right| \le b = 2\Phi\left(\frac{b}{2}\right),$$

где Φ – функция Лапласа [2].

Сумма нетто-премий является математическим ожиданием от суммы страховых выплат, а вероятность отклонения должна быть задана страховщиком заранее.

Исходя из принципа финансовой эквивалентности, ожидаемую величину нетто-премии можно выразить как произведение страховой суммы и нетто-ставки, которая выражается в процентах.

Основная часть тарифной ставки – это нетто-ставка, которая выражает цену страхового риска и обеспечивает покрытие ущерба:

$$T_n = \frac{u \cdot S}{100}$$

где T_n – тарифная нетто-ставка;

u – величина нетто-премии на 100 грн.[2];

S – размер базовой страховой суммы;

Тарифную ставку, по которой заключают договор страхования, называют брутто-ставкой, которая рассчитывается по формуле [3]:

$$T_b = \frac{T_n}{1 - f},$$

где T_b – тарифная брутто-ставка;

T_n – тарифная нетто-ставка;

f – доля нагрузки в брутто-ставке.

Основная часть тарифной ставки – это нетто-ставка, которая выражает цену страхового риска и обеспечивает покрытие ущерба.

Долю нагрузки f можно рассчитать по данным бухгалтерского учета, а именно:

$$f = \frac{R}{\sum \Pi} + K + V,$$

где R– расходы;

$\sum \Pi$ – сумма собранных премий по данному виду страхования;

K – процент комиссионных, которые получают посредники при проведении данного вида страхования;

V – часть прибыли в брутто-ставке, которую хочет получить страховщик по данному виду страхования.

Таким образом, целью данного исследования является разработка алгоритмических моделей для моделирования продолжительности жизни человека и расчета величины премии страхователя и суммарной величины активов страховой компании, чтобы она не разорилась с определенной вероятностью.

Необходимо проанализировать и определить адекватные модели, которые следует применять для расчета таблиц смертности и разработать алгоритмы расчета тарифных ставок по различным законам выживания на краткосрочный и долгосрочный период страхования.

Аналитические законы смертности

В основе любых актуарных расчетов лежит изучение процесса смертности отдельно взятой популяции, определение некоторых закономерностей и дальнейший расчет тарифных ставок.

В данной работе процесс смертности был смоделирован на основе определенных аналитических законов, т.е. проводился теоретический анализ состояния популяции на длительном промежутке времени.

При таком теоретическом анализе процессов смертности, первоочередном и упрощенном изучении реальных ситуаций используют, как правило, стандартные модели, которые позволяют определить основные закономерности. К тому же, процесс смертности довольно хорошо аппроксимируется рассмотренными ниже аналитическими законами.

Один из основоположников теории вероятностей А. Муавр в 1729 году предложил считать, что время жизни человека распределено равномерно на интервале (0, ω), где параметр ω – предельный возраст, дольше которого обычно не живут.

[2] Если X – случайная величина, равная сумме большого числа независимых случайных величин, влияние каждой из которых на всю сумму крайне мало, тогда X имеет распределение, близкое к нормальному.

Для этой модели при $0< x <\omega$ получаем:

$$f(x)=\frac{1}{\omega},\ s(x)=1-\frac{x}{\omega},\ \mu_x=\frac{f(x)}{s(x)}=\frac{1}{\omega-x},$$

В модели Гомперца интенсивность смертности определяется по формуле:

$$\mu_x=\frac{f(x)}{s(x)}=Be^{\alpha x},$$

где $\alpha>B>0$ – некоторые параметры, которые определяются на основе статистических данных определенной популяции, которая исследуется.

Функция выживания:

$$s(x)=\exp[-\int_0^x \mu_u du]=\exp[-\int_0^x Be^{\alpha u}du]=$$

$$=\exp[-B(e^{\alpha x}-1)/\alpha],$$

а кривая смертей :

$$f(x)=\mu_x s(x)=B\exp\left[\alpha x-B(e^{\alpha x}-1)/\alpha\right].$$

Имеет максимум в точке $x=(\ln\alpha-\ln B)/\alpha$.

