

Математическая модель процесса оптимального управления балансом солидарно-распределительной пенсионной системы

© 2018 г. П.В. Калашников

Аспирант Дальневосточного федерального университета, Владивосток

E-mail: pkalash_89@mail.ru

Поступила в редакцию 09.02.2018 г.

Описывается построение динамической актуарной модели оценки баланса солидарно-распределительной пенсионной системы. Авторами был проведен анализ основных характеристик, применяемых в международной практике моделей актуарного оценивания пенсионных систем на уровне государства, а также анализ возможностей применения рассматриваемых моделей в рамках системы обязательного пенсионного страхования РФ. Построена динамическая актуарная модель оценки баланса солидарно-распределительной пенсионной системы, учитывающей особенности социально-экономического развития и законодательства РФ. На основе актуарной модели и статистических данных делается долгосрочный прогноз уровня сбалансированности взносов и выплат, связанных с формированием страховой части трудовой пенсии по старости на общих основаниях. В ходе исследования проведен анализ управляющих воздействий, позволяющих сократить уровень возникающего дефицита бюджета Пенсионного фонда РФ в долгосрочном периоде, а также даются описания совокупного и дифференцированного влияний рассматриваемых факторов на состояние пенсионной системы. Новизна реализуемого подхода заключается в разработке комплекса управляющих воздействий на параметры актуарного базиса, позволяющих приближенно сбалансировать пенсионную систему РФ в долгосрочном периоде, а также в проведенном исследовании устойчивости построенной модели при отклонении значений рассматриваемых величин от основных прогнозных значений в пределах заданных областей изменения.

Ключевые слова: дефицит бюджета Пенсионного фонда РФ, актуарный базис, управление балансом солидарно-распределительной пенсионной системы.

Классификация JEL: C63, H55.

DOI: 10.31857/S042473880003322-3

Обеспечение достойного уровня жизни старшего поколения является приоритетной целью социально-экономической политики большинства современных стран. В настоящее время пенсионная реформа в РФ представляет собой предмет широкого обсуждения на государственном, экспертном и общественном уровне. Ее огромная социальная значимость очевидна и служит фундаментом эффективного поступательного развития общества и активного вовлечения граждан в экономическую жизнь страны на протяжении всего периода трудовой деятельности.

Объектом настоящего исследования выступает пенсионная система Российской Федерации, рассматриваемая в контексте моделирования баланса поступающих страховых взносов и выплат трудовой пенсии по старости на общих основаниях — самого массового вида пенсионных пособий. Предметом исследования служит оценка основных показателей бюджета Пенсионного фонда РФ в части величины взносов и обязательств, используемых для выплаты данного вида пособий.

Задачи исследования состоят в построении модели формирования отчислений в Пенсионный фонд Российской Федерации (ПФР), оценке величины дефицита ПФР при существующей структуре населения и законодательной базе, а также анализе устойчивости модели при изменении значений основных параметров и наличии возможных погрешностей в исходных данных.

В настоящее время на состояние пенсионной системы оказывает значительное влияние неблагоприятная демографическая ситуация, которая выражается в увеличении числа людей старших возрастов и росте их относительной доли в общей численности населения. По данным статистического учета, в настоящее время трудовую пенсию по старости получают 35,5 млн человек, что

составляет около 24% общей численности населения, а общая численность пенсионеров, получающих различные виды пенсий, превышает 42 млн человек. Данный факт обуславливает постоянный рост уровня демографической нагрузки на трудоспособное население со стороны пожилых людей (Смирнов, 2004, глава 3).

Задача актуарного оценивания солидарно-распределительной пенсионной системы включает в себя анализ демографических, социально-экономических, а также институциональных параметров (пенсионного законодательства) (Симоненко, 2010, с. 145–152). Каждая из указанных групп параметров подразделяется на широкий спектр подзадач, рассмотрение которых в совокупности позволяет дать прогноз состояния пенсионной системы в целом, а также разработать механизмы для ее эффективного функционирования в краткосрочном и долгосрочном периодах.

Модель Всемирного банка PROST (Pension Reform Option Simulation Toolkit (Хольцман, 2001, с. 1–12)) является одной из базовых актуарных моделей, применяемых для оценки качественных изменений государственной пенсионной системы, построенной по солидарно-распределительному принципу.

