УДК 368.914

В.Н. Никишов*

ПРЕМИИ И РЕЗЕРВЫ ПО ПЕНСИОННОМУ СТРАХОВАНИЮ С ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ В СРЕДЕ VBA EXCEL

В статье предложены математические выражения и программная реализация расчета премий и математических резервов по пенсионному страхованию с учетом инфляции и применения переменных процентных ставок с дальнейшей реализацией в среде VBA EXCEL.

Ключевые слова: страхование жизни, пенсии, математические резервы, премии, инфляция, переменная норма доходности, программная реализация.

Введение

В связи с долгосрочным характером договоров пенсионного страхования необходимо применять переменные процентные ставки, учитывать влияние инфляции.

Прогнозирование доходности и инфляции представляет самостоятельный интерес и в данной работе не рассматривается.

В России имеется хорошая литература, позволяющая осуществлять расчеты премий и резервов по любым видам страхования жизни. В частности, в монографиях [1; 2] приведены математические выражения для расчета премий и резервов на основе коммутационных функций, что позволяет проводить вычисления даже без применения компьютеров.

Монографии [3; 4] являются в настоящее время базовыми учебными пособиями в зарубежных курсах актуарной математики жизни. Хорошее и сжатое изложение их материала приведено в работе [5].

В работе [1] рассматриваются вопросы финансовой экономики с необходимыми приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу.

В то же время в связи с широким распространением вычислительной техники необходим набор типовых математических выражений и соответствующих программ, позволяющих осуществлять расчет премий и резервов в условиях переменных процентных ставок и наличия инфляции.

Следует также отметить, что большие возможности математического аппарата монографии [2] во многом остаются невостребованными в связи с неточностью демографической статистики, неопределенностью в доходности от размещения активов, постоянной и непредсказуемой инфляцией и т. п.

В данной статье предлагаются выражения для расчета периодических премий и математических резервов по пенсионному страхованию при наличии инфляции, переменных процентных ставок, с дальнейшей программной реализацией этих выражений в среде VBA EXCEL [3].

К основным программам пенсионного страхования при переменной доходности и наличии инфляции можно отнести следующие:

h_pr_ps_inf(x, m, h) – расчет размера премии, уплачиваемой m раз в год в течение h лет по договору пенсионного страхования. Ежегодная процентная ставка ig(i) и ежегодный темп инфляции hg(i) задаются внутри программы;

Никишов Виктор Николаевич (tsh-sea05@yandex.ru), кафедра математики и бизнес-информатики, Самарский государственный университет, 443011, Российская Федерация, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

h_rez_ps_inf(x, m, h, hps) – расчет нетто-резерва на момент времени k = 0,1,2..(100-x)*m по договору пенсионного страхования с размером нетто-премии p, уплачиваемой m раз в год в течение h лет. Ежегодная процентная ставка ig(i) и ежегодный темп инфляции hg(i) задаются внутри программы.

Параметры программ: x – возраст застрахованного лица (не обязательно целое); m – периодичность уплаты премий в год; n – срок страхования; h – количество лет уплаты премии; ip – норма доходности; p – размер премии; k – момент времени от нуля до n*m или от нуля до $(w-x)m$, где w – предельный возраст.

Эти программы используют **программу Lx(x)**: количество доживающих до возраста x на основе таблицы смертности, обоснованной к применению страховщиком. Для проведения расчетов была использована иллюстративная таблица смертности для мужчин.

1. Математические выражения и программная реализация для пенсионных премий с учетом инфляции и переменной доходности

На практике может возникнуть необходимость в применении переменных процентных ставок в зависимости от доходности размещаемых активов. Кроме того, привлекательность пенсионного страхования существенно зависит от возможности увеличения размера пенсионных выплат в зависимости от инфляции [4].

При расчете премий переменные процентные ставки будем учитывать при дисконтировании взносов. Влияние инфляции учитываем только в величине страховой суммы, которая увеличивается пропорционально индексу инфляции в интересах застрахованных лиц.