Позже, в 1860 р., Мэйкхам предложил приближать интенсивность смертности по формуле:

$$\mu_x=A+Be^{\alpha x},$$

где параметр А учитывает риски, связанные с наступлением страховых случаев, а слогаемое $Be\alpha x$ учитывает влияние возраста на смертность.

Для модели Мэйкхама функция выживания:

$$s(x)=\exp\left[-\int_0^x\left(A+Be^{\alpha u}\right)du\right]=\exp\left[-Ax-\frac{B\left(e^{\alpha x}-1\right)}{\alpha}\right],$$

а кривая смертей:

$$f(x)=-s'(x)=\left[A+Be^{\alpha x}\right]\exp\left[-Ax-B(e^{\alpha x}-1)/\alpha\right].$$

Представленные модели используют для теоретического анализа процесса смертности населения.

Алгоритмические модели расчета тарифных ставок страхования жизни

В табл. 1 можно увидеть входные данные, необходимые для функционирования алгоритмических моделей и их назначение.

В табл. 2 можно увидеть выходные данные для представленных ниже алгоритмов.

Алгоритм построения таблицы смертности

Алгоритм заключается в следующем (в случае наличия статистических данных, расчет начинается с этапа 3, пункта в):

Этап 1. Формирование начальной совокупности l_o, для удобства возьмем l_o=100000. Дальше будем моделировать продолжительность жизни совокупности людей на протяжении следующих 100 лет и фиксировать моменты смерти.

Этап 2. Моделирование будет происходить на основе описанных выше аналитических законов.

Таблица 1

Входные данные

Название параметра	**Назначение**
Возраст (в годах)	Основной и важнейший параметр, позволяет определить соответствующие значения в таблице смертности.
Ограничение (в годах)	Используется во время калькуляции стоимости рент пост – и пренумерандо.
Количество выплат в год	Используется во время калькуляции стоимости рент пост – и пренумерандо.
Выплата в случае смерти	Исходя из значения этого параметра рассчитывается стоимость тарифных ставок.
Вероятность	Параметр связывает механизмы актуарной математики и теории вероятностей; опираясь на значения этого параметра, страхователь и страховщик принимают решения о проведении страхования.

Таблица 2

Выходные данные

Название параметра	**Назначение**
Нетто-премия для краткосрочного и долгосрочного страхования	Тарифная ставка, которая выражает цену страхового риска и обеспечивает покрытие ущерба.
Брутто-премия для краткосрочного и долгосрочного страхования	Тарифная ставка, по которой заключается договор страхования.
Нагрузка	Определяет, какую часть брутто-ставки составляют расходы страховщика на проведение страхования, привлечение новых клиентов и т.п.

Этап 3. Расчет основных показателей таблицы смертности:

а) количество людей, доживших до определенного возраста x :

$$l_x=l_0 s(x),$$

где l_o– начальная популяция;

s(x) – функция выживания;

x – возраст (таблица формируется для любого возраста, x= 0…99);

б) количество людей, которые умерли при переходе из возраста x в возраст x+1: $d_x = l_x - l_{x+1}$.

в) вероятность умереть в возрасте x, не дожив до возраста x+1:

$$d_x = l_x - l_{x+1}.$$

г) вероятность дожить до определенного возраста:

$$p_x = 1 - q_x.$$

Этап 4. Расчет коммутационных чисел [3]:

$$Dx = l_x (1+i)^{-x},$$

где x – текущий возраст,

i – норма процентов,

l_x – количество людей, которые остались в живых до возраста x [4].

$$Nx = \sum_{j=x}^{w} Dj,\ Mx = \sum_{j=x}^{w} Cj,\quad Cx = dx(1+i)^{-x+1}.$$

Таблицы смертности используют при расчете величины страхового тарифа.

