

МОДЕЛЮВАННЯ КЛЮЧОВИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ПІРАМІД

MODELING KEY ASPECTS OF FUNCTIONING OF FINANCIAL PYRAMIDS

У статті розкрито сутність та досліджено характерні риси й ознаки сучасних фінансових пірамід. Розглянуто причини виникнення, проаналізовано аспекти розвитку та наслідки функціонування фінансових пірамід. Вивчено та систематизовано підходи і методи, що застосовуються в моделюванні цих структур. Запропоновано системно-динамічні моделі функціонування фінансових пірамід та проведено імітаційні експерименти для визначення наслідків для кожного з учасників та третіх осіб, а також умов підтримки функціонування піраміди в стані стійкості.

Ключові слова: фінансова піраміда, математичні моделі, системно-динамічні моделі, імітаційний експеримент, параметри стійкості.

В статье раскрыта сущность и исследованы характерные черты и признаки современных финансовых пирамид. Рассмотрены причины возникновения, проанализированы аспекты развития и последствия функционирования финансовых пирамид. Изучены и систематизированы подходы и методы, применяемые в моделировании этих структур. Предложены системно-

динамические модели функционирования финансовых пирамид и проведены имитационные эксперименты с целью определения последствий для каждого из участников и третьих лиц, а также условий поддержания функционирования пирамиды в состоянии устойчивости.

Ключевые слова: финансовая пирамида, математические модели, системно-динамические модели, имитационный эксперимент, параметры устойчивости.

The article reveals the essence and investigated the character traits and sign of modern financial pyramids. Considered causes of emergence and analyzed aspects of the development and consequence of functioning of financial pyramids. Studied and systematized approaches and methods used in modeling these structures. Offered the system-dynamic model of the functioning of financial pyramid and conducted imitation experiments for intention determine the effects for each of the participants and third parties, as well as identify conditions support the functioning of the pyramid in a state of sustainability.

Key words: financial pyramid, mathematical models, system-dynamic models, imitation experiment, the parameters of sustainability.

УДК 338.27

Деркач І.О.

к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики
Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій
Шарапов В.С.
студент
Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій

Постановка проблеми. Людство в усі часи було схильне до авантур і шукало способи швидкого збагачення за незначних вкладень, а підприємці та держава – до швидкого залучення фінансових ресурсів у найкоротші терміни. Одним із таких способів є побудова фінансової піраміди. В історії фінансові піраміди найбільш відомі передусім як шахрайські схеми швидкого збагачення засновника піраміди з подальшим її крахом. Досить мала кількість організаторів замислюється про наслідки функціонування створених структур, а наслідки можуть бути дуже різними: значні непогашені заборгованості перед вкладниками, спад ділової активності та довіри населення до бізнесу в цілому, орієнтування населення на короткострокове споживання і зниження обсягу заощаджень, затяжні економічні кризи, які мають іноді світовий масштаб. Отже, дані процеси потребують прискіпливої уваги та дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичною та методологічною базою роботи є праці вітчизняних і зарубіжних учених у сфері вивчення процесів формування, розвитку та функціонування фінансових пірамід. В аналізі фінансових пірамід є кілька підходів до їхнього моделювання:

а) підхід на підставі раціональної поведінки всіх учасників, що був запропонований О.-Ж. Бланшаром та М. Уотсоном. Фінансова піраміда розуміється як зміна цін, простим чином незрозуміла навіть за допомогою наявної інформації, що має вигляд різкого підвищення цін із подальшим кра-

хом. Піраміди при цьому можуть приймати форму експоненціального зростання відхилення цін активів від базисної ціни (NPV грошових потоків, пов'язаних з активом) і т. д.;