Рассмотрим обязательства страховщика и страхователя в случае переменных процентов и наличия инфляции, считая справедливыми соотношения (1.1–1.5) в отношении переменных процентных ставок и инфляции.

Пусть $i=1,2..n$ – номер года и $j=1,2..m$ – номер периода внутри года. Пронумеруем все периоды действия договора страхования следующим образом:

$$k=(i-1)m+j; k=1,2..nm.$$

Процентную ставку будем считать известной на каждый год $IP(j)$, на ее основе можно вычислить процентную ставку внутри каждого периода $(1/m)$ для каждого года [5]:

$$ip_k = IP\left(\left[\frac{k-1}{m}\right]+1\right), k=1,2..nm \qquad (1.1)$$

Дисконтирующий множитель для каждого $k-$го платежа дается выражением

$$v_k = 1/\prod_{j=1}^{k}\left(1+ip_j\right) \qquad (1.2)$$

Соответственно, коэффициент наращивания страховой суммы имеет вид:

$$r_k = \prod_{j=1}^{k}\left(1+h_j\right) \qquad (1.3)$$

Будем считать известным ежегодный темп инфляции H_i и, соответственно, индекс инфляции $J_i=(1+H_i), i=1,2..n$. Пусть $m-$периодичность уплаты премий. Внутри каждого года темп инфляции будем считать постоянным, следовательно, можем определить темп инфляции в течение каждого периода длительностью $(1/m)$:

$$h_k = \left(1+H\left(\left[\frac{k-1}{m}\right]+1\right)\right)^{1/m}, k=1,2..nm \qquad (1.4)$$

В результате инфляции страховая выплата по случаю смерти увеличивается пропорционально инфляции, в частности, при ежегодном темпе инфляции в 5 % страховые суммы будут следующие:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_n	1,000	1,050	1,103	1,158	1,216	1,276	1,340	1,407	1,477	1,551

Таким образом, за *n* лет срока действия договора страхования страховая сумма возрастет до величины

$$S_n = S_0 \cdot \prod_{j=1}^{n} J_j = S_0 \prod_{j=1}^{n} \left(1 + H_j\right) \tag{1.5}$$

Последовательно рассмотрим обязательства сторон. Страхователь уплачивает брутто-взносы в размере ${}_hP_x^{(m)}/(1-f)$ с периодичностью *m* раз в год в течение $h \le (L-x)$ лет, где f — нагрузка страховщика для покрытия расходов. Нетто-взносы в размере ${}_hP_x^{(m)}$ предназначены для выполнения обязательств страховщиком [6]. Здесь $n = L - x$.

В совокупности обязательства страхователя, предназначенные для формирования страховых резервов, даются выражением

$${}_hP_x^{(m)} \sum_{k=0}^{hm-1} {}_{k/m}p_x \cdot v_k = {}_hP_x^{(m)} \cdot A \tag{1.6}$$

Обязательства страховщика по возврату брутто-взносов в случае смерти застрахованного лица даются выражением [7]

$$\frac{{}_hP_x^{(m)}}{(1-f)} \sum_{k=0}^{(L-x)m-1} {}_{k/m}p_x \cdot \left({}_{1/m}q_{x+k/m}\right) \cdot (k+1) \cdot v_{k+1} \cdot id_{k+1} = \frac{{}_hP_x^{(m)}}{(1-f)} \cdot B \tag{1.7}$$

Обязательства страховщика по пенсионным выплатам имеют вид:

$$S_0 \sum_{k=(L-x)m}^{(w-x)m-1} {}_{k/m}p_x \cdot r_k \cdot v_k = S_0 C \tag{1.8}$$

Обязательства страховщика по гарантийным выплатам даются выражением

$$S_0 \sum_{k=(L-x)m}^{(L+G)m-1} g_k \cdot {}_{k/m}p_x \cdot \left({}_{1/m}q_{x+k/m}\right) \cdot r_k \cdot v_{k+1} \cdot id_{k+1} = S_0 D \tag{1.9}$$

Здесь $g_k = (L + G - x)m - k - 1$.

