

**Г.С. Рысмендеева\***

Satbayev University, Алматы, Казахстан

\*e-mail: g.rysmendeyeva@satbayev.university

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВАМИ**

**Аннотация.** Долгосрочный приоритет в области социальной политики в направлении обеспечения социальных гарантий и повышения личной ответственности граждан страны является стратегией развития нашего государства. Имея сознательную траекторию управления, человек может в молодом возрасте планировать личные финансы, не прибегая к помощи кредитной организации. Для обеспечения содержания информационных систем принятия решений в процессе управления активами физических лиц требуется разработка математических моделей сложных функциональных социальных систем. В данной работе исследуются математические модели управления активами на протяжении жизненного цикла семьи. Построена математическая модель процесса достижения нескольких финансовых целей семьи, распределенных по времени на протяжении жизненного цикла. Описана модель управления процессами накопления богатства в целях выполнения обязательств семьи путем контроля регулярных взносов. Показано, когда каждое поколение семьи имеет целевые фонды, риск невыполнения обязательств в условиях волатильности во внешней среде снижается.

**Ключевые слова.** Математическое моделирование, личные финансы, жизненный цикл, информационная система.

**Введение.** Долгосрочный приоритет в области социальной политики в направлении обеспечения социальных гарантий и повышения личной ответственности граждан страны является стратегией развития нашего государства. Имея сознательную траекторию управления, человек может в молодом возрасте планировать личные финансы, не прибегая к помощи кредитной организации. Для информационных систем принятия решений в области управления активами физических лиц требуется разработка математических моделей сложных функциональных социальных систем и алгоритмов их решений.

Исследования вопросов инвестиций, человеческого капитала в течение жизненного цикла личности являются актуальными. Так в работе [1] отмечается, что перенос субсидий на более ранний возраст увеличивает совокупное благосостояние и человеческий капитал. Определение оптимального портфеля для инвестора с повышенным неприятием риска на рынке ценных бумаг показывает, что пожилые инвесторы должны сокращать свои отчисления в рискованные активы, что согласуется с эмпирическими отношениями между возрастом, богатством и портфелями [2]. В работе [3] отмечается важность проведения исследований жизненного цикла индивидов в семьях в городских условиях. В работе [4] рассматриваются оптимальные стратегии финансирования и инвестирования пенсионного плана с установленными взносами при изменении потребления, отношения к риску и уровня человеческого капитала. Оценка социальной мобильности между поколениями имеет большое значение для понимания роли семьи в объяснении неравенства в доходах [5]. Вопросы моделирования оптимального поведения инвестиций с учетом факторов личности, таких как способности, человеческий капитал, сила и т.д. исследуются в рамках модели динамического конфликта [6].

В данной работе ставится цель описания вопросов семейного финансового благополучия методами математического моделирования в целях дальнейшего использования при разработке информационной системы. Для реализации поставленной цели сначала необходимо описать процессы создания семейного финансового благополучия и определить ограничения математической модели. Изучение литературы позволяет применить существующие решения в области институционального управления

инвестициями к семейным финансам. Под семьей подразумевается три поколения: дети, родители и старшее поколение бабушек и дедушек. Благосостояние семьи рассматривается как сбережения семьи, доходы членов семьи - как частные денежные потоки. Заработок можно отнести отдельным лицам, семейные сбережения же распределяются между членами семьи. Сбережения также служат в качестве запасов и страховки на «черные дни». Поскольку благополучие отдельного человека взаимозависит от благополучия семьи, то совокупность активов семьи можно рассматривать как долгосрочный фонд, который подразумевает финансирование определенных долгосрочных целей. Примерами целей могут быть финансирование образования детей, материальная помощь при создании молодой семьи, покупка недвижимости, финансовая помощь престарелым родителям.

За время пандемии коронавируса в 2020 году капитализация пяти ИТ компаний - Apple, Microsoft, Amazon, Alphabet/Google, Facebook выросла, в то время как многие отрасли понесли убытки. Основными акционерами этих ИТ гигантов является четверка инвестиционных компаний: Vanguard Group, Fidelity, Capital Group, BlackRock, которая управляет активами фондов богатых людей. Если богатейшие семьи могут позволить передать свои активы в управление международным профессиональным управляющим, то простые семьи - нет. Поэтому актуально разработать информационную систему принятия решений, чтобы простые семьи могли самостоятельно управлять своими активами.

В качестве модели управления активами можно рассмотреть управление университетскими или благотворительными фондами, которые не ставят целью получение сверхдоходов или власть над миром, а направляют свою деятельность на финансирование грантов и проектов. Политика управления университетскими или благотворительными фондами [8] заключается в балансе расходов и доходов как в задаче о бассейне: сколько воды втекает, столько же должно вытекать, чтобы бассейн не высох и не переполнился.