б) ігровий підхід, що розглядався О.В. Біляніним та О.Г. Ісуповою. Вкладники – усе економічно активне населення (або його частина). Мета організатора – залучення якомога більшої кількості вкладників для максимізації прибутку. Організатор і населення розглядаються як учасники однієї гри Понці з неантагоністичними інтересами. Можливий вибір організатора на кожному кроці: або виконання усіх своїх зобов'язань, для яких настав термін виконання, і продовження існування піраміди, або відмова від виплат і «відхід у тінь» (крах фінансової піраміди). Кожен представник населення на кожному кроці вирішує, брати участь у піраміді чи ні. Населення розділене на дві групи: мудрагелів і наївних індивідів із різними критеріями поведінки (раціональності). Час життя піраміди залежить від характеру зміни числа її вкладників із плином часу, її крах заздалегідь вирішений наперед вичерпанням усього населення;

в) підхід, запропонований С.В. Дубовським. Зобов'язання організатора в рамках фінансової піраміди погашаються тільки за рахунок зібраних коштів без залучення сторонніх коштів, крах фінансової піраміди зумовлений властивостями самої піраміди: в організатора в певний момент часу може виявитися недостатньо коштів для виконання власних зобов'язань;

г) підхід Г.Г. Дімітріаді, що розвинув напрям думок С.В. Дубовського і створив детермінований підхід з урахуванням витрат на рекламу.

Постановка завдання. Головними цілями дослідження є: висвітлення необхідності розгляду проблеми виникнення фінансових пірамід, аналіз історичного аспекту; створення певної теоретичної бази в даному напрямі; вдосконалення моделей функціонування та розвитку фінансових пірамід; проведення імітаційного експерименту з метою визначення наслідків для кожного з учасників та третіх осіб, а також умов підтримки функціонування піраміди в стані стійкості; дослідження наслідків різноманітних політик організаторів фінансових пірамід.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах глобалізації сучасного світу, постійного збільшення обсягу інформації, розвитку засобів комунікації між людьми, зокрема мережі Інтернет, з'являється все більша кількість нових, маловідомих форм ведення бізнесу, посилюється конкуренція серед інвесторів і підприємців. Останнім часом часто з'являються підприємства, що мають ознаки фінансових пірамід, діяльність яких може мати катастрофічні наслідки для економіки країни або навіть низки країн. Наприклад, світова фінансова криза, основною причиною якої стала побудова фінансової піраміди в банківській системі США, значною мірою відбилася й на економіці України.

Предметом дослідження стали діяльність сучасних підприємств України, історичні приклади фінансових пірамід, ринок страхування, пенсійна та банківська системи, а об'єктом – сучасні підходи і методи до моделювання фінансових пірамід.

Так, підхід, запропонований С.В. Дубовським, реалізується шляхом побудови динамічної моделі. У даній моделі використовуються такі припущення та позначення. Фінансова піраміда починається в момент часу $t = 0$. $V(t)$ – дохід організатора фінансової піраміди; $g(t)$ – обсяг розпроданих в момент часу t облігацій організатора за номіналом; $\theta > 0$ – фіксований термін, через який настає момент виконання зобов'язань організатора (тобто термін, на який випускаються його облігації), відлічуваний від моменту їх продажу; $cg(t) [0;1]$ – ціна, виражена в частках від номіналу, за якою відбуваються продажі облігацій у момент часу t . Рівняння динаміки прибутку має вигляд:

$$\frac{dV}{dt} = \begin{cases} c_g(t) * g(t), t < \theta \\ c_g(t) * g(t) - g(t - \theta), t \geq \theta \end{cases}, V(0) = 0 \quad (1)$$

Окрім того, у моделі вводиться функція попиту на облігації організатора піраміди. У такому разі рівняння моделі набувають такий вигляд:

$$\frac{dV}{dt} = c_g(t) * g(t) - g(t - \theta), \quad (2)$$

де $g(0) = 0$ за $t \in [-\theta, 0)$.

$$g(t) = g_0 * F(c_g(t)) * f(t) \quad (3)$$

за $t \geq 0$ – залежність виручки організатора фінансової піраміди від часу.