Из принципа эквивалентности получаем балансовое уравнение для определения ${}_hP_{x\overline{n}|}^{(m)}$:

$${}_hP_x^{(m)} A = \frac{{}_hP_x^{(m)}}{(1-f)} B + S_0 (C + D) \tag{1.10}$$

Отсюда имеем:

$${}_hP_x^{(m)} = \frac{C + D}{A - B/(1-f)} \tag{1.11}$$

Здесь h – период уплаты премии; ${}_{k/m}p_x = l_{x+(k+1)/m} / l_{x+k/m}$ — вероятность дожития лица в возрасте *x* лет до возраста $(x + k/m)$; ${}_{1/m}q_{x+k/m} = 1 - l_{x+(k+1)/m} / l_{x+k/m}$ — вероятность смерти лица в возрасте $(x + k/m)$ на протяжении ближайшей части $(1/m)$ года; $v = 1/(1+i)$ — дисконтирующий множитель; S – страховая сумма; ${}_hP_x^{(m)}$ — размер периодической премии, уплачиваемой *m* раз в год в начале каждого периода $(1/m)$ года [8].

Если возврат взносов или выплата гарантийных пенсий в связи со смертью застрахованного лица производятся в конце периода $(1/m)$, то $id_k = 1$, если выплаты производятся в момент смерти, то $id_k = \frac{ip_k^{(m)}}{\delta_k} = \frac{m\left((1+ip_k)^{1/m} - 1\right)}{\ln(1+ip_k)}$.

Действительно, при выплате в момент смерти необходима замена вида:
$_{k/m}p_x \cdot ({}_{1/m}q_{x+k/m}) \cdot v_{k+1} \rightarrow {}_{k/m}p_x \cdot ({}_{1/m}q_{x+k/m}) \cdot v_{k+1} \int_0^{1/m} \exp(-\delta_{k+1}t) f(t)dt$, $\delta_k = \ln(1+ip_k)$,
где $f(t)$ — функция распределения случайной величины $(T_x - K_x)$.

Здесь $T_x = (T - x | T > x)$ — остаточное время жизни, то есть продолжительность жизни лица возраста x при условии, что он дожил до этого возраста, а $K_x = [T_x]$ — округленная остаточная продолжительность жизни.

Рассмотрим величину $(T_x - K_x)$ на интервале от $\left(\frac{k}{m}; \frac{k+1}{m}\right)$.

В случае линейной интерполяции продолжительности жизни $f(t)$ будет иметь место равномерное распределение и в силу условия нормировки $f(t) = m$.

Вычисляя интеграл, получим: $\int_0^{1/m} \exp(-\delta_{k+1}t) f(t)dt = \frac{m\left((1+ip_{k+1})^{1/m} - 1\right)}{\ln(1+ip_{k+1})} = id_{k+1}$, что и объясняет наличие множителя id_{k+1} в выражении (1.4).

Входные параметры программы h_pr_ps_inf(x, m, h): x — возраст застрахованного лица; m — периодичность уплаты премий; h — период уплаты премий. При $h = 0$ премия уплачивается единовременно; при $h = L - x$ премия уплачивается до наступления пенсионного возраста L.

В целях конкретизации данных в тексте программы процентные ставки $ig(i)$ по годам i изменяются следующим образом:

$ig(i) = 12\%; i \le 10$; $ig(i) = 10\%; 10 < i \le 20$; $ig(i) = 8\%; 21 < i \le 30$; $ig(i) = 6\%; 31 < i \le 40$; $ig(i) = 4\%; i > 40$.

Темп инфляции для всех лет принят равным 5 % ($ifg(i) = 5\%$).

Отметим, что для получения на основе этой программы премий в условиях отсутствия инфляции и постоянных процентных ставок, например, в размере 10 %, достаточно в программе положить $hg(i) = 0$ и $ig(i) = 10\%$.

В таблице 1.1 приведены ежемесячные премии ${}_{60-x}P_x^{(12)}$ для мужчин в процентах от страховой суммы S_0 (размера пенсии), установленной при заключении договора страхования, при разных темпах инфляции и переменных процентных ставках, в зависимости от возраста [9].