Аналогично, стандарт жизни семьи, а именно долгосрочная покупательная способность, долгосрочные расходы на образование, дом, свадьбу, похороны должны оставаться стабильными, несмотря на периоды волатильности на финансовых рынках, в политике, на работе. В такие периоды расходы снижаются, так как доходы подвергаются риску неопределенности.

В моделях жизненного цикла сбережений при неопределенном сроке жизни и ограничении по займам богатство потребителя должно быть исчерпано до достижения максимального срока жизни. В статье [9] автор ищет оптимальные сроки истощения богатства, которое будет зависеть от принимаемых стратегий управления активами. В статье вводится новый для экономики метод - сопряженное уравнение Дубовицкого – Милютинина - для анализа свойств задачи оптимального управления.

Однако для семейного фонда следует рассматривать совокупность сбережений трех поколений семьи, когда остаток богатства индивидуума наследуется членами семьи. В этом случае продолжительность жизни отдельного человека не принципиальна. Для активов семейного фонда нет таких временных сроков как продолжительность жизни личности. Предполагается, что семья существует бесконечно и циклично. Один цикл, когда старшее поколение бабушек и дедушек замещается внуками, после чего повторяется следующий цикл.

*Ограничения модели накопления богатства.* Рассмотрим математическую модель семейных сбережений, которая ограничивается следующими параметрами: входящие потоки, долгосрочные и краткосрочные расходы, внешняя среда. На выходе модели получаем семейное наследство. Математическую модель можно визуализировать в виде следующей контекстной диаграммы (рис. 1). На контекстной диаграмме описывается жизненный цикл семьи. Семья в процессе жизненного цикла получает, создает и оставляет материальные и нематериальные активы. Она руководствуется собственными стратегиями, чтобы обеспечить благополучие, но в соответствии с законами и понятиями общества. В ходе своей

деятельности применяет существующие технологии и сотрудничает с другими людьми для достижения поставленных целей. В конце цикла семья может оставить определенное наследство следующему потомству или же обанкротиться, если оставляет долги.

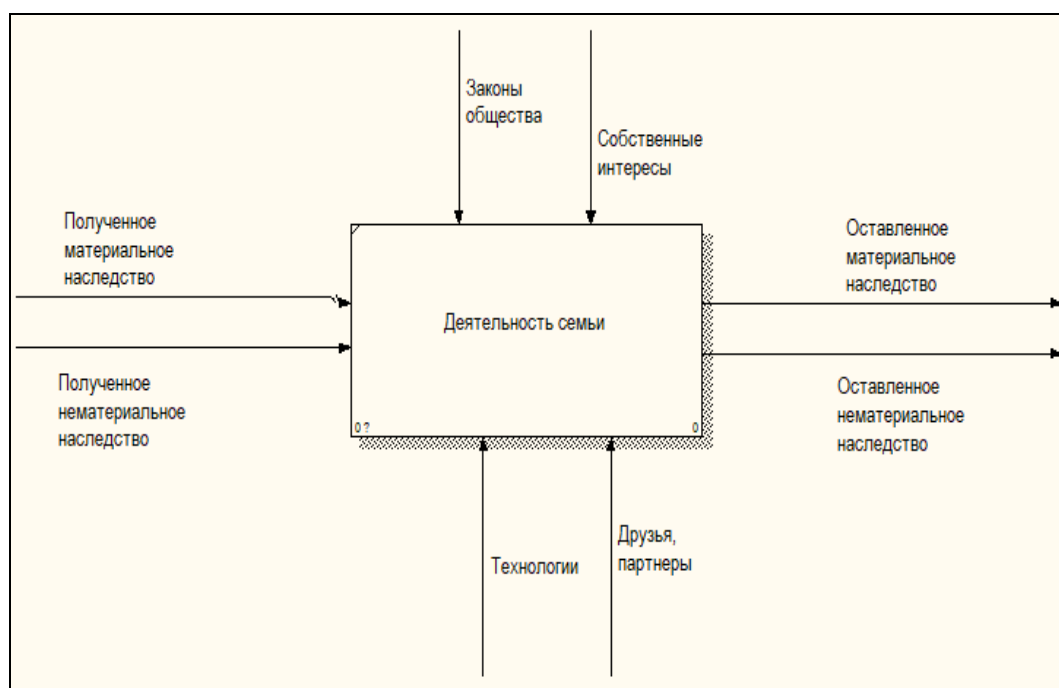


Рисунок 1. Контекстная диаграмма жизненного цикла

Построим математическую модель процесса накопления богатства для целей выполнения нескольких семейных обязательств. Предположим, что ожидаемые крупные долгосрочные расходы планируются как будущие обязательства. Далее активы в форме сбережений покрывают будущие обязательства, не прибегая к помощи кредитных организаций. При этом поддерживается минимальный уровень сбережений на случай непредвиденных расходов. Сберегательная стратегия или стратегии управления богатством сводится к стратегии баланса активов и обязательств с наличием минимального порогового уровня сбережений.