Функція $g(t)$ розкладена в добуток двох функцій: функції попиту $F(c_g)$, що залежить від ціни зобов'язань організатора, і заданої функції зростання $f(t)$ – апріорного сценарію припливу вкладників піраміди залежно від часу; g_0 – постійна – коефіцієнт пропорційності для обраних одиниць.

Основне рівняння моделі Г.Г. Дімітріаді виглядає так:

$$\frac{dV}{dt} = \begin{cases} c_g(1-s) * g(t), 0 \leq t < \phi, \\ c_g(1-s) * g(t) - g(t - \phi), t \geq \phi \end{cases}, V(0) = 0, \quad (4)$$

Час краху фінансової піраміди припускається обмеженим зверху достатньо великою величиною $T_1 > \phi$: $T < T_1$. Параметрами, які можна варіювати для вирішення задачі оптимізації, є ціна продажу цінних паперів організатором C_g і частка вкладень у рекламу s .

Залежність виручки організатора фінансової піраміди від часу:

$$\frac{dV}{dt} = c_g(1-s) * g(t) - g(t - \phi), g(0) = 0 \quad (5)$$

за $t \in [-\phi, 0)$.

$$g(t) = g_0 * e^{ys} * F(c_g) * f(t) \quad (6)$$

За $t \geq 0$ задають залежність виручки Організатора фінансової піраміди від часу. Тут використано уявлення функції $g(t)$ у вигляді добутку трьох функцій: функції ефективності реклами e^{ys} , залежної від частки вкладень у рекламу, функції попиту $F(c_g)$, залежної від ціни, і заданої функції зростання $f(t)$, $g(0)$ – постійна (коефіцієнт пропорційності для обраних одиниць).

Авторами пропонується вдосконалити модель фінансової піраміди Г.Г. Дімітріаді для наочного відображення нею життєвого циклу фінансових пірамід та умов їх стабільності. Так, у ході розроблення моделі було додано коефіцієнт економічної активності населення, що зображує загальний рівень економіки в країні, та враховано залучення клієнтів не тільки за допомогою реклами, як за Дімітріаді, а ще й за допомогою чуток.

Наведемо опис запропонованої моделі. Фінансова піраміда починається в момент часу $t = 0$. Параметри моделі: $V(t)$ – дохід організатора фінансової піраміди; $r(t)$ – відсоток по облігаціях у момент часу t ; $c(t)$ – ціна однієї облігації в момент часу t ; $g(t)$ – термін погашення облігації, купленої в момент часу t ; AS – витрати на рекламу, виражені в частках від доходу (від 0 до 1); AE – коефіцієнт ефективності реклами; BA – коефіцієнт ділової активності, що характеризує платоспроможність населення (ступінь розвиненості економіки) й який впливає на попит; $D(t)$ – попит на облігації в момент часу t ; P – загальна кількість

населення; $PC(t)$ – частка населення, яка не є учасником піраміди в момент часу t ; $C(t)$ – частка населення, яка не є учасником піраміди в момент часу t ; $AFA(t)$ – частка клієнтів, залучених рекламою в момент часу t ; $AFG(t)$ – частка клієнтів, залучена чутками, іншими клієнтами в момент часу t ; afr – ступінь довіри населення чуткам; cr – середня кількість контактів однієї людини; $DR(t)$ – частка людей, які залишили піраміду в момент часу t .

Висловимо основні рівняння моделі функціонування фінансової піраміди:

а) рівняння прибутку організатора:

$$\frac{dV}{dt} = c(t) * (1 - AS) * (AFA(t) + AFG(t)) * D(t) - DR(t) * \left(1 + \frac{r(t) * D(t)}{100}\right) \quad (7)$$

б) частка клієнтів, залучена чутками, іншими клієнтами в момент часу Θ :

$$AFG(t) = CR(t) * AFR(t) * PC(t) * \frac{C(t)}{P} \quad (8)$$

в) частка клієнтів, залучених рекламою в момент часу Θ :

$$AFA(t) = PC(t) * e^{AS * AE} \quad (9)$$

г) попит на облігації:

$$D(t) = (AFA(t) + AFG(t)) * BA * e^{\frac{r}{g(t)}} * \frac{c(t - I)}{c(t)} \quad (10)$$