Рассматриваемая модель представляет ряд взаимосвязанных компонентов для проведения расчетов по оценке уровня баланса пенсионной схемы в долгосрочном периоде. Демографический блок модели содержит описание числа плательщиков взносов и получателей пенсии для каждой возрастной группы населения, входящей в пенсионную схему. Параметрический и пенсионный блоки модели учитывают такие показатели, как размер ставки страховых взносов, средней заработной платы для населения, занятого в экономике, средней величины выплачиваемых пенсионных пособий новым участникам пенсионной схемы, а также уровень индексации выплат для пенсионеров. При проведении расчетов актуарии получают оценки объема взносов в государственный пенсионный фонд и величины обязательств по выплате пенсионных пособий. Сопоставление этих показателей позволяет сделать вывод о сбалансированности солидарно-распределительной пенсионной системы, реализуемой на государственном уровне, в долгосрочном периоде.

Рассматриваемая модель предназначена для получения ответов на вопросы: продолжительность функционирования пенсионной системы в рамках действующего законодательства; изменение обязательств государства по выплате пенсионных пособий с течением времени; оценка уровня возможного дефицита средств, возникающего в ходе функционирования изучаемой схемы пенсионного обеспечения.

Пенсионная модель Международной организации труда (МОТ) (Labour Office, 2002), как и модель Всемирного банка, ориентированы на оценку сбалансированности в долгосрочной перспективе пенсионных систем на уровне государства.

Модель МОТ позволяет определить соотношения доходов и обязательств государственного пенсионного фонда в долгосрочном периоде, рассчитать ставки взносов, соответствующие достижению баланса пенсионной системы, оценить влияние на систему обязательного пенсионного страхования возможных социально-экономических реформ и изменений действующего законодательства.

В рассматриваемой модели выделяют следующие основные компоненты: демографический блок, макроэкономический блок, блок расходов и доходов пенсионной системы.

Начальные параметры демографического блока задаются экзогенно и содержат информацию о половозрастной структуре населения, вероятностях дожития до соответствующих возрастов, определяемых на основе таблиц смертности, коэффициентах рождаемости и миграционного прироста. Модель позволяет осуществить прогноз изменения численности населения по возрастно-половым группам в каждый год расчетного периода.

В макроэкономический блок входят экзогенно задаваемые данные по основным параметрам социально-экономического развития государства, такие как уровень инфляции, изменение среднего уровня заработной платы, уровень занятости и безработицы среди населения.

Расчет взносов в государственную пенсионную систему и выплат по пенсионным обязательствам осуществляется исходя из значений параметров, содержащихся в демографическом и макро-

экономическом блоках модели, а также данных о среднем уровне пенсии по старости и величине ее индексации. Прогноз состояния пенсионной системы делается на основе сопоставления расчетов по обязательствам и взносам, поступающим в нее в долгосрочном периоде.

Основными недостатками в моделях, аналогичных MOT и PROST, являются универсальный характер описания пенсионной схемы, не позволяющий учитывать особенности российского законодательства в области обязательного пенсионного страхования, а также отсутствие компонента анализа чувствительности параметров. Данные модели предоставляют информацию о качественных изменениях в состоянии пенсионной схемы в долгосрочном периоде, однако по причине огрубленного характера расчетов не дают точных количественных оценок уровня сбалансированности пенсионной системы в долгосрочном периоде. Также рассматриваемые модели не дают возможности учитывать погрешности, существующие в исходных данных, и отклонения реальных значений параметров актуарного базиса от прогнозных в долгосрочном периоде без проведения дополнительных расчетов.

Подобные недостатки базовых актуарных моделей, применяемых международными организациями, свидетельствуют о необходимости создания актуарной модели, адекватным образом описывающей действующую систему пенсионного страхования и позволяющей строить достоверные оценки уровня ее сбалансированности в долгосрочной перспективе. Новая модель должна обеспечить возможность анализа параметров актуарного базиса с целью уменьшения возможного актуарного дефицита бюджета Пенсионного фонда РФ в части страховых выплат трудовой пенсии по старости на общих основаниях.

Построенная авторами модель пенсионной системы РФ включает в себя демографический компонент, блок проведения расчетов величины взносов и обязательств ПФР по выплате страховой части трудовой пенсии по старости на общих основаниях, блок анализа влияния на результаты расчетов управляющих воздействий на параметры актуарного базиса, а также блок изучения устойчивости модели к изменению значений основных расчетных величин и наличию погрешности в исходных данных.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ БЛОК МОДЕЛИ

В блоке демографических параметров анализируется половозрастная структура населения, дается прогноз численности пенсионеров и занятых в экономике в каждый год расчетного периода, численности новорожденных и величины миграционного прироста.