Модель имеет одну независимую переменную - время. Пусть заданы следующие входные данные: входящие сбережения  $S_0$ , доходы от деятельности личности  $DF$ , факторы внешней среды  $R$ , долгосрочные расходы  $E$ , сроки наступления обязательств  $T$ . Выходные данные – информация о выполнении или невыполнении поставленных целей по исполнению обязательств. Доход семьи и доходности активов моделируются как входные данные для модели и считаются известными. Предполагается, что семья не может оказывать влияние на внешние факторы, которые определяются рынком труда и финансовым рынком.

Исследуем факторы модели на непрерывность и дискретность. Функция сбережений является непрерывной функцией. Доходы являются, как правило, непрерывными функциями. Если учитывать периоды стрессов, длительной безработицы, то доход может иметь разрывы. Долгосрочные расходы на свадьбы, похороны, высшее образование, страховые случаи являются краткосрочными, могут быть ожидаемыми или совершенно случайными по времени и величине. Факторы внешней среды относятся к случайным факторам. Например, доходности инвестиций, законодательство, технологии, социальные связи могут изменяться неожиданным образом. Измерение этих факторов можно проводиться в трех направлениях: способствующие росту благосостояния, не способствующие и нейтральные.

## • Физико-математические науки

Для простоты модели сделаем следующие допущения и ограничения:

–Всевозможные внешние факторы зависят от одного глобального фактора, например индекса деловой активности, индекса ВВП страны или любого другого фактора, который считается самым важным единственным источником влияния на доходы от активов.

–Используется стабильная, универсальная единица для измерения стоимости. Стоимость активов не подвергается амортизации временем, например, допустим, что актив измеряется в стабильной валюте, золоте, продуктах первой необходимости или безразмерных единицах.

–Доходы неограниченные и неотрицательные.

–Долгосрочные расходы зависят от сбережений и не могут превышать размера сбережений. Другими словами, активы не могут быть ниже обязательств.

–Сбережения не могут быть ниже, заданной величины, например, средней суммы текущих расходов семьи за шесть месяцев.

*Математическая модель целевых сбережений.* В модели декомпозиции денежных потоков [7] используются дискретные модели изменения какой-либо функции в моменты времени  $t$  и  $t+1$ . Функция зависит от двух переменных: тип фонда, время. В качестве функции могут выступать совокупные чистые активы, которые зависят от средневзвешенной доходности на рынке за период времени и денежного потока и представляют собой сумму всех фондов.

Применительно к поставленной задаче совокупные сбережения  $S$  в момент времени  $t$  есть сумма сбережений в предыдущий момент времени, плюс доход, полученный за период времени от этих сбережений, плюс денежный приток. Денежный приток есть располагаемый доход за минусом текущих обязательств.

$$S_{t+1} = (1+R)S_t + DF_{t+1} \quad (1)$$

Пусть известны величины ожидаемых расходов  $E_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , сроки их наступления  $T_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  и оценочная степень риска  $R$ .

Далее сбережения разделяются по целевым фондам ожидаемых обязательств.

$$S_{i,t+1} = (1+R_{i,t})S_{i,t} + DF_{i,t+1} \quad t \in [0, T_i], \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Происходит проверка, что активы не ниже обязательств

$$S_{i,T_i} \geq E_i, \quad i=1,2,\dots, n \quad (3)$$

Допустим, в момент времени  $T_1$  пришла пора инвестиции в образование, тогда соответствующий целевой фонд обнуляется либо происходит перевод остатка в фонд следующих расходов.

*Безразмерная модель.* Один цикл жизни семьи может длиться в среднем 30-40 лет от рождения третьего поколения (внуки) до смерти первого (бабушки-дедушки). За этот период денежные реформы и финансовые кризисы могут сделать непрактичными любые планы и расчеты. Поэтому нужно использовать универсальную стоимость. Предлагается переход к безразмерным единицам измерения. В качестве единицы можно принять сумму всех обязательств, что в процентах составит 100%. Каждое отдельное обязательство распределить так, чтобы их сумма составляла единицу или 100%. Текущие платежи в фонды можно измерять в процентах от соответствующих обязательств.

Пусть общая сумма обязательств  $E$  равна 1, известны сроки обязательств  $T_1, T_2, \dots, T_n$  и соответствующие обязательства  $E_1, E_2, \dots, E_n$ . Тогда

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad (4)$$

где  $w_i = E_i/E$  есть веса обязательств.