Таблица 1.1

Ежемесячные нетто-премии ${}_{60-x}P_x^{(12)}$ для мужчин в зависимости от возраста, темпа инфляции и переменных процентных ставок (нагрузка $f = 2\%$)

Ставки	10%	10%	$12\% \div 4\%$	$12\% \div 4\%$
Инфляция	$H = 0\%$	$H = 5\%$	$H = 0\%$	$H = 5\%$
Премии	${}_{60-x}P_x^{(12)}$	${}_{60-x}P_x^{(12)}$	${}_{60-x}P_x^{(12)}$	${}_{60-x}P_x^{(12)}$
20	1,230%	11,998%	2,889%	31,567%
25	2,070%	15,822%	3,761%	31,981%
30	3,530%	21,141%	5,123%	33,694%
35	6,136%	28,788%	7,424%	37,565%
40	10,975%	40,346%	11,563%	44,966%
45	20,605%	59,351%	19,809%	59,170%
50	42,582%	96,105%	38,825%	89,278%
55	114,033%	201,652%	102,451%	181,414%
56	150,502%	253,468%	135,534%	227,788%
57	211,565%	339,341%	191,171%	305,009%
58	334,074%	510,323%	303,139%	459,242%
59	702,277%	1021,696%	640,309%	921,313%

В графе 1 таблицы 1.1 приведены ежемесячные нетто-премии при постоянной процентной ставке 10 % и нулевой инфляции; в графе 2 – ежемесячные нетто-премии при постоянной процентной ставке 10 % и годовом темпе инфляции в 5 %; в графе 3 – ежемесячные нетто-премии при годовом темпе инфляции в 5 % и переменной процентной ставке: $ip(j)=10\%, j=1,2..10$; $ip(j)=8\%, j=11,12..20$; $ip(j)=6\%, j=21,22..30$; $ip(j)=4\%, j>30$; в графе 4 – ежемесячные нетто-премии при нулевой инфляции и переменной процентной ставке: $ip(j)=10\%, j=1,2..10$; $ip(j)=8\%, j=11,12..20$; $ip(j)=6\%, j=21,22..30$; $ip(j)=4\%, j>30$.

В таблице 1.2 представлены единовременные премии ${}_0P_x^{(12)}$ и премии ${}_5P_x^{(12)}$ при уплате в течение 5 лет для мужчин в процентах от страховой суммы S_0 (размера пенсии), установленной при заключении договора страхования, при постоянной норме доходности 10 % с учетом инфляции и без ее учета, в зависимости от возраста [10].

Таблица 1.2

Единовременные премии ${}_0P_x^{(12)}$ и премии ${}_5P_x^{(12)}$ при уплате в течение 5 лет для мужчин в процентах от страховой суммы S_0 (размера пенсии), установленной при заключении договора страхования, при постоянной норме доходности 10 % с учетом инфляции и без ее учета, в зависимости от возраста (нагрузка $f=2\%$)

Период *h*	0	0	5	5
x / H	*H = 0 %*	*H = 5 %*	*H = 0 %*	*H = 5 %*
20	143,792	1402,587	3,031	29,562
25	236,925	1810,757	5,005	38,253
30	392,464	2350,185	8,315	49,792
35	654,480	3070,805	13,915	65,289
40	1100,234	4044,777	23,482	86,326
45	1865,208	5372,671	39,922	114,995
50	3178,698	7174,074	67,960	153,380
55	5388,261	9528,372	114,033	201,652
56	5973,838	10060,840	150,502	253,468
57	6614,151	10608,784	211,565	339,341
58	7311,172	11168,355	334,074	510,323
59	8066,036	11734,729	702,277	1021,696

Отметим, что в таблице 1.2 для возраста начиная с 55 лет период уплаты длится до начала пенсионного возраста.

2. Математические резервы по пенсионному страхованию при наличии инфляции и изменения процентных ставок на основе метода финансового потока

Для расчета математических резервов пенсионного страхования при наличии инфляции и изменения процентных ставок применим метод финансового потока (или метод динамики активов), считая справедливыми соотношения (1.1–1.5) в отношении переменных процентных ставок и инфляции [см.: 8].