Базовым понятием, применяемым при анализе демографической ситуации и построении долгосрочных прогнозов, является таблица смертности (Бауэрс, 2001, глава 3). Связь вероятности дожития p_x лица в возрасте x лет до возраста $x + 1$ лет с численностью представителей начальной совокупности людей, доживших до возраста x и $x + 1$ лет, задается соотношением

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}, \quad (1)$$

где l_x , l_{x+1} — численность представителей начальной совокупности, доживающих до возраста x и $x + 1$ лет соответственно.

Обозначим через $inv_x^{(m)}$, $inv_x^{(f)}$ вероятность события «не получить инвалидность» для лиц мужского и женского пола, находящихся в возрасте x лет и продолжающих трудовую деятельность в возрасте $x + 1$ лет. Указанные показатели рассчитываются на основе таблиц инвалидизации населения РФ, разработанных Независимым актуарным информационно-аналитическим центром (Баскаков, 2001). По предположению модели, лица, получившие инвалидность в процессе трудовой деятельности, считаются выбывшими из пенсионной схемы обязательного пенсионного страхования по старости на общих основаниях. Случаи возможного возвращения данных лиц в активную трудовую деятельность после снятия инвалидности не рассматриваются. Дифференциация групп инвалидности не производится.

Численность мужчин и женщин данного возраста, доживающих до следующего года, можно оценить, исходя из рекуррентного соотношения

$$men_{x+1}^{(s+1)} = men_x^{(s)} p_x^{(m)} inv_x^{(m)}, \quad fem_{x+1}^{(s+1)} = fem_x^{(s)} p_x^{(f)} inv_x^{(f)}, \quad (2)$$

где $men_x^{(s)}$, $fem_x^{(s)}$ — численность представителей начальной совокупности мужского и женского населения соответственно, в возрасте $x + 1$ лет в год с номером s ; $p_x^{(m)}$, $p_x^{(f)}$ — вероятность дожития до возраста $x + 1$ лет для представителей мужского и женского населения соответственно, в возрасте x лет.

Численность новорожденных мужского и женского пола определяется в соответствии с прогнозом Федеральной службы государственной статистики и задается в модели экзогенно.

Моделирование величины миграционного прироста мужского $migrmen_{x+1}^{(s+1)}$ и женского $migrfem_{x+1}^{(s+1)}$ населения, прибывающего на постоянное место жительства, осуществляется на основе соотношения

$$\begin{aligned} migrmen_{x+1}^{(s+1)} &= (imen_x^{(s)} - emen_x^{(s)}) p_x^{(m)} inv_x^{(m)}, \\ migrfem_{x+1}^{(s+1)} &= (ifem_x^{(s)} - efem_x^{(s)}) p_x^{(f)} inv_x^{(f)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $imen_x^{(s)}$, $emen_x^{(s)}$, $ifem_x^{(s)}$, $efem_x^{(s)}$ — численность иммигрантов и эмигрантов среди мужского и женского населения соответственно, в возрасте x лет в год, предшествующий году с номером $s + 1$ прибывающих или отбывающих на постоянное место жительства.

Численность временных трудовых мигрантов мужского $imenw_x^{(s)}$ и женского $ifemw_x^{(s)}$ пола в возрасте x лет в год расчетного периода с номером s описывается с помощью экзогенных переменных модели в соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики и имеющимися прогнозами по величине рабочей силы, привлекаемой из-за рубежа. По предположению модели значения указанных переменных для возрастных групп населения, приобретающих право на получение трудовой пенсии по старости на общих основаниях, полагаются равными нулю.

Общая численность мужского $ment_x^{(s)}$ и женского $femt_x^{(s)}$ населения с учетом рождаемости и миграции в возрасте x лет в год с номером s рассчитывается из соотношений:

$$\begin{aligned} ment_x^{(s)} &= migrmen_x^{(s)} + men_x^{(s)} + imenw_x^{(s)}, \\ femt_x^{(s)} &= migrfem_x^{(s)} + fem_x^{(s)} + ifemw_x^{(s)}, \end{aligned} \quad (4)$$

а общая численность пенсионеров по старости в данный год расчетного периода с номером s :

$$N^{(s)} = \sum_{x=60}^{100} ment_x^{(s)} + \sum_{x=55}^{100} femt_x^{(s)}. \quad (5)$$