г) рівняння динаміки населення:

$$DR(t) = AFA(t - g(t)) + AFG(t - g(t)) \quad (11)$$

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} = DR(t) - (AFA(t) + AFG(t)) \\ \frac{dC}{dt} = (AFA(t) + AFG(t)) - DR(t) \end{cases} \quad (12)$$

Визначимо основні цілі організатора фінансової піраміди:

а) максимізація організатором фінансової піраміди своєї виручки $V(t)$ у момент закінчення (краху) T фінансової піраміди:

$$\begin{cases} D(t) \rightarrow \max \\ c(t) * (1 - AS) * (AFA(t) + AFG(t)) - DR(t) * \left(1 + \frac{r(t)}{100}\right) \rightarrow \max \end{cases} \quad (13)$$

б) максимальне збільшення організатором фінансової піраміди часу життя фінансової піраміди, тобто величини T – моменту закінчення (краху) фінансової піраміди (у разі коли піраміда існує для фінансування іншої діяльності або бізнесу):

$$\begin{cases} t \rightarrow \max \\ c(t) * (1 - AS) * (AFA(t) + AFG(t)) \geq DR(t) * \left(1 + \frac{r(t)}{100}\right) \rightarrow \max \end{cases} \quad (14)$$

Представлену динамічну модель реалізовано у середовищі імітаційного моделювання AnyLogic 6.4.1. Схема моделі зображена на рис. 1.

Залежно від головної мети, яку переслідує організатор фінансової піраміди (максимізація прибутку або тривалість життєздатності піраміди), можна виокремити три основні політики організа-