Алгоритм расчета тарифных ставок для краткосрочного страхования

Этап 1. Определяем и осуществляем ввод исходных данных.

Этап 2. Принимаем величину страховой премии в качестве единицы измерения денежных сумм [5,6]. В этом случае выплаты по i - му договору, X_i, принимают значения 0 и 1 с вероятностью 1- q и q соответственно. Получаем:

$$EX_i = (1-q)\cdot 0 + q\cdot 1 = q,\quad EX_i^2 = (1-q)\cdot 0^2 + q\cdot 1^2 = q,$$

$$VarX_i = EX_i^2 - (EX_i)^2 = q - q^2.$$

Этап 3. Теперь для среднего значения и суммарных выплат $S=X_1+\ldots+X_n$ имеем:

$$ES = N\cdot EX_i,\ VarS = N\cdot VarX_i.$$

Этап 4. Используя приближение Гаусса для центрированной и нормированной величины суммарных выплат, представим вероятность выплаты компании в следующем виде[5]:

$$P(S \le u) = P\left(\frac{S-ES}{\sqrt{VarS}} \le \frac{u-ES}{\sqrt{VarS}}\right) \approx \Phi\left(\frac{u-ES}{\sqrt{VarS}}\right).$$

Этап 5. Находим соответствующие значение квантили нормального распределения x_p, где p – вероятность. Получаем равенство:

$$\Phi\left(\frac{u-ES}{\sqrt{VarS}}\right) = x_p.$$

Получаем u :

$$u = x_p \cdot \sqrt{VarS} + ES.$$

Получили значение нетто-премии на 100 грн.

Этап 6. Находим величину нетто-премии:

$$T_n = \frac{u\cdot S}{100},$$

где S – сумма, которую хочет получить клиент в случае наступления смерти.

Этап 7. Находим значение брутто-премии:

$$T_b = \frac{T_n}{(1-f)}.$$

где f – нагрузка, величину которой каждый страховщик определяет для себя сам.

В результате был получен алгоритм расчета тарифных ставок для краткосрочного страхования.

Алгоритм расчета тарифных ставок для долгосрочного страхования

Этап 1. Определяем и осуществляем ввод исходных данных.

Этап 2. Предполагается, что остаточное время жизни характеризуется постоянной интенсивностью смертности. Рассчитаем нетто-премию:

$$t_0 = \bar{A}_x = \int_0^{\infty} v^t f_x(t)\,dt,$$

где $f_x(t)$ – плотность остаточного времени жизни.

Этап 3. Поскольку интенсивность смертности задана, находим функцию выживания по формуле:

$$s_x(t) = e^{-\mu t},$$

и функцию смертности $f_x(t)$: $f_x(t) = \mu e^{-\mu t}$.

Этап 4. Осуществляем расчет нетто-премии:

$$\bar{A}_x = \int_0^{\infty} \mu e^{-(\mu+\delta)t}dt = \frac{\mu}{\mu+\delta}.$$

Второй момент современной величины выплат по индивидуальному договору может быть получен из этой формулы заменой δ на 2δ:

$$\bar{Z}_x^{\,2} = \frac{\mu}{\mu+2\delta}.$$

Следовательно,

$$Var\bar{Z}_x = E\bar{Z}_x^2 - (E\bar{Z}_x)^2$$

Теперь можно подсчитать относительную страховую надбавку:

$$\theta = x_\alpha \frac{\sqrt{Var\,\bar{Z}_x}}{\bar{A}_x \sqrt{N}}.$$

Этап 6 Определяем величину тарифных ставок:

[3] Коммутационные числа – технические показатели, используемые при расчете тарифных ставок по страхованию жизни для упрощения процедуры ручных вычислений [3].

$$T_b = \frac{\overline{A}_x\left(1+\theta\right)\cdot b}{100},$$

$$T_n = T_b \cdot \left(1-f\right).$$

В результате был получен алгоритм расчета тарифных ставок для долгосрочного страхования.

