

DOI: 10.18721/JE.11114
УДК 336.051

ПАРАМЕТРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТИПИЧНЫХ ПРИЗНАКОВ ФИНАНСОВЫХ ПИРАМИД НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В.В. Пшеничников,¹ А.А. Анжу²

¹ Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
г. Воронеж, Российская Федерация

Финансовая пирамида представляет собой такую схему ведения бизнеса, при которой происходит перераспределение денежных средств участников, стоящих у «подножья» пирамиды, тем, кто находится на самой «вершине». Феномен финансовых пирамид оставляет негативный отпечаток на политическом, социально-экономическом и инвестиционном портрете страны, которая не принимает достаточных мер по профилактике причин их возникновения. Установленный законом запрет на деятельность финансовых пирамид и уголовное преследование их создателей не могут быть признаны абсолютными защитными гарантиями для населения от действий организаторов пирамид вне правового поля. Куда большую роль здесь играет финансовая грамотность широких слоев населения и наличие простого в применении инструментария по ранней идентификации потенциальных финансовых пирамид. В таком инструментарии нуждаются не только рядовые граждане, не обладающие профессиональными знаниями в области финансов, но и органы лицензирования и надзора за финансовой деятельностью. Цель исследования – предложить набор графических и математических параметров идентификации типичных признаков финансовых пирамид на основе инструментов фрактальной геометрии. Решены следующие задачи: выявлены наиболее типичные условия появления финансовых пирамид; дано описание схем работы финансовых пирамид по их видам; предложен способ графическо-математического описания устройства конструкции финансовых пирамид по аналогии построения фрактальных деревьев. Предлагается рассматривать финансовые пирамиды как фрактальные объекты, что позволяет описывать их более совершенно, имитировать эти реальные объекты и создавать их дубликаты с помощью весьма простых математических формул. Математический аппарат, описывающий пропорции треугольника Серпинского, может быть использован для идентификации потенциальной финансовой пирамиды с аналогичным соотношением между величиной дохода и суммой вложений. Основным направлением дальнейших исследований видится разработка алгоритма (программы) действий частного лица по выявлению потенциальной финансовой пирамиды на основе набора простых для понимания и использования показателей.

Ключевые слова: самоподобие; треугольник серпинского; финансовая грамотность; финансовая пирамида; фрактал; фрактальное дерево

Ссылка при цитировании: Пшеничников В.В., Анжу А.А. Параметры идентификации типичных признаков финансовых пирамид на основе инструментов фрактальной геометрии // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 1. С. 154–167. DOI: 10.18721/JE.11114

PARAMETERS FOR IDENTIFYING THE TYPICAL SIGNS OF FINANCIAL PYRAMIDS BASED ON THE TOOLS OF FRACTAL GEOMETRY

V.V. Pshenichnikov,¹ A.A. Anzhu²

¹ Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russian Federation

² Voronezh State Agrarian University n.a. Peter the Great, Voronezh, Russian Federation

A pyramid scheme is a scheme of business which is a redistribution of the money of the parties standing at the foot of the pyramid to those at the top. The phenomenon of financial pyramids leaves a negative imprint on the political, socio-economic and investment profile of a country that is not taking sufficient measures to prevent their causes. The statutory ban on the activities of financial pyramids and criminal prosecution of their creators cannot be regarded as absolute guarantees of protecting the population against the unlawful actions of the organizers of the pyramids. A much greater role is played by financial literacy of the general population and the availability of easy tools for early identification of potential financial pyramid schemes. Not only ordinary citizens who are not proficient in finance, but also the authorities responsible for licensing and supervising financial activities are in need of such tools. The purpose of this article is to attempt to offer a set of graphical and mathematical parameters for identifying the typical signs of financial pyramids based on the tools of fractal geometry. To achieve the objectives of the study, we have solved the following tasks: identified the most typical conditions in which financial pyramids emerge; described the schemes of financial pyramids according to their types; proposed a method of graphical mathematical description of the construction of financial pyramids similar to constructing a fractal tree. We propose to regard pyramid schemes as fractal objects. This allows to describe them in a rather complete way, mimicking these real objects and creating duplicates using very simple mathematical formulas. The mathematical apparatus describing the proportions of the Sierpinski triangle can be used, in our opinion, to identify potential financial pyramids with the same ratio between the amount of income and amount of investment. We see the development of an algorithm (program) of the actions of private individuals taken to identify a potential financial pyramid on the basis of a set of indicators that are simple to understand and use as the main directions for further research.

Keywords: self-similarity; sierpinski triangle; financial literacy; financial pyramid; fractal; fractal tree

Citation: V.V. Pshenichnikov, A.A. Anzhu, Parameters for identifying the typical signs of financial pyramids based on the tools of fractal geometry, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 11 (1) (2018) 154–167. DOI: 10.18721/JE.11114

Введение. Феномен финансовых пирамид оставляет негативный отпечаток на политическом, социально-экономическом и инвестиционном портрете страны, которая не принимает достаточных мер по профилактике причин их возникновения. Установленный законом запрет на деятельность финансовых пирамид и уголовное преследование их создателей не могут быть признаны абсолютными защитными гарантиями для населения от действий организаторов пирамид вне правового поля. Куда большую роль здесь играет финансовая грамотность широких слоев населения и наличие простого в

применении инструментария для ранней идентификации потенциальных финансовых пирамид. В таком инструментарии нуждаются не только рядовые граждане, не обладающие профессиональными знаниями в области финансов, но и органы лицензирования и надзора за финансовой деятельностью.