Блок расчета величины взносов, поступающих в пенсионную систему, и обязательств ПФР по выплате страховой части трудовой пенсии по старости на общих основаниях. Для моделирования величины доходов бюджета ПФР введем обозначения: α_1 — ставка тарифа по страховым взносам в ПФР для граждан старше 1967 г. рождения и 1967 г. рождения и моложе, не производящих выплат в накопительную часть трудовой пенсии по старости; α_2 — ставка тарифа по страховым взносам в ПФР для граждан 1967 г. рождения и моложе, производящих выплаты в накопительную часть трудовой пенсии по старости; $(\bullet)_x^{(s)}$ — указывает на параметр, приведенный для возраста x лет в год расчетного периода с номером s ; $m w_x^{(s)}$ и $f w_x^{(s)}$ — средний уровень номинальной заработной платы мужского и женского населения; $\delta_x^{(s)}$ и $\gamma_x^{(s)}$ — уровень занятости мужского и женского населения; $m_1 \beta_x^{(s)}$ и $m_2 \beta_x^{(s)}$ — отношение численности мужского населения 1967 г. рождения и моложе, занятого в экономике, у которого отсутствует/присутствует накопительная часть трудовой пенсии по старости к общей численности мужского населения данной возрастной группы и социальной принадлежности; $f_1 \beta_x^{(s)}$, $f_2 \beta_x^{(s)}$ — отношение численности женского населения 1967 г. рождения и моложе, занятого в экономике, у которого соответственно отсутствует/присутствует накопительная часть

трудовой пенсии к общей численности женского населения данной возрастной группы и социальной принадлежности.

Если обозначить страховые взносы в ПФР от мужского населения 1967 г. рождения и младше, не имеющего и имеющего накопительную часть трудовой пенсии по старости, через ${}_1V_m^{(s)}$, ${}_2V_m^{(s)}$ соответственно; страховые взносы от мужского населения старше 1967 г. рождения — ${}_{old}V_m^{(s)}$; страховые взносы от мужского населения в каждый месяц года расчетного периода — ${}_{mon}V_m^{(s)}$, а в качестве базового года расчетного периода принять 2012 г., то величина страховых взносов, поступающих в ПФР от мужского населения в год с номером $s = 0, \dots, 13$, задается в виде соотношений:

$$\begin{aligned} {}_1V_m^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=18}^{45+s} {}_m w_x^{(s)} {}_{m1} \beta_x^{(s)} \delta_x^{(s)} ment_x^{(s)}, \quad {}_2V_m^{(s)} = \alpha_2 \sum_{x=18}^{45+s} {}_m w_x^{(s)} {}_{m2} \beta_x^{(s)} \delta_x^{(s)} ment_x^{(s)}, \\ {}_{old}V_m^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=46+s}^{59} {}_m w_x^{(s)} \delta_x^{(s)} ment_x^{(s)}, \quad {}_{mon}V_m^{(s)} = {}_1V_m^{(s)} + {}_2V_m^{(s)} + {}_{old}V_m^{(s)}, \end{aligned} \quad (6)$$

а для $s = 14, \dots, 39$:

$$\begin{aligned} {}_1V_m^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=18}^{59} {}_m w_x^{(s)} {}_{m1} \beta_x^{(s)} \delta_x^{(s)} ment_x^{(s)}, \quad {}_2V_m^{(s)} = \alpha_2 \sum_{x=18}^{59} {}_m w_x^{(s)} {}_{m2} \beta_x^{(s)} \delta_x^{(s)} ment_x^{(s)}, \\ {}_{mon}V_m^{(s)} &= {}_1V_m^{(s)} + {}_2V_m^{(s)}. \end{aligned} \quad (7)$$

От женского населения для $s = 0, \dots, 8$ поступит:

$$\begin{aligned} {}_1V_f^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=18}^{45+s} {}_f w_x^{(s)} {}_{f1} \beta_x^{(s)} \gamma_x^{(s)} femt_x^{(s)}, \quad {}_2V_f^{(s)} = \alpha_2 \sum_{x=18}^{45+s} {}_f w_x^{(s)} {}_{f2} \beta_x^{(s)} \gamma_x^{(s)} femt_x^{(s)}, \\ {}_{old}V_f^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=46+s}^{54} {}_f w_x^{(s)} \gamma_x^{(s)} femt_x^{(s)}, \quad {}_{mon}V_f^{(s)} = {}_1V_f^{(s)} + {}_2V_f^{(s)} + {}_{old}V_f^{(s)}, \end{aligned} \quad (8)$$

для $s = 9, \dots, 39$:

$$\begin{aligned} {}_1V_f^{(s)} &= \alpha_1 \sum_{x=18}^{54} {}_f w_x^{(s)} {}_{f1} \beta_x^{(s)} \gamma_x^{(s)} femt_x^{(s)}, \quad {}_2V_f^{(s)} = \alpha_2 \sum_{x=18}^{54} {}_f w_x^{(s)} {}_{f2} \beta_x^{(s)} \gamma_x^{(s)} femt_x^{(s)}, \\ {}_{mon}V_f^{(s)} &= {}_1V_f^{(s)} + {}_2V_f^{(s)}, \end{aligned} \quad (9)$$