Чтобы накопить сумму  $i$ -го обязательства к сроку  $T_i$  необходимо ежегодно вносить в  $i$ -ый целевой фонд определенную сумму. Если вносить равными долями в течение всего периода до наступления срока обязательства, то сумма взноса равна  $DF_i = E_i/T_i = w_i * E/T_i = w_i/T_i$ . Тогда формулы (2) приобретают безразмерный вид.

$$S_{i,t+1} = (1+R_{i,t+1})S_{i,t} + w_i/T_i \quad t=1,2,\dots, T_i \quad (5)$$

Граничные условия:

- в начальный момент времени

$$S_{i,0} = w_i * S_0 \quad (6)$$

- в конце срока

$$S_{i, T_i} = w_i \quad (7)$$

$$\sum S_{i, T_i} > 1 \quad (8)$$

Условие (6) можно смягчить, задав размер обязательств с некоторой погрешностью

$$\|\sum S_{i, T_i} - 1\| < \varepsilon \quad (9)$$

В такой постановке известны веса обязательств  $w_i$ , сроки  $T_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Параметр  $R$  определяется внешней средой. Он может быть случайной величиной с заданным распределением вероятностей.

Предположим, что размер вклада не изменяется со временем  $DF_{i,t+1} = DF_i$ . Как правило, сбережения обесцениваются инфляцией. Если реальная доходность с поправкой на инфляцию нулевая  $R_{i,t+1} = 0$ , тогда модель будет следующей

$$S_{i,t+1} = S_{i,t} + w_i/T_i \quad (10)$$

В конце срока  $T_i$  получим размер сбережений, равный

$$S_{i,T_i} = S_{i,0} + w_i \quad (11)$$

$$S = \sum_{i=1}^n S_{i,T_i} = \sum_{i=1}^n S_{i,0} + \sum_{i=1}^n w_i = \sum_{i=1}^n S_{i,0} + 1 > 1 \quad (12)$$

Значит, все обязательства выполняются в конце установленных сроков.

Если скорректированная на инфляцию реальная доходность ненулевая  $R_{i,t+1} \neq 0$ , то модель будет следующей.

$$S_{i,t+1} = (1+R_i) S_{i,t} + DF_{i,t+1}$$

$$S_{i,n} = S_{i,0} \prod_{j=0}^{T_i} (1 + R_j) + \sum_{j=1}^{T_i} DF_{i,j} \prod_{k=j}^{T_i-1} (1 + R_k) \quad (13)$$

Если скорректированные на инфляцию реальные доходы считать стационарными, то формулу можно записать в виде

$$S_{i,n} = S_{i,0} \prod_{j=0}^{T_i} (1 + R_j) + DF_i \sum_{j=1}^{T_i} \prod_{k=j}^{T_i-1} (1 + R_k) \quad (14)$$

• **Физико-математические науки**

Если доходность есть некоторая усредненная постоянная величина для рассматриваемого промежутка времени, то получим

$$h_i = \prod_{j=1}^{T_i} (1 + R_j) = (1 + R)^{T_i} \quad (15)$$

$$p_i = \sum_{j=1}^{T_i} \prod_{k=1}^j (1 + R_j) = \frac{(1+R)^{T_i} - 1}{R} \quad (16)$$

Таким образом, для указанного частного случая для достижения целевых показателей необходимо откладывать ежегодно величину

$$DF_i = \frac{S_{i,T} - h_i S_{i,0}}{p_i} \quad (17)$$

**Результаты.** Рассмотрим результаты вычислительных экспериментов. Опишем возможную ситуацию в гипотетической семье: «Представьте себе супружескую пару одного возраста 25 лет. Они живут вместе в арендуемой квартире 5 лет и имеют одного ребенка. Оба откладывают часть своих ежемесячных доходов на крупные инвестиции и «черные» дни. У них есть 0,02 безразмерных единиц на совместном сберегательном счете и никаких индивидуальных сберегательных счетов. Они планируют, что через 18 лет их ребенок поступит в частный вуз, через 25 лет нужно помочь ему с созданием семьи, через 30 лет потребуются помощь старшему первому поколению, а через 40 лет, выполнив свои обязательства перед ребенком и родителями, нужно обеспечивать свою старость. Они распределили будущие расходы в соотношениях 20%, 30%, 20%, 30%. Каким образом они могут достичь поставленных целей?»

Рассмотрим результаты решения описанной выше задачи. На рис. 1 показаны динамики изменений сбережений  $S_i$  в безразмерных единицах за весь планируемый период в целевые фонды: на образование, свадьбу, похороны стариков, пенсию, На рис.2 показана динамика совокупной суммы  $S$ . На рис. 3, 4 представлены аналогичные результаты для случая, когда есть положительная, постоянная реальная доходность  $R=2\%$ .

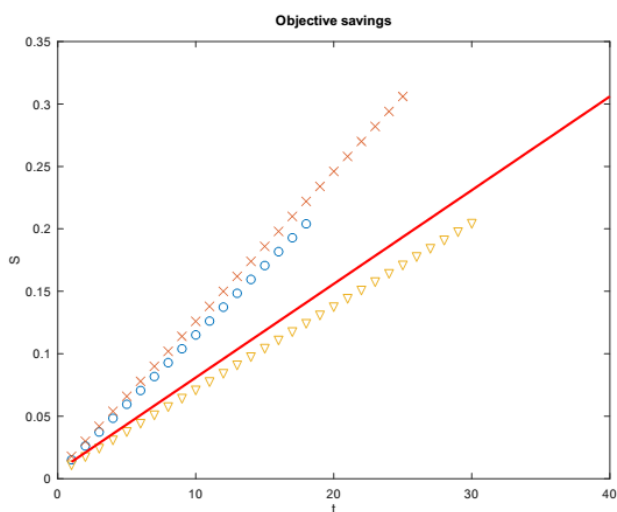


Рисунок 1. Целевые сбережения  $R=0$ .