Финансовые пирамиды как объект исследования интересуют представителей юриспруденции [1], математики [4], журналистики [6], социологии [7, 8, 10], антикризисного управления [11, 14, 16, 20, 21]. Это объясняется сложным хитросплетением в феномене финансовых пирамид элементов, присущих

инвестиционным компаниям, банкам, компаниям сетевого маркетинга и даже религиозным сектам. Мы намерены сосредоточиться на исследовании финансовых пирамид в рамках финансового менеджмента, рассматривающего любую компанию в качестве инвестиционного проекта, нацеленного на привлечение прибыли.

Методика исследования. Цель исследования – предложить набор графических и математических параметров идентификации типичных признаков финансовых пирамид на основе инструментов фрактальной геометрии.

Для достижения поставленной цели исследования решены следующие задачи: выявлены наиболее типичные условия появления финансовых пирамид; дано описание схем работы финансовых пирамид по их видам; предложен способ графическо-математического описания устройства конструкции финансовых пирамид по аналогии построения фрактальных деревьев.

Многочисленные реально существующие формы (включая финансовые пирамиды) настолько нерегулярны или изломаны, что сложность природы не только количественно, но и качественно превосходит все то, что допускает геометрия Евклида. Мы предлагаем рассматривать финансовые пирамиды как фрактальные объекты, что позволяет описывать их достаточно совершенным образом, позволяющим имитировать эти реальные объекты и создавать их дубликаты с помощью весьма простых математических формул.

1. Природа, виды и внутреннее устройство финансовых пирамид. Появление и распространение в ряде стран финансовых пирамид связаны обычно со следующими благоприятствующими этому явлению условиями:

- нестабильностью экономической системы в целом;
- высокими темпами инфляции, побуждающими владельцев капитала искать различные варианты для сохранения и преумножения имеющихся у них денежных накоплений;
- неразвитостью финансового рынка;
- низкой квалификацией или бездействием сотрудников контролирующих органов и банковских структур.

Финансовая пирамида представляет собой такую схему ведения бизнеса, при которой происходит перераспределение денежных средств участников, стоящих у «подножья» пирамиды, тем, кто находится на самой «вершине». Вкладчикам обещают огромные доходы за счет взносов других участников, присоединившихся позднее. Каждого участника убеждают в том, что если он присоединится раньше, чем это сделают другие, он окажется ближе к «вершине», соответственно его шансы получить максимальную выгоду намного выше, чем у других. Пирамидальные схемы от реальных отличают источники выплат дохода. В случае, когда сумма выплат дохода постоянно превосходит размер прироста инвестиций, который может обеспечить данный бизнес, данный финансовый проект является пирамидой [5]: «Следует признать, что финансовые пирамиды – это довольно органичное порождение современной “финансовой цивилизации” с типичным для него конфликтом принципалов и агентов. Владельцы капиталов вынуждены прибегать к услугам профессиональных менеджеров, но не могут постоянно и полностью их контролировать. Чем выше профессионализм менеджера-агента, тем больше у него возможностей вводить в заблуждение инвесторов-принципалов. Пока существует отделение собственности от управления, эта проблема полностью принципиально неразрешима».

Изучение природы финансовых пирамид по схемам их построения позволило нам выделить следующие виды: 1) финансовая пирамида по схеме Понци; 2) многоуровневая пирамида; 3) маскирующаяся пирамида [12].

1. Карло Пьетро Джованни Гильермо Тебальдо Понци Чарльз – полное имя пионера-создателя финансовых пирамид. Ему пришла идея начать выпуск международного журнала. С этой целью Понци обратился к одной испанской компании с предложением о сотрудничестве. В качестве положительного ответа он получил международный обменный купон. Этот купон любой держатель мог поменять на марки в отделении почты и отправить корреспонденцию адресату. Так появилась идея заработать на разнице между ценами покупки и продажи в различных местах,

которая получила название пространственно-го арбитража.

Основатель такой схемы первоначально вкладывает свои деньги, первая и вторая ступени получают доход из средств основателя пирамиды. Привлечение новых вкладчиков базируется на слухах и рекомендациях о «ноухау» организатора, которые подкрепляются словами людей, которые уже получили прибыль. Так пирамида становится рентабельной, вкладчики получают доход за счет привлеченных от новых членов средств. Каждый инвестор этой пирамиды вступает в нее для получения прибыли, а так как ее организатор занимается только привлечением новых вкладчиков, то крах этой схемы прямо пропорционален числу вновь привлеченных инвесторов. Для придания своей деятельности законного вида создателями пирамид используются ценные бумаги или их суррогаты, а также договоры займа, траста, селенга, страхования. Независимо от формы привлечения капиталов создатели пирамид преследуют единственную цель — присвоение привлеченных средств. Как это обычно бывает, сразу после этого основатель пирамиды скрывается вместе со всеми вложенными участниками средствами. Такая финансовая пирамида приносит огромный доход только ее организатору.