Пусть известен размер премии ${}_hP_x^{(m)}$, вычисленный при заданных изменениях процентных ставок и увеличении страховой суммы пропорционально темпу инфляции, тогда общий объем средств страховщика описывается следующей рекуррентной схемой [11]:

для $k=0,1..(L-x)m$:

$$ {}_0^hV_x^{(m)} = l_x \cdot {}_hP_x^{(m)}; \quad {}_{1/m}{}^hV_x^{(m)} = {}_0{}^hV_x^{(m)} \cdot (1+ip_j) - (l_x - l_{x+1/m}) \cdot {}_hP_x^{(m)} / (1-f) \cdot id; \tag{2.1} $$

$$ {}_{j/m}{}^hV_x^{(m)} = \left({}_{(j-1)/m}{}^hV_x^{(m)} + l_{x+(j-1)/m} \cdot {}_hP_x^{(m)}\right) \cdot (1+ip_j) - j\left(l_{x+(j-1)/m} - l_{x+j/m}\right) \cdot {}_hP_x^{(m)} / (1-f) \cdot id; $$

для $k=(L-x)m+1,...,(L+G-x)m$:

$${}_{j/m}{}^{h}V_x^{(m)} = \left({}_{(j-1)/m}{}^{h}V_x^{(m)} - r_j \cdot l_{x+(j-1)/m}\right)\cdot\left(1+ip_j\right) - \left(60 - j + (60-x)m\right)\left(l_{x+(j-1)/m} - l_{x+j/m}\right)\cdot r_j \cdot id;$$

для $k = (L+G-x)m+1,\ldots,(w-x)m$:

$${}_{j/m}{}^{h}V_x^{(m)} = \left({}_{(j-1)/m}{}^{h}V_x^{(m)} - S_j \cdot l_{x+(j-1)/m}\right)\cdot\left(1+ip_j\right).$$

Соответственно, математический резерв на конец каждого периода $t = k/m$ определяется как сумма средств на застрахованное лицо:

$${}_{k/m}{}^{h}R_x^{(m)} = {}_{k/m}{}^{h}V_x^{(m)} / l_{x+k/m}, \quad k = 0,1,2\ldots(n\cdot m-1). \tag{2.2}$$

Входные параметры программы h_res_ps_inf(k,x, m, h, hps): k – момент времени расчета резерва; x – возраст застрахованного лица; m – периодичность уплаты премий; h – период уплаты премий; $hps={}^{h}P_x^{(m)}$ – нетто-премия.

При $h = 0$ премия уплачивается единовременно; при $h = L - x$ премия уплачивается до наступления пенсионного возраста L.

В целях конкретизации данных в тексте программы процентные ставки $ig(i)$ по годам i изменяются следующим образом:

$ig(i) = 12\%; i \le 10$; $ig(i) = 10\%; 10 < i \le 20$; $ig(i) = 8\%; 21 < i \le 30$; $ig(i) = 6\%; 31 < i \le 40$; $ig(i) = 4\%; i > 40$.

Темп инфляции для всех лет принят равным 5 % ($ifg(i) = 5\%$).

Программа h_rez_ps_inf(x, m, n, h) является более общей, чем программа h_rez_ps(x, m, n, h, ip). В частности, для получения на ее основе премий в условиях отсутствия инфляции и постоянных процентных ставок, например, в размере 10 %, достаточно в программе положить $hg(i) = 0$ и $ig(i) = 10\%$.

На основе программы h_res_ps_inf(k, x, m, h, hps) произведем численный расчет нетто-резервов по пенсионному страхованию в зависимости от условий договора пенсионного страхования [12].

На рис. 2.1 приведены графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет при постоянной норме доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции и при ее отсутствии. Уплата премий производится ежемесячно в течение 20 лет [8].