где ${}_1V_f^{(s)}$ и ${}_2V_f^{(s)}$ — страховые взносы в ПФР от женского населения 1967 г. рождения и младше, не имеющего и имеющего накопительную часть трудовой пенсии по старости; ${}_{old}V_f^{(s)}$ — страховые взносы от женского населения старше 1967 г. рождения; ${}_{mon}V_f^{(s)}$ — страховые взносы от женского населения за каждый месяц года расчетного периода.

Общая величина взносов в ПФР на финансирование страховой части трудовой пенсии V_s определяется на основе соотношения

$$V_s = 12({}_{mon}V_m^{(s)} + {}_{mon}V_f^{(s)}), \quad (10)$$

величина накопленных обязательств AL_s в год с номером s , отстоящий от базового на t лет,

$$AL_s = 12P_0 \prod_{t=1}^s (1 + \theta_t) \left(\sum_{x=60}^{100} ment_x^{(s)} + \sum_{x=55}^{100} femt_x^{(s)} \right), \quad (11)$$

где P_0 — средняя величина пенсии по старости на общих основаниях в базовый год расчетного периода; θ_t — размер индексации средней пенсии в каждый последующий год относительно базового в соответствии с уровнем инфляции предыдущего года.

Уровень баланса взносов и обязательств ПФР по выплате страховой части трудовой пенсии по старости на общих основаниях B_s рассчитывается для каждого года расчетного периода на основе соотношения

$$B_s = V_s - AL_s. \quad (12)$$

Исходя из значений величины B_s , делается вывод о дефиците ($B_s < 0$), профиците ($B_s > 0$) или сбалансированности ($B_s = 0$) средств, необходимых для выполнения обязательств ПФР по выплате страховой части трудовой пенсии по старости на общих основаниях и поступивших в пенсионную систему страховых взносов.

Значения основных расчетных параметров для базового года расчетного периода представлены в таблице, прогноз уровня сбалансированности бюджета ПФР — на рис. 1.

Таблица. Основные параметры динамической актуарной модели для базового года расчетного периода

Название параметра	Обозначение	Значение
Уровень инфляции	θ_0	0,07
Ставка страховых взносов в пенсионный фонд для лиц, не имеющих накопительной части трудовой пенсии (общий режим налогообложения)	α_1	0,22
Ставка страховых взносов в пенсионный фонд для лиц, имеющих накопительную часть трудовой пенсии (общий режим налогообложения)	α_2	0,16
Размер средней пенсии по старости на общих основаниях в базовый год расчетного периода	P_0	9790
Возраст выхода на пенсию по старости на общих основаниях для мужского населения		60 лет
Возраст выхода на пенсию для женского населения		55 лет
Численность новорожденных в составе мужского населения	$men_0^{(0)}$	970 063
Численность новорожденных в составе женского населения	$fem_0^{(0)}$	932 021

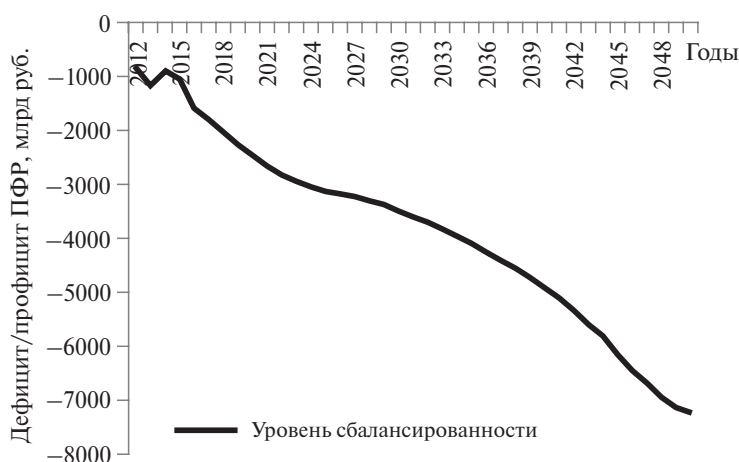


Рис. 1. Прогноз уровня сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР трудовой пенсии по старости на общих основаниях в долгосрочном периоде

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ АКТУАРНОГО БАЗИСА

В анализ возможных управляющих воздействий, направленных на сокращение дефицита бюджета ПФР в долгосрочном периоде, вошли:

- увеличение рождаемости на 100 тыс. человек ежегодно,
- увеличение величины миграционного прироста до величины 500 тыс. человек в год и численности легально работающих на территории временных трудовых мигрантов до 2,5 млн человек ежегодно,
- повышение пенсионного возраста для мужского и женского населения до 65 лет, а также полную отмену накопительной части пенсии по старости для населения младше 1967 г. рождения и внесение взносов только по страховому компоненту рассматриваемого пенсионного пособия.