2. Каждый участник многоуровневой схемы финансовых пирамид вносит определенный существенный взнос, в дальнейшем развитие пирамиды сводится к тому, что ее члены занимаются поиском и привлечением участников следующей ступени, так как их доход напрямую зависит от количества новых вкладчиков. Как правило, конструирование такой пирамиды заканчивается на пятой-шестой ступени, так как с каждой новой ступенью привлечение новых вкладчиков становится проблематичным. Максимальный доход получает верхушка пирамиды и первая-вторая ступени. Срок жизни такой финансовой пирамиды невелик. В настоящее время многоуровневые пирамиды могут трансформироваться в так называемые пирамиды клубного типа (предполагающие как реальное общение членов «клуба», так и чисто сетевое общение).

«Клубный тип современных финансовых пирамид получил распространение сравнительно недавно. Он работает по следующему

принципу: гражданин для вступления в некий бизнес-клуб вносит добровольный взнос в размере от 2 до 5 тыс. долл. США, либо рублевый эквивалент. Поступающие деньги создатели клуба немедленно распределяют между его членами по установленной схеме в зависимости от иерархического положения в клубе. Доход вступившего в клуб гражданина зависит уже от количества приглашенных им лиц. Сам клуб никакой экономической деятельностью не занимается, а функционирует за счет изъятия из каждого взноса от 1 до 2 тыс. долл. США» [1].

3. Маскирующиеся финансовые пирамиды позиционируются как многоуровневый сетевой маркетинг, т. е. это пирамиды, которые продают различные товары или услуги. Участники приходят в данную пирамиду и занимаются поиском людей, которым продают определенные товары или услуги. За это они получают комиссионные вознаграждения. Товары и услуги выступают прикрытием фирмы, чтобы убрать от себя подозрения и обвинения в организации финансовой пирамиды. В настоящее время такие пирамиды получили также название традиционных инвестиционных пирамид (имитация сбора денег под реальное производство или под игру на бирже).

Все перечисленные виды финансовых пирамид очень часто встречаются и в социальных сетях. Возможности интернета привлекательны для создателей пирамид тем, что они могут действовать анонимно, охватывать большое количество пользователей сети, быстро распространять информацию, меньше платить за распространение информации, по сравнению с традиционными способами [2, 15]. Немаловажно и отсутствие личной психологической ответственности участников перед другими вовлекаемыми в пирамиду людьми.

Внутренне устройство финансовой пирамиды базируется на беспрекословном следовании правилам ее создателей и практически идентично схеме построения сетевой компании. Четкое следование правилам организаторов финансовой пирамиды сулит ее участникам материальное вознаграждение, тогда как отступление от установленных правил чревато не только лишением материального вознаграждения, но и понижением статуса в структуре пирамиды. Организаторы финансовой пира-

миды достигают своих целей с помощью умелого сочетания экономических и психологических инструментов воздействия на поведение людей. Рассмотрим, как организовывается этот процесс, по результатам проведенного журналистского расследования деятельности одной из финансовых пирамид на территории Российской Федерации в начале 2000-х гг. [6].

Вовлечение людей в финансовую пирамиду предполагает различные формы агитации (реклама, обучающие программы и семинары), пропагандирующие последовательное превращение наемного работника в инвестора и собственника, сулящие перспективу лучшей жизни и реальные пути, ведущие к ней. Для этого используется типичный набор лозунгов и призывов, выстроенных примерно в следующей последовательности.

«Как мы думаем, так и живем. Если плохо живем, то плохо и неверно мыслим». «Изменяя свое сознание, Вы сами создаете свою Вселенную» (У. Черчилль). «Мы являемся результатом наших мыслей» (Будда). «Финансовая незащищенность (бедность) формирует негативный стиль мышления, так как человек ощущает себя слабым и беззащитным. Он не может решить ни одной жизненной инвестиционной задачи». «Только собственник стремятся мыслить позитивно, так как считает себя компетентным и ответственным за свою жизнь и финансовую независимость». «Доступ на фондовый рынок стал возможен для всех. Сотовая связь стала доступной. Компьютер и Интернет появились в каждом доме. Обычный человек стал гражданином Земли. Богатые и бедные имеют одинаковые возможности в доступе к информации. Благодаря этому бедные так же информированы, как и богатые». «Используя силу электронных коммуникаций, мы сможем провести работу по искоренению бедности во всем мире. Стать инвестором (собственником) — естественное желание каждого разумного человека. Впервые в истории формируется цивилизация собственников». «Любой человек стремится к свободе. Каждый представляет свободу по-разному, но, когда вынужден искать компромисс между своими представлениями и возможностями. Денег у Вас будет столько, сколько сочтете необходимым, а сумеете ли превратить их в свободу — зависит только от Вас» [6].