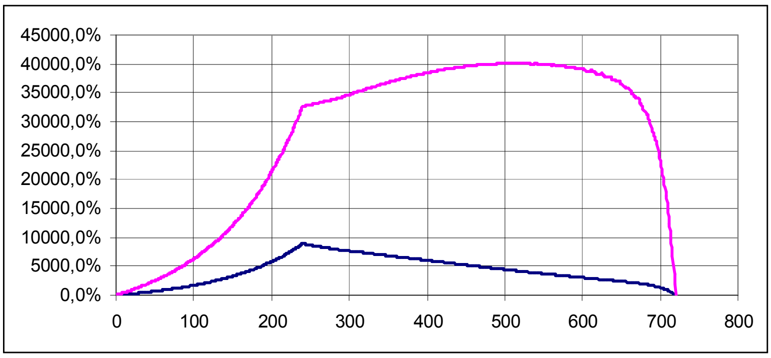

Рис. 2.1. Графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет, норма доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции (верхний график) и при ее отсутствии (нижний график)

Уплата взносов ежемесячно в течение 20 лет (до наступления пенсионного возраста) в размере ${}_{20}P_{40}^{(12)}$ = 10,975 % (без инфляции) и ${}_{20}P_{40}^{(12)}$ = 40,346 % (при наличии 5-процентной инфляции), в процентах от страховой суммы. Норма доходности 10 % [13].

На рис. 2.2 приведены графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет при норме доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции и при ее отсутствии для случая единовременной уплаты премии.

Уплата взносов единовременно в размере ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 1100,234 % (без инфляции) и ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 4044,777 % (при наличии 5-процентной инфляции), в процентах от страховой суммы.

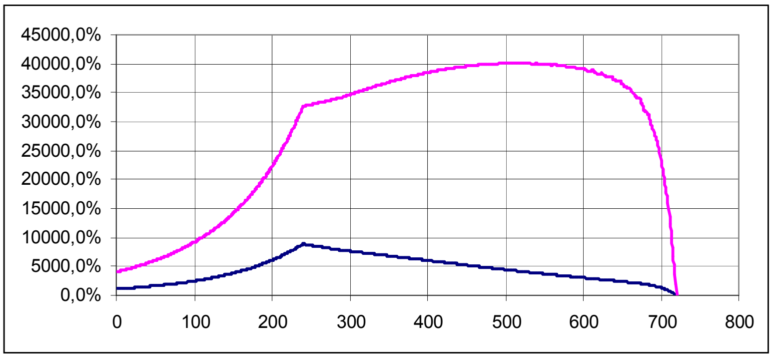

Рис. 2.2. Графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет, норма доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции (верхний график) и при ее отсутствии (нижний график)

На рис. 2.3 приведены графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет при норме доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции и при ее отсутствии с уплатой взносов в течение 5 лет.

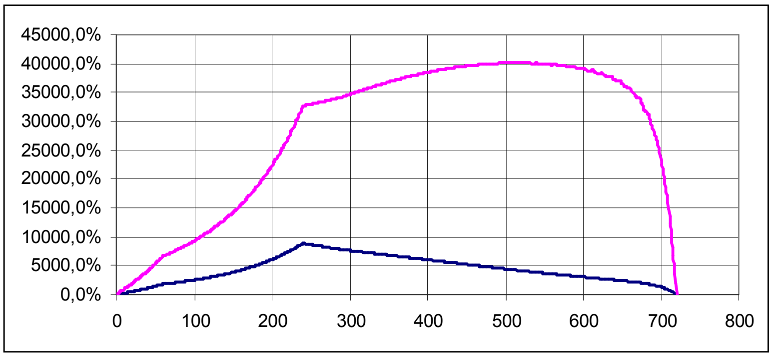

Рис. 2.3. Графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет, норма доходности 10 %, при наличии 5-процентной инфляции (верхний график) и при ее отсутствии (нижний график)

Уплата взносов ежемесячно в течение 5 лет в размере ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 23,4,818 % (без инфляции) и ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 86,3258 % (при наличии 5-процентной инфляции), в процентах от страховой суммы [13].