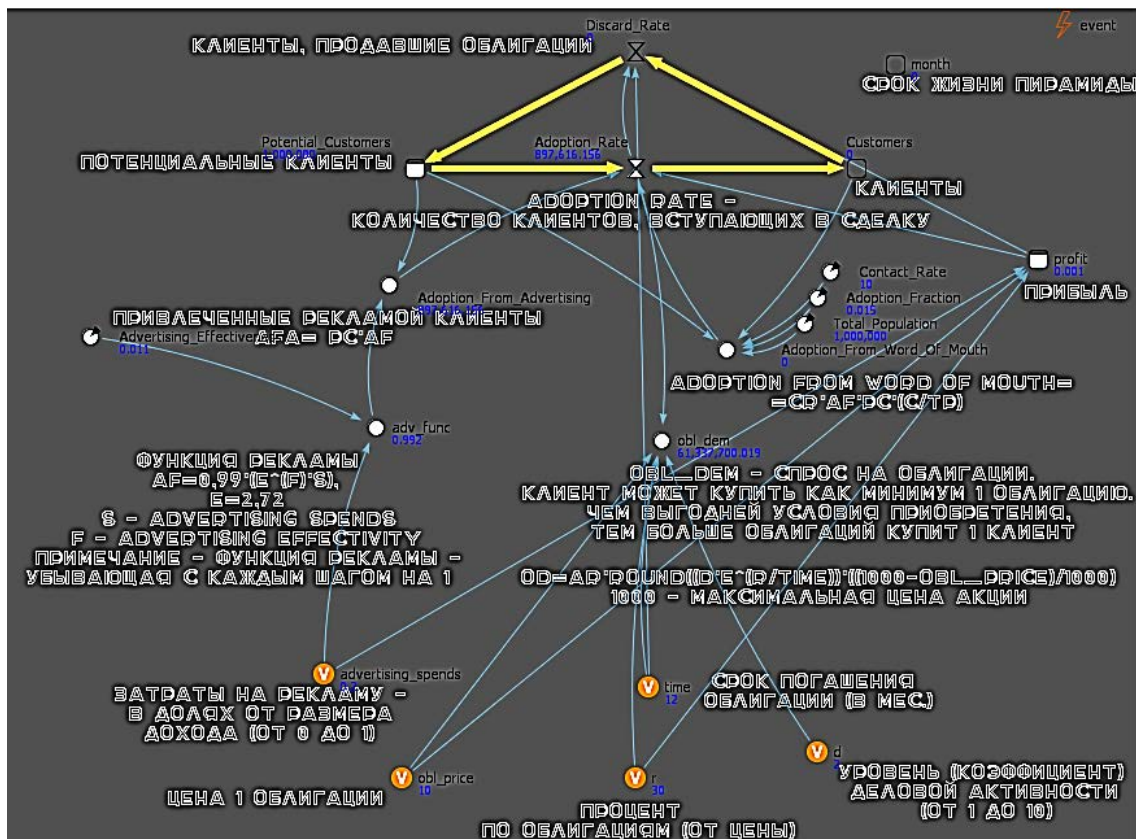


Рис. 1. Схема імітаційної моделі функціонування фінансової піраміди

тора: агресивну (максимальний прибуток у найменші терміни), змішану та помірну. Результати проведених імітаційних експериментів за ними наведено нижче:

а) помірна політика організатора (рис. 2). За низьких витрат на рекламу і досить вигідних умов

покупки облігацій (низька ціна – 10 у. о., високий відсоток, недовгий термін погашення) населення охоче купує акції, зростання прибутку досить швидке і має експонентний вигляд, тому що нові клієнти більшою мірою приходять через чутки. Під час спаду прибутку відбувається більш динамічно.