Результаты, полученные при работе с алгоритмическими моделями

Рассмотрим работу алгоритмов на примере входных данных, которые были предложены для расчета страховой компанией (таблица 3).

Первой важнейшей задачей было моделирование продолжительности жизни, как альтернативного метода получения данных, необходимых для расчета тарифных ставок для страховой компании.

Таблица 3

Структура входных данных для алгоритмических моделей

Название параметра	**Введенное значение**
Возраст (в годах)	25
Время в обороте (в годах)	15
Ограничения (в годах)	10
Количество выплат в год	6
Страховая сумма	100000
Вероятность выплаты	0,89

Выбираем закон Гомперца для моделирования, начальная популяция составляет 100000 людей.

Моделируем процесс смертности путем аппроксимации выбранным законом. Параметры β=0,0019332, α=0,03615656. Таким образом: s(0)=1

$$s\left(1\right) = \mathrm{Exp} - 0,0019332 \cdot \frac{e^{0,03615656\cdot 1}-1}{0,03615656} = 0,998033362,$$

$$l_1 = 100\,000 \cdot 0,998033362 = 99803,33624 \text{ и т.д.}$$

Количество умерших при переходе из возраста x в возраст x+1 определяем следующей формулой:

$$d_0 = l_0 - l_1 = 100000 - 99803,33624 = 196,663706.$$

Вероятность умереть в возрасте x, не дожив до возраста x+1 определим следующим образом:

$$d_0 = l_0 - l_1 = 100000 - 99803,33624 = 196,663706.$$

Вероятность дожить до определенного возраста определим по формуле:

$$p_0 = 1 - q_0 = 1 - 0,001966638 = 0,998033362.$$

Аналогичным образом рассчитаны коммутационные числа:

$$i = e^{0,09} - 1 = 0,094174,$$

$$D1 = 99803,33624 \cdot \left(1+0,094174\right)^{-1} = 91213,41,$$

$$N1 = \sum_{j=1}^{98} Dj = 1024898,38029019,$$

$$C1 = 196,663706 \cdot (1+0,094174)^{-1+1} = 196,66369964277,$$

$$M1 = \sum_{j=1}^{98} Cj = 3281,97378120977.$$

Другим заданием исследования был расчет тарифных ставок краткосрочного и долгосрочного страхования жизни. Рассчитаем тарифные ставки для краткосрочного страхования. Количество договоров страхования N=450, страховая сумма b=100000 грн.

Вероятность смерти в течении года q = 0,00484910116854934. В этом случае выплаты по i - му договору, X_i, могут принимать два значения: 0 и 1 с вероятностью 1-q и q соответственно. Поэтому:

$$EX_i = \left(1-q\right) \cdot 0 + q \cdot 1 = q = 0,00484910116854934,$$

$$VarX_i = EX_i^2 - (EX_i)^2 = q - q^2 \approx 0,04826.$$

Теперь для среднего значения и дисперсии суммарных выплат $S=X_1+\ldots+X_n$ имеем:

$$ES = N\cdot EX_i = 300\cdot 0,0013 = 2,182095526,$$

$$VarS = N\cdot VarX_i \approx 300\cdot 0,0013 = 2,171514324.$$

Используя приближение Гаусса для центрированной и нормированной величины, мы можем представить вероятность выплаты компанией страховой суммы в следующем виде :

$$P\left(S \le u\right) = P\left(\frac{S-ES}{\sqrt{VarS}} \le \frac{u-ES}{\sqrt{VarS}}\right) \approx$$

$$\approx \Phi\left(\frac{u-2,182095526}{1,473605892}\right).$$

Если нам необходимо, чтобы вероятность равнялась значению 0,89, то величина $(\frac{u-2,182095526}{1,473605892})$ должна быть равной 0,872 (соответствующие значение квантили нормального распределения), т.е:

$$u = 0,872 \cdot 1,473605892 + 2,182095526 = 3,4670799$$

(величина страховой суммы на 100 грн). Для 100000 грн. нетто-ставка будет равна :

$$T_n = \frac{3,4670799\cdot 100000}{100} = 3467,08\text{грн.}$$

Брутто-ставка равна:

$$T_b = \frac{3467,0799}{(1-0,2)} = 4333,85\text{грн.}$$

Аналогичным образом можно рассчитать тарифные ставки для долгосрочного страхования жизни.