На рис. 2.4 приведены графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет при наличии 5-процентной инфляции и при ее отсутствии в случае изменения процентных ставок от 12 % до 4 %. Уплата премий производится ежемесячно в течение 20 лет.

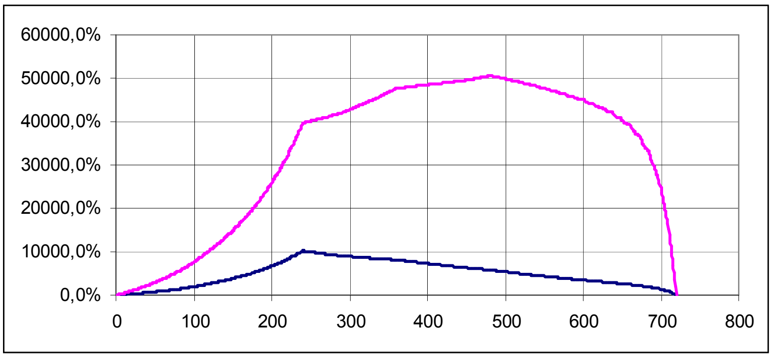

Рис. 2.4. Графики математических резервов для мужчин возраста 40 лет при наличии 5-процентной инфляции (верхний график) и при ее отсутствии (нижний график)

Уплата взносов ежемесячно в течение 20 лет в размере ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 11,5626 % (без инфляции) и ${}_0P_{40}^{(12)}$ = 44,9657 % (при наличии 5-процентной инфляции), в процентах от страховой суммы. Процентные ставки составляют: 12 % — первые 10 лет; 10 % — с 11-го по 20 год; 8 % — с 21 по 30 год; 6 % — с 31 по 40 год; далее — 4 % [14].

В заключение отметим, что приведенные выше математические выражения и соответствующие им программы могут быть обобщены при необходимости, например, на случай заданного изменения размера премий относительно базового уровня, а также на случай изменения условий страхования в заданный момент времени.

Библиографический список

1. Савич С.Е. Элементарная теория страхования жизни и трудоспособности / под редакцией В.К. Малиновского. М.: Янус-К, 2003. 496 с.

2. Лунский Н.С. Специальный курс страховых вычислений / репринтное воспроизведение издания 1912 г. М.: ЮКИС, 1992. 168 с.

3. Актуарная математика / Н. Бауэрс [и др.] / пер. с англ.; под ред. В.К. Малиновского. М.: Янус-К, 2001. 656 с.

4. Гербер Х. Математика страхования жизни. М.: Мир, 1995. 156 с.

5. Фалин Г.И. Математические основы страхования жизни и пенсионных схем. М.: Анкил, 2007. 304 с.

6. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу / Х. Панджер [и др.] / пер. с англ. А.А. Новоселова; под ред. В.К. Малиновского. М.: Янус-К, 2001. 550 с.

7. Гарнаев А.Ю., Рудикова Л.В. Microsoft Excel 2010: разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 528 с.

8. Сараев А.Л. Уравнение динамики экономического развития предприятия, модернизирующего производственные отношения // Основы экономики, управления и права. 2014. № 3 (15). С. 93–110.

9. Сараев А.Л., Сараев Л.А. Прогнозирование эффективных характеристик затрат неоднородного производства // Вестник Самарского государственного университета. 2012. № 4 (95). С. 109–114.

10. Дубровина Н.А., Сараев А.Л., Сараев Л.А. К теории нелинейной динамики многофакторных экономических систем // Вестник Самарского государственного университета. 2014. № 2 (113). С. 186–191.

11. Дубровина Н.А., Сараев Л.А. Модель экономического развития машиностроения, учитывающая кумулятивную динамику факторов производства // Вестник Самарского государственного университета. 2014. № 4 (115). С. 177–183.

12. Сараев А.Л., Сараев Л.А. Особенности динамики выпуска продукции и производственных факторов модернизируемых предприятий // Вестник Самарского государственного университета. 2014. № 6 (117). С. 251–260.