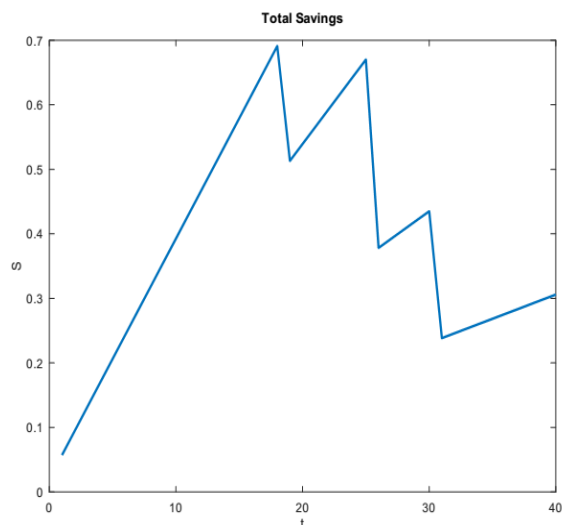


Рисунок 2. Совокупные сбережения  $R=0$ .

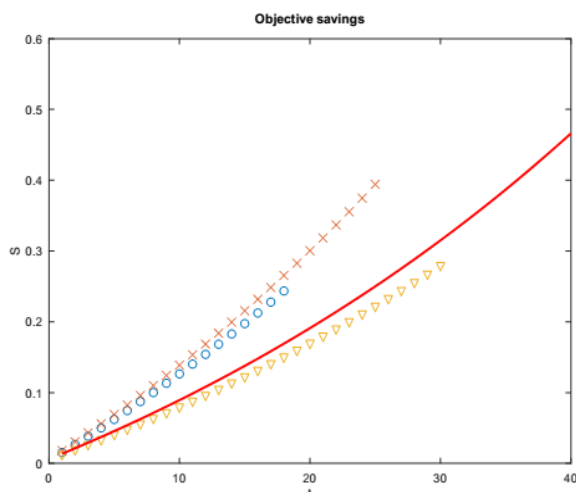


Рисунок 3. Целевые сбережения R=2%.

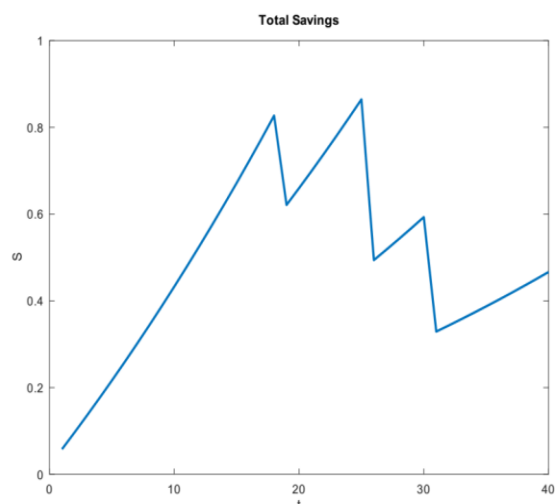


Рисунок 4. Совокупные сбережения R=2%.

В Таблице 1 даны результаты расчетов ежегодных вкладов в данные целевые фонды. При нулевой реальной доходности активов для выполнения поставленных обязательств ежегодно потребуется откладывать в общей сумме в четыре фонда 0,0372 у.е. Допустим, что 1 у.е. (безразмерная единица), равная общей сумме обязательств, составляет 10 млн тг, тогда ежегодные взносы в целевые фонды составят 373 тыс тг в год или 31 тыс тг ежемесячно. Если есть положительная реальная доходность активов, то можно откладывать меньше, а именно 292 тыс тг в год или 24 тыс тг в месяц. Заметим, что в данной задаче процесс сбережений растянут на длительный срок до 40 лет.

Таблица 1. Ежегодные вклады в различные целевые фонды

	Вклады в год, у.е.	Вклады в год, тг, 1у.е.=10 млн тг	Вклады в год, у.е.	Вклады в год, тг, 1у.е.=10 млн тг
	R=0		R=2%	
Образование	0,011	110 000	0.00971	97 141
Создание семьи	0,012	120 000	0.00954	95 441
Помощь родителям	0,0067	67 000	0.00497	49 726
Пенсия	0,0075	75 000	0.00493	49 283

*Моделирование доходности активов.* Существуют периоды спада и подъема экономической деятельности. Приведем несколько примеров. Спады доходностей активов наблюдались в 2001 году во время «исламского терроризма», в 2007 году - мирового финансового кризиса после краха инвестиционного банка «Lehman Brothers», в 2014 году - войны в Сирии, в 2020 году- пандемии вируса COVID-19.