Рис. 2. Помірна політика організатора

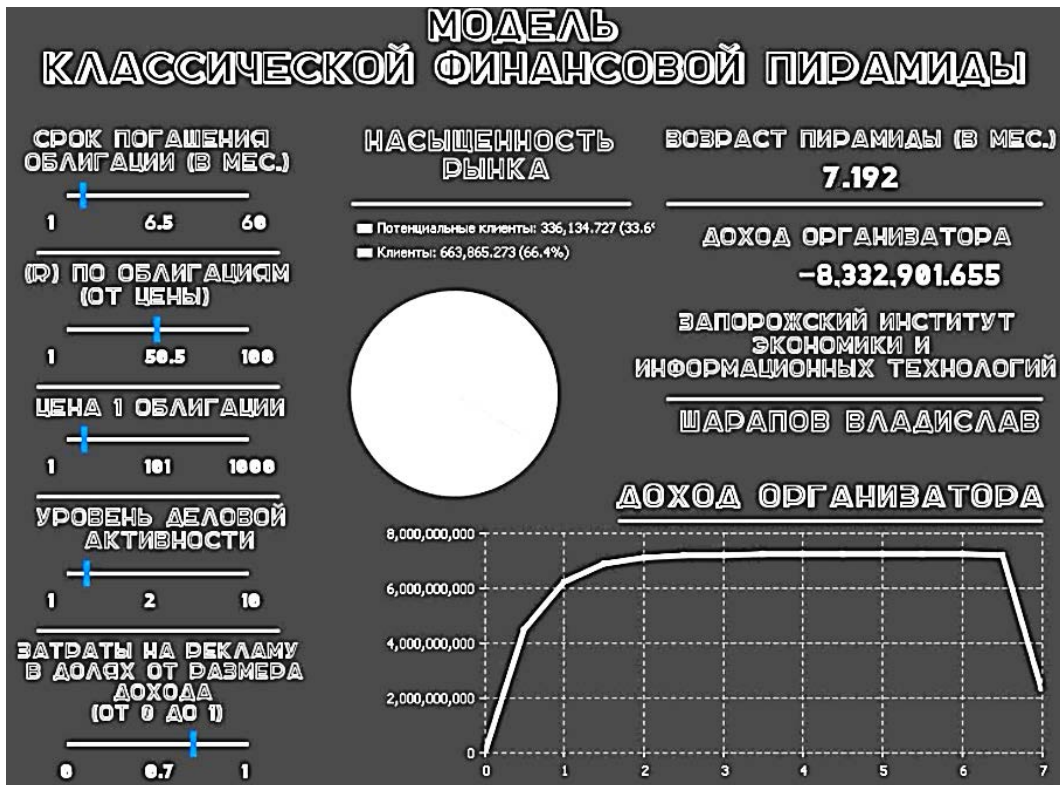


Рис. 3. Агресивна політика організатора

Загальна тривалість життя такої піраміди перевищила п'ять років. Максимальна відмітка прибутку – на рівні 2,6 млрд. у. о.

б) агресивна політика організатора (рис. 3). Витрати на рекламу становлять 70% від доходу, відсоток по облігаціях – близько 50%, термін погашення – півроку. За такої політики спостерігається стрімке зростання клієнтів і прибутку, але також має місце і подальший за цим стрімкий спад. Термін життя такої піраміди – менше дев'яти місяців. Максимальна відмітка прибутку – 7 млрд. у. о.;

в) змішана політика організатора (рис. 4) Така політика має на увазі високі витрати на рекламу до досягнення частки клієнтів на рівні близько 20-25% за високих відсотків і низького терміну погашення облігацій. Надалі з плином часу ціна на облігації зростає, також як і термін їх погашення, а відсоток по них і витрати на рекламу знижуються. Спад прибутку досить низький за рахунок довгих термінів погашення. Термін життя такої піраміди перевищував десять років. При цьому максимальне значення прибутку було на позначці в 2 млрд. у. о.

Висновок: якщо організатор переслідує мету отримати максимальний прибуток у найбільш короткі терміни, він буде дотримуватися агресивної політики і враховувати те, що така піраміда дуже швидко втратить стійкість. Такий сценарій розвитку мали всі шахрайські піраміди. Якщо ж мета організатора – максимальний термін життя піраміди, тоді буде дотримуватися змішаної політики, що дасть можливість організатору фінансувати інший, основний вид діяльності та перспек-

тиви для переведення піраміди в рентабельний вид бізнесу. Помірна політика – золота середина.

Висновки з проведеного дослідження. Дослідження різних видів фінансових пірамід показало, що здебільшого фінансові піраміди – це шахрайські схеми, за яких жертву змушують інвестувати кошти обіцянкою надзвичайних доходів, але просто використовують знову залучені кошти для виплат інвесторам, які наполягають на припиненні своїх інвестицій.

Основними причинами виникнення таких пірамід є недоліки законодавчої бази, сприятлива економічна і соціальна ситуація (довірливість та інвестиційна активність населення).

Разом із тим деякі піраміди спочатку створювалися як цілком реальний бізнес, але внаслідок низки об'єктивних причин почали фінансувати свою діяльність за принципом фінансових пірамід. Як приклад, можна привести будь-яке підприємство, що стало збитковим і здійснює свою діяльність виключно за рахунок реінвестування позикових коштів.

Як було з'ясовано, деякі фінансові піраміди носять загальнодержавний характер, це: солідарна пенсійна система, ринок страхових послуг, деякі інструменти банківської системи і фондових ринків. Тривалість життєвого циклу деяких із них може перевищувати 40 років.

Незалежно від причин формування фінансової піраміди існують певні умови їхньої стабільності. Велика частина з них лише відкладає крах піраміди в часі. Єдиною і загальною умовою стабіль-