Программа «Утопическая сказка»

The «Utopian fairytale» program

Показатели доходности вложений	Сроки вложений			
	0,5	1	1,5	2
Процент с 10 тыс. евро	10	30	40	50
Доход в евро	5	3 000	6 000	10 000
Сумма к выдаче в евро	10 500	13 000	16 000	20 000
Процент с 10 тыс. евро	15	35	45	55
Доход в евро	1 500	7 000	13 500	22 000
Сумма к выдаче в евро	21 500	27 000	33 500	42 000
Процент с 10 тыс. евро	20	40	50	60
Доход в евро	3 000	12 000	22 500	36 000
Сумма к выдаче в евро	33 000	42 000	52 500	66 000
Процент с 10 тыс. евро	25	45	55	65
Доход в евро	6 250	22 500	41 250	65 000
Сумма к выдаче в евро	56 250	72 500	91 250	115 000
Процент с 10 тыс. евро	30	50	60	70
Доход в евро	15 000	50 000	90 000	140 000
Сумма к выдаче в евро	115 000	150 000	190 000	240 000

Кульминацией такого психологического воздействия на людей становится обычно презентация коммерческого предложения о сотрудничестве. В частности, предлагается принять участие в специальных инвестиционных программах, доступных пониманию и бюджету обычных людей. При этом акцентируется внимание на уникальности таких программ — их доступности для любого инвестора независимо от суммы и сроков вложения средств и высоком уровне доходности. В качестве примера может служить программа «Утопическая сказка», представленная в таблице [6].

Единственным правдоподобным элементом этой программы выступает дифференциация процентной ставки дохода в зависимости от срока и суммы вложений. Чем больше сумма и срок инвестирования, тем выше ставка дохода. Этим же принципом руководствуются банковские учреждения при установлении величин процентных ставок по депозитным продуктам в зависимости от условий вклада.

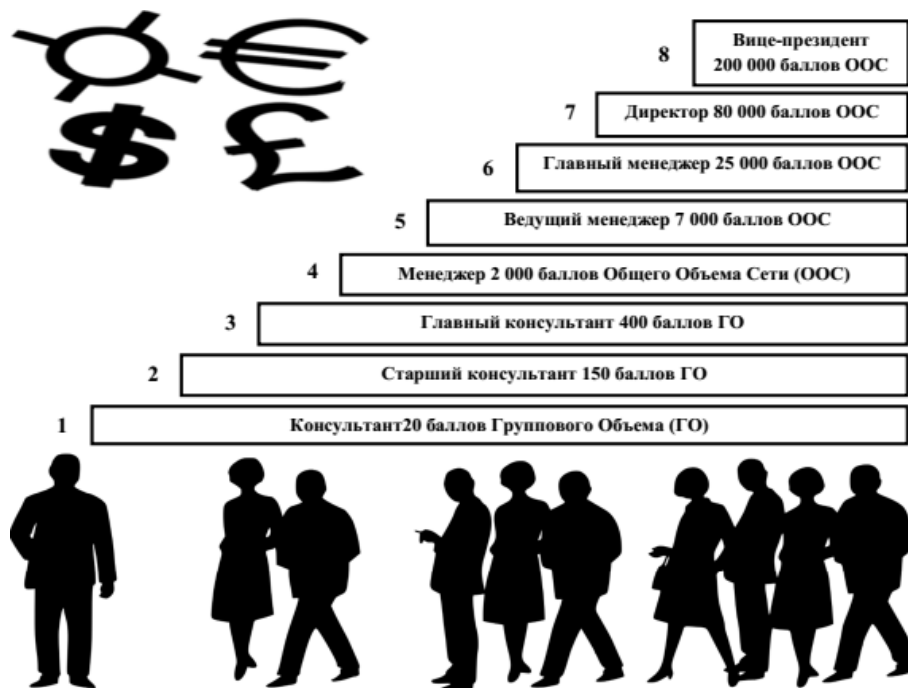


Рис. 1. Ступени карьерной лестницы агента финансовой пирамиды

Fig. 1. The steps of the career ladder of the financial pyramid agent

Величина дохода, на который может рассчитывать каждый новый агент финансовой пирамиды, зависит от его места на ступенях карьерной лестницы (рис. 1) [6] и личного участия в привлечении новых вкладчиков.

Если участник финансовой пирамиды вносит исключительно свои средства и не привлекает в пирамиду новых участников, то он считается инвестором и остается на нулевой ступени карьерной лестницы. Чтобы попасть на первую ступень карьерной лестницы, необходимо помимо личных инвестиций привлечь средства новых участников.

Для этого требуется пройти базовый семинар, организуемый компанией, и стать ее агентом. Для продвижения по ступеням карьерной лестницы финансовой пирамиды необходимо выполнить нормативы Группового Объема (ГО) и Общего Объема Сети (ООС), величина которых рассчитывается в баллах.