Можно использовать тригонометрические функции для описания доходностей активов с учетом экономических циклов.

$$R(t) = A * \sin(B * t + C) + D \quad (18)$$

Пусть область значений функции R(t) лежит в интервале  $[R_{\min}, R_{\max}]$ , периоды экономического роста и падения равны P, и в начальный момент времени доходность равна  $R_0$ . Тогда параметры A, B, C, D можно определить следующим образом

$$A = R_{\max}, \quad B = \frac{\pi}{P}, \quad D = R_0, \quad C = 0$$



## • Физико-математические науки

---

Для модельных расчетов положим, что периоды спада и подъема составляют приблизительно 6 лет. Если исключить периоды гиперинфляции с 1991 по 1995 годы медиана индекса потребительских цен за период 1996-2019 гг составляет 7,4% [10]. По данным Национального Банка РК [11] за период 1995-2020 гг девальвация тенге изменяется в пределах (-19%, 54%), медиана составляет 4,75%. Проценты по депозитам физических лиц в тенге сроком от 3 месяцев до 1 года за период 1996-2020 составляют по медиане 9,3%. Таким образом, реальная доходность за вычетом инфляции равняется в среднем  $9,3 - 7,4 = 1,9$  %. Если дополнительно учитывать девальвацию тенге к доллару, т.е. возможность приобретать импортные товары, то реальная доходность составляет отрицательную величину  $1,9 - 4,75 = - 2,85\%$ . Пусть для простоты реальная доходность изменяется циклически в пределах  $[-2, 2]$  процентов. Модельная функция доходности будет  $R(t) = 0,02 * \sin(\pi/6 * t)$ . Для этой модельной циклической доходности результаты расчетов показаны на рисунках 5-6.

Чем меньше период времени между обязательствами, тем выше вероятность невыполнения обязательств по причине неопределенности доходности. Это особенно чувствительно, если фонды зависят друг от друга. Поэтому процессы сбережений желательно разделить на отдельные независимые друг от друга фонды и начинать сбережения как можно раньше. Чем ниже реальная доходность и недостаточно времени для восстановления после очередного экономического кризиса, тем выше риск невыполнения обязательств.

*Разница между ожидаемой и фактической суммой расходов.* Чем ближе срок выплаты, тем яснее фактическая сумма расходов. Если ожидаемая сумма, заложенная в расчеты, была выше, то получаем убыток, иначе - прибыль. Прибыль и убыток соответственно переводятся или компенсируются за счет резервного фонда либо средств трех поколений семьи.

Рассмотрим модель, когда три поколения семьи создают целевые фонды. Предположим, что у них одинаковые цели и сроки. Тогда при прочих равных условиях их совокупные сбережения будут иметь смещение по времени  $\Delta T$ , равное возрасту создания семьи и начала процесса накопления богатства для выполнения семейных финансовых обязательств. Как правило, этот процесс начинается с 25 лет.

Обозначим через  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  функции сбережений первого, второго и третьего поколения семьи.

$$S_1(t) = S(t - \Delta T) \quad S_2(t) = S(t) \quad S_3(t) = S(t + \Delta T) \quad t \in [0, T_{max}]$$

На рис. 7 представлены расчетные данные сбережений трех поколений со смещением на 25 лет. Когда одно из поколений приближается в среднем к 50 годам, следующее поколение набирает финансовый капитал и в принципе может поддержать своими ресурсами в случае необходимости, чтобы не обращаться за займом к кредитным организациям. На рис. 7 представлены совокупные капиталы трех поколений. Средний уровень капитала трех поколений составляет около 0,8 у.е. Его можно рассматривать как некоторый уровень благосостояния семьи.