Подобный характер изменения параметров актуарного базиса основан на анализе динамики рассматриваемых величин в период, предшествующий базовому году проведения расчетов, исследовании долгосрочных прогнозов социально-экономического развития РФ, подготовленных Федеральной службой государственной статистики, а также изучении мирового опыта проведения реформ пенсионной системы на уровне государства.

Расчет уровня сбалансированности бюджета ПФР для каждого из сценариев изменения параметров актуарного базиса представлен на рис. 2. Среди предполагаемых управляющих воздействий наибольшее сокращение дефицита средств ПФР обеспечивает увеличение пенсионного возраста, а также отмена накопительной части трудовой пенсии по старости.

Уровень сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР по трудовой пенсии по старости на общих основаниях в случае одновременной реализации комплекса управляющих воздействий на параметры актуарного базиса приведен на рис. 3 (Калашников, 2015, глава 4).

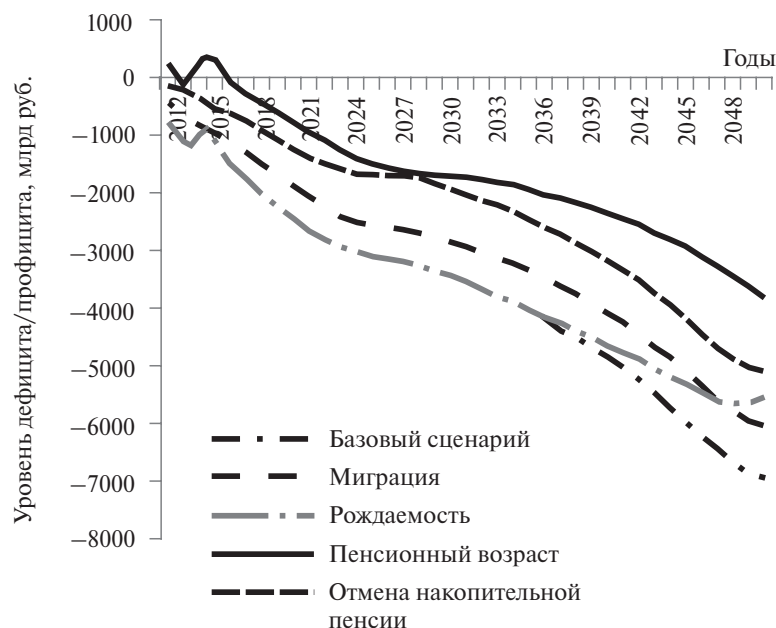


Рис. 2. Уровень сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР трудовой пенсии по старости на общих основаниях для различных вариантов управляющих воздействий на параметры актуарного базиса

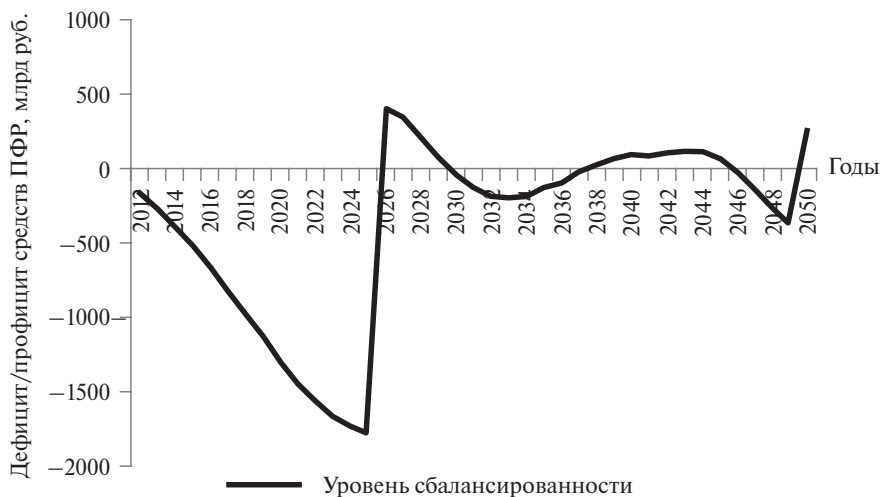


Рис. 3. Прогноз уровня сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР трудовой пенсии по старости на общих основаниях при одновременном изменении параметров актуарного базиса

Параметрическим триггером, переводящим уровень сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР трудовой пенсии по старости на общих основаниях к новому равновесному состоянию, является увеличение пенсионного возраста для мужского и женского населения до 65 лет в 2025 г. Переход к новому равновесному состоянию сбалансированности ПФР в более поздние сроки возможен только путем большего увеличения пенсионного возраста.