ГО складывается из суммы баллов за личные инвестиции агента, суммы баллов за инвестиции участников первой линии и половины суммы баллов за инвестиции участников второй линии. Для агента участниками первой линии будут лица, которых он привел

в пирамиду лично, участниками второй линии будут лица, которых привели в пирамиду привлеченные им участники первой линии и т. д. Из таких линий участников формируется сеть агента.

Расчет баллов производится по формуле: $\text{количество баллов} = \text{сумма инвестиций} / 100$. Например, для расчета количества баллов по программе «Утопическая сказка» со взносом в 10 тыс. евро следует разделить эту сумму инвестиций на 100, в результате чего получается 100 баллов.

Чтобы стать старшим консультантом, необходимо набрать 150 баллов ГО и пройти обучение в школе консультантов. Статус главного консультанта присваивается набравшему 400 баллов ГО, имеющему в первой линии двух старших консультантов и прошедшему подготовку в школе финансового консультанта.

ООС складывается из суммы баллов за инвестиции всей сети агента в целом. Статус менеджера присваивается главному консультанту, набравшему не менее 2 тыс. баллов ООС, подготовившему двух главных консультантов в первой линии, прошедшему обучение в школе менеджеров и получивше-

му сертификат лектора компании. Чтобы стать ведущим менеджером, необходимо набрать не менее 7 тыс. баллов ООС, подготовить трех менеджеров в первой линии и открыть собственный офис. Статус главного менеджера присваивается ведущему менеджеру, набравшему не менее 25 тыс. баллов ООС и подготовившему трех ведущих менеджеров в первой линии.

Главный менеджер поднимается на ступень директора, когда набирает не менее 80 тыс. баллов ООС и подготавливает трех главных менеджеров в первой линии. Статус вице-президента присваивается директору, набравшему не менее 200 тыс. баллов ООС и подготовившему двух директоров в первой линии. Особенности статуса директора и вице-президента состоят в том, что они отходят от операционной деятельности финансовой пирамиды и сосредотачиваются на представительских функциях, совершая имиджевые поездки по различным регионам в целях развития сети, координируя работу подчиненных, читая лекции о финансовой независимости, лидерстве и миссии компании.

Движение вверх по ступеням карьерной лестницы финансовой пирамиды не исключает возможности перемещения в обратном направлении. Если в течение трех месяцев подряд агент допускает отрицательный денежный поток, когда выплаты агентам и инвесторам превышают объемы новых поступлений от инвесторов и агентов, он возвращается на предыдущую ступень карьерной лестницы.

ООС крайне важен для продвижения в высшие чины пирамиды. Он мотивирует агента прилагать усилия по отношению к тем агентам и инвесторам, которые находятся в сети под ним. Например, без наличия в подчинении консультантов первой ступени невозможно самому подняться на вторую ступень. При этом правила карьерного роста провоцируют агента, под которым находятся привлеченные им участники, конкурировать со своей сетью. Стоит кому-либо из сети достигнуть одного уровня со своим куратором, тот перестает получать агентские вознаграждения от денежных поступлений своего подопечного. Если куратор не обеспечивает за полгода продвижение своего подопечного

на одну ступень вверх по карьерной лестнице, то он сам спускается на одну ступень вниз по карьерной лестнице. Это, в свою очередь, грозит ему финансовыми потерями. Поэтому втянувшись однажды в сеть финансовой пирамиды, остановиться оказывается практически невозможно. Тех, кто угасает, просто списывают со счетов и понижают в ранге.

2. Использование параметров построения фрактальных деревьев в описании конструкции финансовых пирамид. В своем труде «Введение в кибернетику» Уильям Р. Эшби [13] писал: «Кибернетика примерно так же относится к реальным машинам — электронным, механическим, нервным и экономическим — как геометрия к реальным объектам в нашем земном пространстве. Было время, когда под “геометрией” понимали отношения, которые можно наглядно представить на трехмерных телах или двумерных чертежах. Формы, существовавшие на Земле у животных, растений, минералов были многочисленнее и богаче свойствами, чем формы, существовавшие в элементарной геометрии. В те дни форма, подсказанная геометрией, но не допускавшая наглядного представления в обычном пространстве, была сомнительной или неприемлемой. Обычное пространство господствовало над геометрией.

Сейчас положение совершенно другое. Геометрия существует по собственному праву, благодаря собственным силам. Она теперь может точно и последовательно рассматривать многообразие форм и пространств, далеко превосходящее все, что может дать земное пространство. Сейчас геометрия содержит земные формы, а не наоборот, ибо земные формы суть лишь частные случаи во всеобъемлющей геометрии» [3].

В качестве одного из методов математического описания конструкции финансовых пирамид нами был сделан выбор в пользу фрактальной геометрии, разработанной французским математиком Бенуа Мандельбротом [17].

«Фракталы — это объекты (математические, природные или созданные человеком), которые мы называем неправильными, ше-

роховатыми, пористыми или раздробленными, причем указанными свойствами фракталы обладают в одинаковой степени в любом масштабе. Можно сказать, что форма этих объектов не изменяется от того, рассматриваем мы их вблизи или издалека. В финансовом смысле, как мы скоро увидим, фрактальность означает изменчивость, одинаковую на всех уровнях.