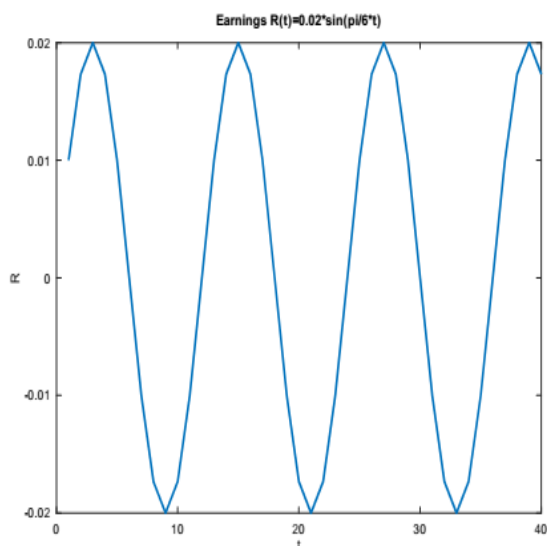


Рисунок 5. Циклическое изменение реальной доходности

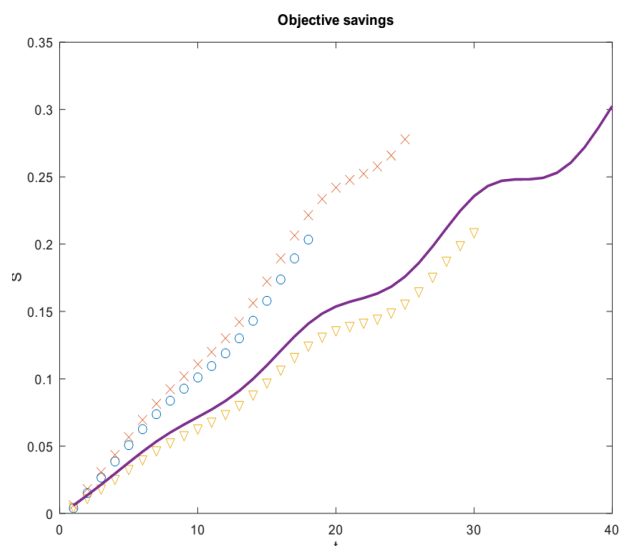


Рисунок 6. Целевые сбережения.

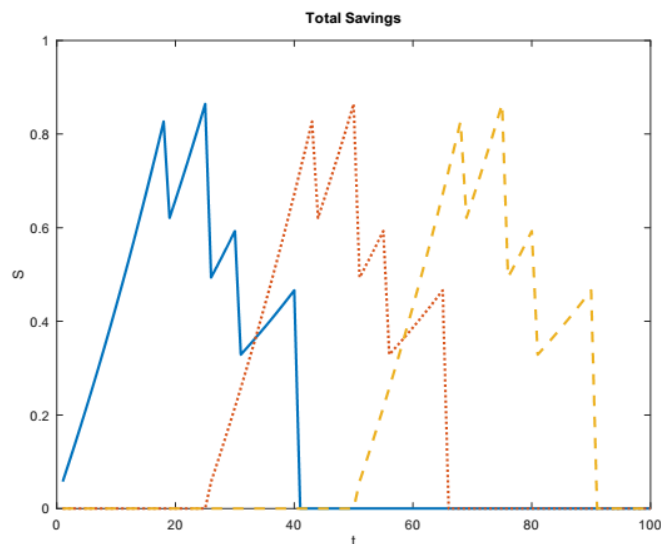


Рисунок 7. Сбережения трех поколений в отдельности.

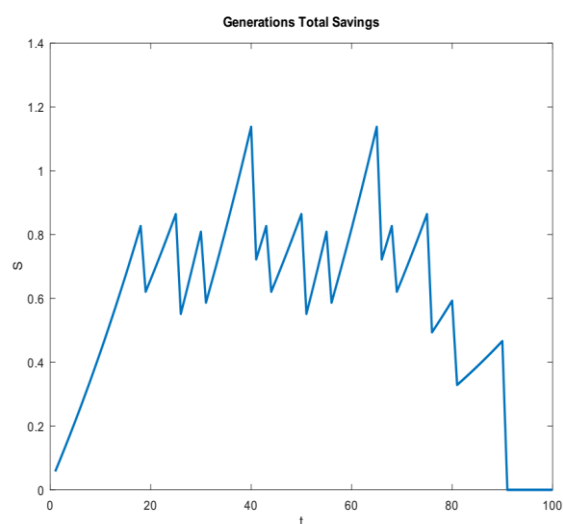


Рисунок 8. Совокупные сбережения трех поколений.

В заключении отметим, что в данной работе построена математическая модель процесса достижения нескольких финансовых целей, распределенных по времени на протяжении жизненного цикла семьи. Задачу следует декомпозировать по целям для снижения риска невыполнения финансовых обязательств. Семья может управлять процессами накопления богатства в целях выполнения своих обязательств путем контроля регулярных взносов. Когда каждое поколение семьи имеет подобные целевые фонды, риск невыполнения обязательств в условиях волатильности во внешней среде снижается. Уровень благосостояния семьи можно определить как сумму совокупных активов трех поколений. Чем он выше, тем снижается вероятность обращения за финансовой помощью к кредитным организациям. В дальнейшем можно рассматривать другие способы управления благосостоянием семьи, если ввести возможность оценки других параметров модели. Например, оценка внешней среды, доходов, финансовых целей и их сроков.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке информационной системы принятия решений в процессе управления активами. Система имеет информацию на

входе и выходе, целевые показатели деятельности и процессы. Для оптимальной стратегии управления этой системой необходимо включить алгоритмы принятия решений для различных сценариев развития событий, что является предметом будущих исследований.