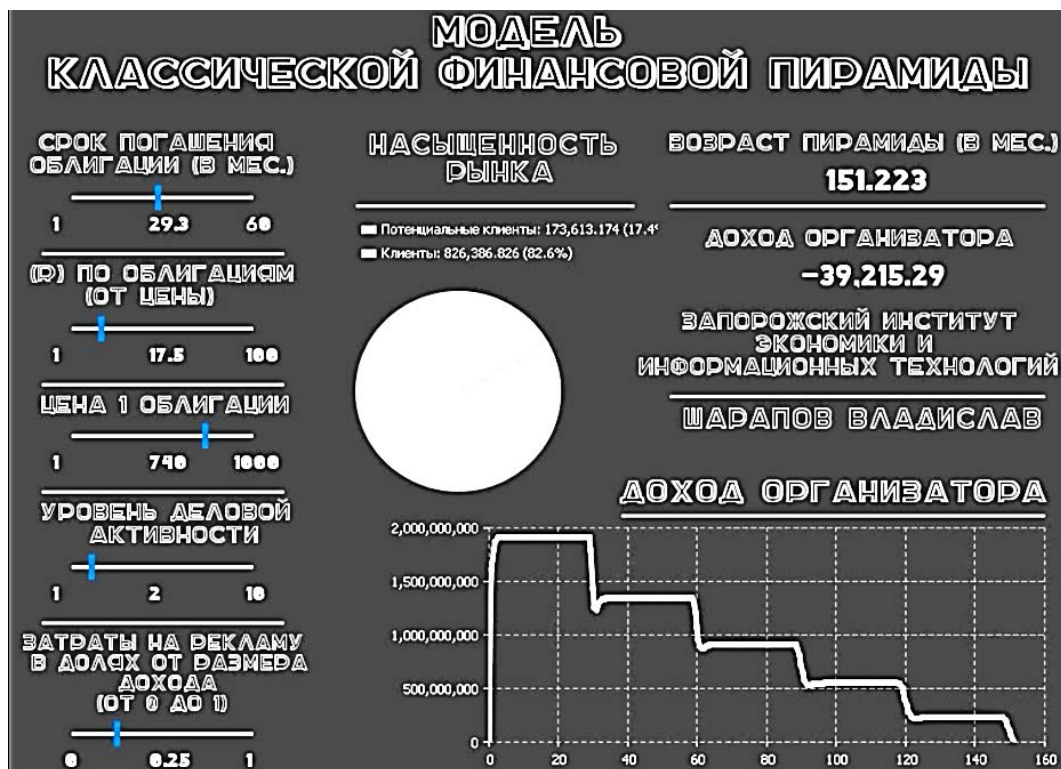


Рис. 4. Змішана політика організатора

ності для даних пірамід є перевищення темпу зростання доходів над витратами. Це можливо за постійного збільшення та приросту клієнтів фірми. З огляду на те, що кількість населення певної території обмежена, навіть повторна участь людей у піраміді не забезпечить безперервно зростаючого приросту грошових потоків, із чого можна зробити висновок про те, що будь-яка піраміда згодом приречена на крах незалежно від того, наскільки великим може бути її життєвий цикл.

Винятком є страхові компанії. Дані фінансові піраміди цілком стійкі за низьких можливостей настання страхових випадків, тобто необхідності повертати отримані грошові кошти і здійснювати виплати по них. За зростання даних ймовірностей фірми можуть знизити пропорційно розмір компенсації у разі настання страхового випадку.

З огляду на те, що фінансові піраміди приречені на крах, найчастіше наслідками таких крахів є затяжні економічні кризи, які мають іноді світовий масштаб.

Але слід зазначити, що деякі фінансові піраміди мають право на життя, такі як пенсійна система або ринок страхування, тривала циклічна емісія ОВДП і т. п. Майже всі вони носять державний характер і їх існування виправдано соціальним або іншим ефектом, який вони надають. Іншими словами, відсутність або ліквідація даних пірамід створить ще більш негативний ефект, аніж їх фінансування. Наприклад, щорічне фінансування дефіциту бюджету країни за рахунок коштів МВФ із подальшим його рефінансуванням заганає країну в боргову яму, що в підсумку приведе країну до дефолту, якщо тільки вона не почне згодом різко показувати високі темпи зростання ВВП. Однак ліквідація такої схеми за відсутності інших джерел фінансування призведе до негайного краху економіки всієї країни, що є ще гіршим фіналом. Аналогічна ситуація може бути і на мікрорівні – на прикладі будь-якого збиткового підприємства, що в результаті почало показувати високий рівень рентабельності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Справочное пособие по Business Graphics Library в AnyLogic 6.4.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.URL: http://www.xjtek.com](http://www.xjtek.com)
2. Бернштейн П.Л. Против богов: Укрощение риска / П.Л. Бернштейн; пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2000. – 400 с.