Заключение

Таким образом, в представленной работе была описана математическая модель и структура алгоритмических моделей для расчета тарифных ставок при страховании жизни.

Основным результатом работы являются алгоритмы, с помощью которых возможно оперативно производить точные расчеты тарифных ставок, используя различные существующие модели актуарной математики, учитывать различные факторы, влияющие на тарифную ставку.

Разработанные алгоритмы могут быть использованы для дальнейшей программной реализации, а также в коммерческих страховых компаниях с целью расчета тарифных ставок по страхованию жизни с учетом различных начальных условий.

Литература

1. Гмурман, В.Г. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / В.Г. Гмурман. – М.: Высшее образование, 2008. – 479 с.

2. Фалин, Г. И. Математические основы теории страхования жизни и пенсионных схем [Текст] / Г.И. Фалин. – М.: Анкил, 2002. –262 с.

3. Кошкин, Г. М. Основы актуарной математики [Текст]: учеб. пособие / Г.М. Кошкин; Мин-во образования и науки России, Томск. гос. ун-т. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2002. – 116 с.

4. Актуарная математика [Текст]: моногр. / Н. Бауэрс,Х. Гербер, Д. Джонс [и др.]. – М.: Янус – К, 2001. – 656 с.

5. Щербаков, В.А. Страхование [Текст] / В.А. Щербаков. – М.: Кнорус, 2007. – 312 с.

Поступила в редакцию 4.09.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. охраны труда, стандартизации и сертификации Р.М. Трищ, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ ТАРИФНИХ СТАВОК ДЛЯ КОРОТКОСТРОКОВОГО ТА ДОВГОСТРОКОВОГО СТРАХУВАННЯ ЖИТТЯ

К.О. Базілевич, М.С. Мазорчук

У роботі розглянуті актуальні питання розробки інструментальних засобів проведення аналітичних розрахунків у сфері страхування. Проведено аналіз математичної моделі та запропоновано алгоритмічні моделі для розрахунку тривалості життя людини на основі трьох моделей смертності: Гомперца, де Муавра і Мейкхама, а також моделі розрахунку тарифних ставок та інших показників актуарної математики. Застосування запропонованих алгоритмів в значній мірі автоматизує процес розрахунку тарифних ставок, так як в основі розглянутих моделей закладені принципи, які дозволяють спростити і впорядкувати трудомісткі обчислення.

Ключові слова: тарифна ставка, брутто-ставка, нетто-ставка, страхова сума, таблиця смертності, аналітичні моделі смертності, ризикова надбавка.

DEVELOPMENT AN ALGORITHMIC MODELS OF CALCULATION TARIFF RATES FOR SHORT AND LONG LIFE INSURANCE

K.A. Bazilevich, M.S. Mazorchuk

The paper deals with topical issues of development of the tools of analytic calculations in the insurance industry. The analysis of the mathematical model and the proposed algorithmic models to calculate life expectancy based on three models of mortality: Gomperz, de Moivre and Makeham, as well as a model of wage rates and other indicators of actuarial mathematics. Application of the proposed algorithms is largely automates the process of calculating the tariff rates unnecessarily on these models based on the principles that simplify and streamline time-consuming calculations.

Keywords: tariff rate, gross rate, net rate, the sum insured, life table, the analytical model mortality risk premium.

Базилевич Ксения Алексеевна – студентка каф. информатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: ksenia.bazilevich@gmail.com.

Мазорчук Мария Сергеевна – канд. техн. наук, доцент, доцент каф. информатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: mazorchuk_mary@inbox.ru.