Изучение таких объектов составляет задачу фрактальной геометрии. Она тесно соприкасается с соседними областями человеческой деятельности, в результате чего можно говорить о существовании, например, геометрии стихийного случая и геометрии хаотического детерминизма.

Речь, по сути, идет не о новой теории и, тем более, не о новой дисциплине, но о новом методе. Его изначальная цель совпадает с целью любой науки: искать элементы порядка, способные прояснить хаос тех посланий, которые Человек получает от своих органов чувств» [9].

Многие из тех структур, которые когда-то считались неправильными, шероховатыми, пористыми или раздробленными и которые фрактальная геометрия превратила в полезные инструменты научного познания, заслуживают того, чтобы оценивать их как предфрактальные, т. е. предшествовавшие фракталам. Особого внимания здесь заслуживают две категории предфракталов – самоподобие и самоаффинность [18, 19].

В соответствии с концепцией линейного самоподобия Б. Мандельброт предлагает следующую трактовку самоподобия. «Некоторый объект называется самоподобным, если его “целое” (то есть сам объект, взятый целиком) можно разделить на “части”, каждая из которых получается из целого посредством преобразования подобия, т. е. редукции или линейного сжатия». Такая редукция может распадаться на гомотетию, которая иногда сопровождается переносом, отражением или вращением. Последняя составляющая приобретает решающее значение, когда мы переходим от самоподобия к самоаффинности. Говорят, что такой объект «инвариантен по отношению к семейству редукций». (Редукции не могут быть произвольными, они должны образовывать «полугруппу»).

С математической точки зрения процесс редукции можно повторять произвольное число раз. Отсюда сразу следует, что самоподобный математический объект состоит из бесконечно малых деталей.

Аналогичным образом «самоподобие» может означать, что всякая часть объекта, подходящим образом «увеличенная», может быть наложена на большую его часть. Повторяя этот процесс неопределенное число раз, мы видим, что такой объект, который называется инвариантным относительно увеличения, обязательно имеет бесконечно большой размер.

Между тем реально существующие фракталы ограничены и лишены бесконечно малых деталей» [9].

В целях графической иллюстрации самоподобия в фрактальной геометрии приведем пример «оггибающей» кривой, которая была предложена шведским математиком Нильсом Фабианом Хельге фон Кохом в 1904 г. и названа впоследствии кривой Коха или «снежинкой». Для того чтобы построить внутреннюю область трети «снежинки», надо предпринять шаги, показанные на рис. 2, где последовательные аппроксимации кривой представлены границей между черным и белым цветом.

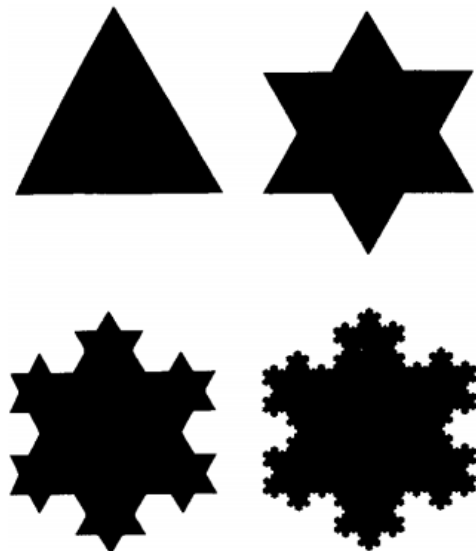


Рис. 2. Схема построения «оггибающей» кривой Коха («снежинки»)

Fig. 2. The scheme for constructing the «envelope» of the Koch curve («snowflakes»)

Начинаем с отрезка единичной длины, который делится на три части. К средней из этих частей прилагаются два других отрезка так, чтобы получился равносторонний треугольник. Точно так же поступаем затем с отрезками длины $1/3$, $1/9$, $1/27$ и т. д. Через n построений равносторонних треугольников получаем ломаную линию, которая и будет границей объекта, изображенного на рис. 2. Ее длина равна $4/3$ в степени n . Таким образом, кривая Коха состоит из четырех равных частей, каждая из которых подобна всей кривой с коэффициентом подобия $1/3$. Отсюда следует, что каждая часть кривой имеет бесконечную длину. Также эта кривая нигде себя не пересекает, так как достраиваемые треугольники каждый раз достаточно малы и никогда не «сталкиваются» друг с другом.

«Снежинка» Коха ограничивает конечную площадь. И это при том, что ее периметр бесконечен. Это свойство может показаться парадоксальным, но оно очевидно — «снежинка» полностью помещается в круг, поэтому ее площадь заведомо ограничена. Площадь можно посчитать, исходя из формулы площади треугольника и суммы геометрической прогрессии.