3. Димитриади Г.Г. Модели финансовых пирамид: «Детерминированный подход» / Г.Г. Димитриади. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 52 с.

4. Димитриади Г.Г. Что такое «финансовые пирамиды»: подходы и определения / Г.Г. Димитриади // Исследовано в России. – 2004. – С. 2619-2626. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/245.pdf>

5. Казанцев С.К. Основы страхования: [учеб. пособ.] / С.К. Казанцев. – Екатеринбург: ИПК УГТУ, 1998. – ISBN 5-8096-0006-9.

6. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

7. Уоллес В. Как не стать жертвой хакеров и мошенников в Internet / В. Уоллес. – М.: ДиаСофтЮП, 2005. – ISBN 5-93772-156-X.

8. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. – 350 с.

9. Черногорова А. 10 признаков финансовых пирамид / А. Черногорова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shtift.do100verno.ru/blog/605/35077>

REFERENCES:

1. Spravochnoe posobie po «Business Graphics Library» v AnyLogic 6.4.1 [Elektronnyy resurs]/OfitsiyniysaytrozrobnikaAnyLogic.Rezhimdostupa: [www.URL: http://www.xjtek.com](http://www.xjtek.com)

2. Bernsteyn P. L. Protiv bogov: Ukroshchenie riska / Per. s angl. – M.: ZAO «Olimp-Biznes», 2000. – 400 s.

3. Dimitriadi G. G. Modeli finansovykh piramid: «Determinirovanny podkhod». – M.: Editorial URSS, 2002. – 52 s.

4. Dimitriadi G. G. Chto takoe «finansovye piramidy»: podkhody i opredeleniya / Elektronnyy zhurnal «Issledovano v Rossii», 245, str. 2619-2626, 2004 g. Rezhim dostupa: URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/245.pdf>

5. Kazantsev S. K. Osnovy strakhovaniya: Uchebnoe posobie – Ekaterinburg: izd. IPK UGTU, 1998, ISBN 5-8096-0006-9.

6. Karpov Yu. Imitatsionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic 5. – SPb.: BKhV-Peterburg, 2005. – 400 s.

7. Uolles V. Kak ne stat' zhertvoy khakerov i moshennikov v Internet. – M.: OOO «DiaSoftYuP», 2005. – ISBN 5-93772-156-X.

8. Forrester Dzh. Osnovy kibernetiki predpriyatiya (industrial'naya dinamika). – M.: Progress, 1971 – 350 s.

9. Chernogorova A. 10 Priznakov finansovykh piramid [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: [www.URL: http://shtift.do100verno.ru/blog/605/35077](http://shtift.do100verno.ru/blog/605/35077)

Derkach I.A.

Candidate of Economic Sciences,
Senior Lecturer at Department of Economic Cybernetics
Zaporizhzhia Institute of Economics and Information Technologies

Sharapov V.S.

Student
Zaporizhzhia Institute of Economics and Information Technologies

MODELLING OF KEY ASPECTS OF THE FUNCTIONING OF FINANCIAL PYRAMIDS

The article reveals the essence and investigates the characteristic traits and signs of modern financial pyramids. Considered causes of emergence and analysed aspects of the development and consequence of functioning of financial pyramids. Studied and systematized approaches and methods used in modelling of these structures. Offered the system-dynamic model of the functioning of financial pyramid and conducted imitation experiments for the purpose to determine effects for each of the participants and third parties, as well as identify conditions of support for the functioning of the pyramid in a state of sustainability.