13. Бородин А.И., Сорочайкин А.Н. Особенности методов стохастической оптимизации в социально-экономических системах // Экономические науки. 2013. № 4 (101). С. 151–156.

14. Михайлова Е.В., Никишов В.Н., Сараев Л.А. Ценовая динамика прибыли и ее оценка методами финансового анализа // Вестник СамГУ. 2008. №. 66. С. 162–175.

References

1. Savich S.E. Elementary theory of life insurance and insurance of working ability. V.K.Malinovskiy (ed). M., Ianus-K, 2003, 496 p. [in Russian]
2. Lunskiy N.S. Special course of insurance calculation. Reprint reproduction of a publication of 1912. M., IuKIS, 1992, 168 p. [in Russian]
3. Bowers N., Gerber H., Jones D., Nesbitt C., Hickman J. Actuarial mathematics. Transl. from English, V.K. Malinovskiy (ed). M., Yanus-K, 2001, 656 p. [in Russian]
4. Gerber Kh. Mathematics of life insurance. M., Mir, 1995, 156 p. [in Russian]
5. Falin G.I. Mathematical foundations of life insurance and retirement benefit scheme. M., Ankil, 2007, 304 p. [in Russian]
6. Panjer H., Boyle P., Gerber H., Dufresne D., Cox S., Mueller H., Pedersen H., Pliska S., Tan K.S., Sherris M., Shiu E. Financial Economics: with Applications to Investments, Insurance and Pensions. Transl. from English by A.A. Novoselov, V.K. Malinovskiy (ed). M., Ianus-K, 2001, 550 p. [in Russian]
7. Garnaev A.Yu., Rudikova L.V. Microsoft Excel 2010: application development. Spb.: EXB-Peterburg, 2011, 528 p. [in Russian]
8. Saraev A.L. Equation of dynamics of economic development of an enterprise that modernizes production relations. *Osnovy ekonomiki, upravleniia i prava* [*Foundations of Economics, Management and Law*], 2014, no. 3 (15), pp. 93–110 [in Russian]
9. Saraev A.L., Saraev L.A. Forecasting of effective characteristics of expenses of inhomogeneous production. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta* [*Vestnik of Samara State University*], 2012, no. 4 (95), pp. 109–114 [in Russian]
10. Dubrovina N.A., Saraev A.L., Saraev L.A. On the theory of non-linear dynamics of multifactor economic systems. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta* [*Vestnik of Samara State University*], 2014, no. 2 (113), pp. 186–191 [in Russian]
11. Dubrovina N.A., Saraev L.A. Model of economic development of mechanical engineering that takes into consideration cumulative dynamics of factors of production. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta* [*Vestnik of Samara State University*], 2014, no. 4 (115), p. 177–183 [in Russian]
12. Saraev A.L., Saraev L.A. Peculiarities of dynamics of production output and production factors of modernizing enterprises. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta* [*Vestnik of Samara State University*], 2014, no. 6 (117), pp. 251–256 [in Russian]
13. Borodin A.I., Sorochaikin A.N. Peculiarities of methods of stochastic optimization in social and economic systems. *Ekonomicheskie nauki* [*Economic Sciences*], 2013, no. 4 (101), pp. 151–156 [in Russian]
14. Mikhailova E.V., Nikishov V.N., Saraev L.A. Price performance of profit and its estimate by methods of financial analysis. *Vestnik SamGU* [*Vestnik of SamSU*], 2008, no. 66, pp. 162–175 [in Russian].

V.N. Nikishov*

PREMIUMS AND RESERVES ON RETIREMENT INSURANCE WITH IMPLEMENTATION IN THE VBA EXCEL MEDIUM

Mathematical expressions and implementation of premium statement and mathematical reserves on retirement insurance taking into consideration inflation and application of variable rates of interest with the further realization in VBA EXCEL medium.

Key words: life insurance, pensions, mathematical reserves, premiums, inflation, variable rate of return, implementation.

* *Nikishov Viktor Nikolaevich* (tsh-sea05@yandex.ru), Department of Mathematics and Business-Informatics, Samara State University, Samara, 443011, Russian Federation.