Демографический фактор, а именно половозрастная структура населения, играет важную роль при решении задачи балансировки и обеспечения устойчивости солидарно-распределительной пенсионной системы в долгосрочном периоде.

Для исследования устойчивости построенных модельных решений рассмотрим модификацию ряда уравнений демографического блока динамической актуарной модели оценки баланса солидарно-распределительной пенсионной системы, введя в них возмущающие воздействия вида

$$\begin{aligned} men_{x+1}^{(s+1)} &= (1 + \Delta_m) men_x^{(s)} p_x^{(m)} inv_x^{(m)}, \\ fem_{x+1}^{(s+1)} &= (1 + \Delta_f) fem_x^{(s)} p_x^{(f)} inv_x^{(f)}, \end{aligned} \quad (13)$$

где Δ_m, Δ_f — возмущающие воздействия, вводимые для описания величины отклонения расчетных и реальных значений параметров актуарного базиса.

При проведении расчетов анализировались следующие варианты возможных значений величин Δ_m, Δ_f :

- 1) $\Delta_m = 0, \Delta_f = 0$ (базовое расчетное модельное решение);
- 2) $\Delta_m = 0,03, \Delta_f = 0,03$;
- 3) $\Delta_m = -0,03, \Delta_f = -0,03$;
- 4) $\Delta_m = 0,03, \Delta_f = -0,03$;
- 5) $\Delta_m = -0,03, \Delta_f = 0,03$.

Анализ результатов для каждого варианта управляющих воздействий (рис. 4) позволяет сделать вывод о практически полном совпадении базового значения модельного решения B_s со значениями рассматриваемой величины в случае наличия возмущающих воздействий в соотношениях модели, описанных ранее. Данный факт свидетельствует об устойчивости полученных модельных решений при наличии малого отклонения базовых расчетных значений параметров актуарного базиса от их реальных показателей. Однако при значениях Δ_m и Δ_f порядка 0,16 различия между вариантами с максимальным и минимальным возмущающими воздействиями становятся уже достаточно значи-

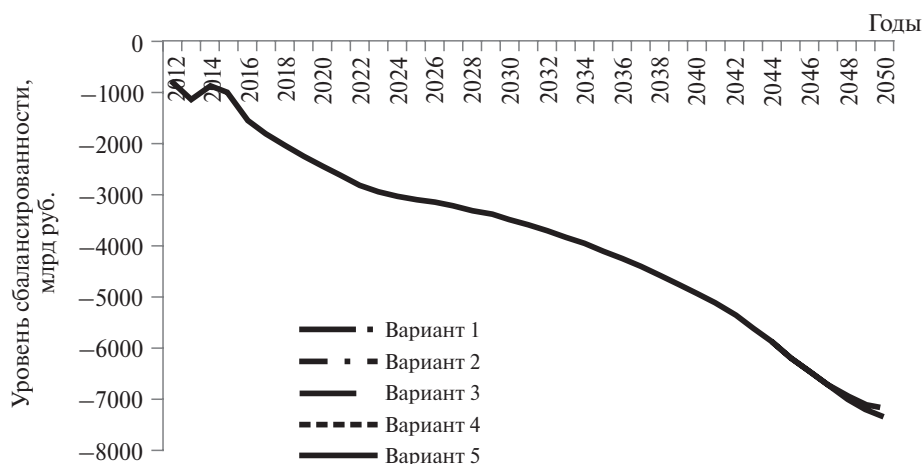


Рис. 4. Прогноз уровня сбалансированности страховых взносов и выплат ПФР трудовой пенсии по старости на общих основаниях для различных вариантов возмущающих воздействий на параметры демографического блока модели

тельными, а относительное отклонение полученных значений уровня сбалансированности средств ПФР составляет порядка 0,04 базового показателя. Результаты расчетов могут быть интерпретированы как оценки уровня сбалансированности пенсионной системы РФ в долгосрочном периоде при отклонении модельных решений от их реальных значений в случае соответствия величины этого отклонения описанным выше вариантам возмущающих воздействий.