Связующей нитью между понятиями «фрактал» и «финансовая пирамида» стала идея о том, что некоторые феномены окружающего нас мира имеют одинаковую структуру при рассмотрении их вблизи и издали, т. е. в любом масштабе, когда мы увеличиваем картинку, желая рассмотреть какие-либо фрагменты подробнее, изменяются лишь незначительные детали. Так, каждый малый участок фрактала представляет собой ключ к целой конструкции. Эта идея получила в фрактальной геометрии название принцип масштабирования. Он проявляется и при слиянии элементов, далеких друг от друга по внешнему виду.

Среди богатого разнообразия фракталов наиболее подходящим для математического описания конструкции финансовых пирамид нам представляются фрактальные деревья. Ярким примером конструктивного фрактала является двоичное дерево. Оно строится по следующему принципу: на каждом уровне вертикальная линия разделяется на две с показателем уменьшения $1/2$. Такие разветвленные фракталы называются дендритами

(от греч. *dendron* — дерево). Что бросается в глаза при рассмотрении фрактала-дендрита, то это самоподобность: каждая ветвь в отдельности представляет собой все дерево в целом. А самоподобие является, как отмечалось ранее, одним из основных свойств фракталов. Разбиение какого-либо множества на группы из двух элементов или комбинирование в группы из двух элементов характерно для двоичной системы счисления. Это разбиение часто применяется на практике, например при проведении спортивных командных соревнований. Команды разбиваются попарно, в паре определяется победитель, оставшиеся команды снова разбиваются и так далее, пока не останется команда-победитель. Таким образом мы получили перевернутое двоичное дерево. Двоичное дерево является одним из самых простых примеров семейства фракталов, в котором структура системы счисления представлена геометрически.

Для построения двоичного дерева используется фрагмент вида буквы V. Принцип построения представлен на рис. 3.

Аналогичным образом могут быть построены троичное, четвертичное деревья и т. д. Далее мы приведем троичное дерево (рис. 4), которое еще точнее иллюстрирует конструкцию многоуровневой финансовой пирамиды, его образ в трехмерном пространстве (рис. 5) и программу его построения (рис. 6).

Полученное троичное дерево есть не что иное, как треугольник Серпинского. Этот занимательный объект придумал в 1915 г. польский математик Вацлав Серпинский. Треугольник Серпинского стал одним из самых ранних известных примеров фракталов. Существует несколько способов его построения. Один из них представляет собой следующий процесс. Берется сплошной равносторонний треугольник, на первом шаге из центра удаляется перевернутый треугольник. На втором шаге удаляется три перевернутых треугольника из трех оставшихся треугольников. Продолжая этот процесс, на n -м шаге удаляем 3^{n-1} перевернутых треугольников из центров 3^{n-1} оставшихся треугольников. Конца этому процессу не будет, и в треугольнике не останется живого места, но и на части он не распадется: получится объект, состоящий из одних только пустот.