#### REFERENCES

- [1] Caucutt, Elizabeth M.; Lochner, Lance. Early and Late Human Capital Investments, Borrowing Constraints, and the Family. //Journal of Political Economy. - Mar, 2020. – Т. 128. - Выпуск: 3. - С. 1065-1147.
- [2] Back, Kerry; Liu, Ruomeng; Teguia, Alberto. Increasing risk aversion and life-cycle investing. // Mathematics and Financial Economics - Mar 2019- Т. 13. - Выпуск: 2. - С. 287-302.
- [3] Caplin, Andrew. Introduction to symposium on “Engineering Data on Individual and Family Decisions Over the Life Cycle”. // Economic inquiry. - 2018 – Т. 56. - Выпуск: 1. - С. 9-12.
- [4] Blake, David; Wright, Douglas; Zhang, Yumeng. Age-dependent investing: Optimal funding and investment strategies in defined contribution pension plans when members are rational life cycle financial planners // Journal of Economic Dynamics & Control. - Jan. 2014. - Т. 38. - С. 105-124.
- [5] Bingley, P., Cappellari, L. Correlation of Brothers' Earnings and Intergenerational Transmission. // Review of Economics and Statistics. - May 2019.- Т. 101. - выпуск: 2.- С. 370-383.
- [6] Keskin, K., Saglam, C. Investment on Human Capital in A Dynamic Contest Model. // Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics. - Feb 2019. - Т. 23. - выпуск: 1.- С.257-265.
- [7] A New Framework for Analyzing Market Share Dynamics among Fund Families // Financial Analysts Journal -2020.- v.76. –n.3 – С. 110-135
- [8] Peng Wang, Laura Chapman, Steven Peterson & Jon Spinney. Evaluating Spending Policies in a Low-Return Environment// Financial Analysts Journal,- 2018- v.74, n.4, p. 11-23.
- [9] Leung, Sin Fai. The existence, uniqueness, and optimality of the terminal wealth depletion time in life-cycle models of saving under uncertain lifetime and borrowing constraint// Journal Of Economic Theory - May, 2007-Том: 134 - Выпуск: 1 - Стр.: . 470-493
- [10] Dynamics of the main indicators. Istochnik: <https://stat.gov.kz/official/dynamic>
- [11] National Bank of Kazakhstan. Istochnik: <https://nationalbank.kz>

**G. Rysmendeyeva \***

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan  
\*e-mail: [g.rysmendeyeva@satbayev.university](mailto:g.rysmendeyeva@satbayev.university)

#### DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR AN INFORMATION SYSTEM FOR DECISION-MAKING IN THE ASSET MANAGEMENT PROCESS

**Abstract.** A long-term priority in the field of social policy in the direction of ensuring social guarantees and increasing the personal responsibility of citizens of the country is a strategy for the development of the state. Having a conscious management trajectory, a person can plan personal finances at a young age without resorting to the help of a credit institution. To ensure the content of decision-making information systems in the field of asset management of individuals, it is required to develop mathematical models of complex functional social systems. This paper examines mathematical models of asset management throughout the life cycle of a family. A mathematical model of the process of achieving several financial goals distributed over time throughout the life cycle of a family has been built. A model for managing the processes of accumulating wealth in order to fulfill its obligations by controlling regular contributions is described. It is shown that when each generation of a family has targeted funds, the risk of default in conditions of volatility in the external environment decreases.

**Keywords.** Mathematical modeling, personal finance, life cycle, information system.

**Г.С. Рысмәндеева\***

Satbayev University, Алматы, Қазақстан  
\*e-mail: g.rysmendeyeva@satbayev.university

### **АКТИВТІ БАСҚАРУ ПРОЦЕССИНДЕ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕГЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӨЛГІЛЕРДІ ДАМУ**

**Аңдатпа.** Елдің әлеуметтік кепілдіктерін қамтамасыз ету және азаматтардың жеке жауапкершілігін арттыру бағытындағы әлеуметтік саясат саласындағы ұзақ мерзімді басымдық - бұл мемлекет дамуының стратегиясы. Менеджменттің саналы траекториясына ие бола отырып, адам несиелік ұйымның көмегіне жүгінбей-ақ, жеке қаржысын жас кезінде жоспарлай алады. Жеке тұлғаларға арналған активтерді басқару саласындағы шешімдер қабылдау ақпараттық жүйелерінің мазмұнын қамтамасыз ету үшін күрделі функционалды әлеуметтік жүйелердің математикалық модельдерін жасау қажет. Бұл жұмыста отбасының өмірлік циклі бойынша активтерді басқарудың математикалық модельдері қарастырылған. Отбасының өмірлік циклінде уақыт бойынша бөлінген бірнеше қаржылық мақсатқа жету процесінің математикалық моделі құрылды. Өз міндеттемелерін орындау үшін тұрақты салымдарды бақылау арқылы байлық жинау процестерін басқарудың моделі сипатталған. Отбасының әр буынында мақсатты қаражат болған кезде сыртқы ортадағы құбылмалылық жағдайында төлемеу қаупі азаятыны көрсетілген.

**Негізгі сөздер.** Математикалық модельдеу, жеке қаржы, өмірлік цикл, ақпараттық жүйе.