В ходе анализа был сделан вывод о значительном превышении обязательств по выплате трудовой пенсии по старости на общих основаниях над поступающими в ПФР страховыми взносами. Данная ситуация имеет место в долгосрочном периоде и свидетельствует о неэффективности действующей системы обязательного пенсионного страхования РФ.

Анализ параметров актуарного базиса позволил определить комплекс управляющих воздействий, которые минимизируют величину недостатка средств ПФР, необходимого для исполнения обязательств по выплате страховой пенсии по старости на общих основаниях.

Построенная актуарная модель оценки баланса солидарно-распределительной пенсионной системы является устойчивой и обеспечивает получение адекватных модельных решений в случае отклонения расчетных величин параметров актуарного базиса от их реальных значений на малую величину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баскаков В.Н.** (2001). Страхование от несчастных случаев на производстве: актуарные основы. М.: Academia.
- Бауэрс Н.** (2001). Актуарная математика. М.: Янус-К.
- Калашников П.В.** (2015). Исследование сбалансированности бюджета Пенсионного фонда РФ. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing.
- Симоненко В.Н.** (2010). Сценарий моделирования пенсионной системы в разрезе современного состояния экономики // *Вестник ТОГУ*. № 4 (19). С. 145–152.
- Смирнов И.В.** (2004). Демография. Калуга: Филиал СЗАГС, Калуга.
- Хольцман Р.** (2001). Обеспеченная старость в XXI веке: пенсионные системы и реформы в международной перспективе [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://siteresources.worldbank.org/INTPENSIONS/Resources/Old_Age_Inc_Supp_Full_Rus.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: декабрь 2016 г.).
- Labour Office (2002). The ILO Pension Model, a Technical Guide [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ilo.org>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: декабрь 2016 г.).

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Baskakov V.N.** (2001): Insurance Against Accidents at Work: Actuarial Foundations. Moscow: Academia (in Russian).
- Bowers N.** (2001). Actuarial Mathematics. Moscow: Janus-K (in Russian).
- Holtzman R.** (2001). Secured Old Age in the 21st Century: Pension Systems and Reforms in the International Perspective. Available at http://siteresources.worldbank.org/INTPENSIONS/Resources/Old_Age_Inc_Supp_Full_Rus.pdf (accessed: December 2016).
- Kalashnikov P.V.** (2015). Study of the Balance of the Budget of the Pension Fund of the Russian Federation. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing (in Russian).
- Labor Office (2002). The ILO Pension Model, a Technical Guide. Available at: <http://www.ilo.org> (accessed: December 2016).
- Simonenko V.N.** (2010). Scenario of the Pension System Modeling in the Context of the Current State of the Economy. *Bulletin of the Pacific State University*, 4 (19), 145–152 (in Russian).
- Smirnov I.V.** (2004). Demography: A Training Manual. Kaluga: a branch of North-West Academy of Public Administration in Kaluga (in Russian).

Mathematical Model of the Optimal Control Process of the Balance of the Joint-Distribution Pension System

P.V. Kalashnikov

Postgraduate student Far East Federal University, Vladivostok, Russia

E-mail: pkalash_89@mail.ru

Received 09.02.2018

The author describes how to build a dynamic actuarial balance model of the distribution component of the budget of the Pension Fund. In the course of the research, the analysis of the main characteristics of the actuarial estimation models of pension systems at the state level used in international practice is given. An analysis is made of the possibilities of applying the models in question within the framework of the mandatory pension insurance system of the Russian Federation. The author implements the construction of a dynamic actuarial model of the assessment of the balance of the joint-distribution pension system, taking into account the specifics of the socio-economic development and legislation of this state. The author offers a long-term forecast of the level of balance of contributions and benefits (associated with the formation of the insurance part of the labour old-age pension) which is based on the construction of actuarial models and using of statistical data. In the study the analysis of controlling impacts to reduce the level of emerging budget deficit of Pension Fund of Russia in the long term is performed. The description of the combined and differentiated influence of the factors on consideration of the state of the pension system is also given. The novelty of the approach being implemented is the development of a set of control actions on the parameters of the actuarial basis that will allow the Russian pension system to be balanced in the long run and also to study the stability of the constructed model if the values of the considered values deviate from the main forecast values within the specified areas of change.

Keywords: budget deficit of the Pension Fund of the Russian Federation, an actuarial basis, control of the balance of the joint-distribution pension system.

JEL Classification: C63, H55.

DOI: 10.31857/S042473880003322-3