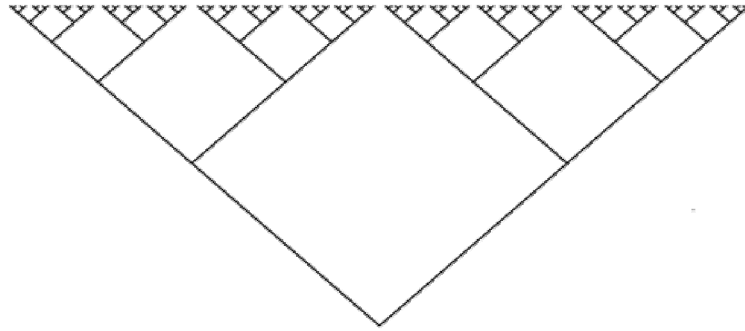


Рис. 3. Двоичное дерево
Fig. 3. Binary tree

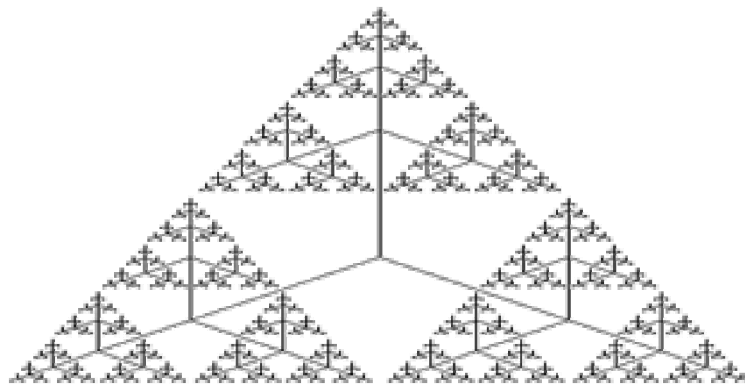


Рис. 4. Троичное дерево
Fig. 4. Ternary tree

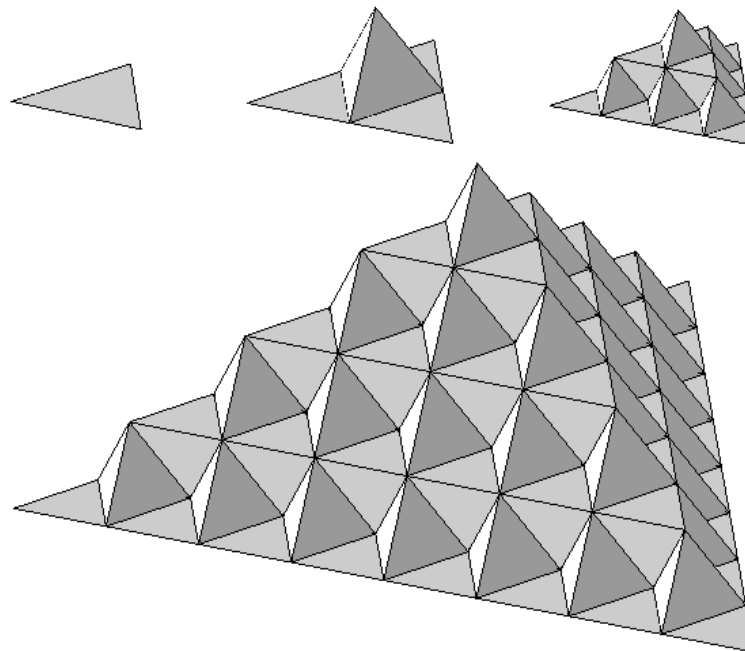


Рис. 5. Троичное дерево и первые три итерации его построения в трехмерном пространстве
Fig. 5. Ternary tree and the first three iterations of its construction in three-dimensional space

```

program DTr;
uses Graph, CRT;

const
  max = 5;

var
  gd, gm : Integer;

procedure LineTo1(x, y, l, u : Real);
begin
  Line(Round(x), Round(y), Round(x + l * cos(u)), Round(y - l * sin(u)));
end;

procedure Draw(x, y : Integer; l, u : Real);
begin
  if KeyPressed then
    exit;
  if l > max then
    begin
      l := l * 0.37;
      Lineto1(x, y, l, u);
      x := round(x + l * cos(u));
      y := round(y - l * sin(u));
      Draw(x, y, l + 1 / 3, u + 4 * pi/3);
      Draw(x, y, l + 1 / 3, u - 4 * pi/3);
      Draw(x, y, l + 1 / 3, u);
    end;
end;

begin
  gd := Detect;
  InitGraph(gd, gm, "");
  Draw(320, 240, 300, pi/2);
  Draw(320, 240, 300, pi/2 + 4 * pi/3);
  Draw(320, 240, 300, pi/2 - 4 * pi/3);
  ReadKey;
  CloseGraph;
end.

```

Рис. 6. Программа построения троичного дерева

Fig. 6. Program for constructing a ternary tree

Треугольник Серпинского состоит из трех копий самого себя, каждая последующая — в два раза меньше. Взаимное расположение их таково, что если уменьшить клеточки сетки в два раза, то число квадратов, пересекающихся с фракталом, утроится. То есть $N(\delta/2) = 3N(\delta)$. Если сначала размер клеток был 1, а с фракталом пересекалось N_0 из них ($N(1) = N_0$), то $N(1/2) = 3N_0$, $N(1/4) = 3^2N_0$, ..., $N(1/2^k) = 3^kN_0$. Отсюда получается, что $N(\delta)$ пропорционально $(1/\delta)^{\log_2 3}$, и по определению фрактальной размерности она равна как раз $\log_2 3$.

Таким образом, математический аппарат, описывающий пропорции треугольника Серпинского, может быть использован, по нашему мнению, для идентификации потенци-

альной финансовой пирамиды с аналогичным соотношением между величиной дохода и суммой вложений.

Результаты исследования.

1. Выявлена совокупность типичных политических и социально-экономических условий появления финансовых пирамид, которые могут сложиться в рамках отдельного временного промежутка в истории развития любого государства.

2. Дано описание основных схем работы финансовых пирамид по их видам, в том числе адаптированных к условиям формирующейся цифровой экономики в пространстве информационного общества.

3. Обосновано предложение — рассматривать финансовые пирамиды как фрактальные

объекты, позволяющее имитировать их внутреннее устройство с помощью весьма простых математических формул.

4. Предложено применение пропорций построения треугольника Серпинского в качестве параметров идентификации потенциальной финансовой пирамиды с аналогичным соотношением между величиной дохода и суммой вложений.

Выводы. Существование финансовых пирамид неразрывно связано с такими функциями финансов, как перераспределение, концентрация и централизация капитала. Феномен финансовых пирамид следует рассматривать как оборотную сторону общественной значимости перечисленных выше функций финансов. Если в процессе создания и использования централизованных и децентрализованных фондов денежных средств (государственного бюджета, социальных внебюджетных фондов, фондов развития и т. п.) происходит реализация политических, защитных, социально-экономических и иных функций государства, то в процессе создания и крушения финансовых пирамид реализуется присвоение денежных накоплений широких слоев населения небольшой группой организаторов финансовых пирамид. В первом случае функции финансов служат общественным интересам, во втором случае – частным интересам отдельных лиц.

Наиболее действенными способами предупреждения являются мероприятия по повышению финансовой грамотности и информированности населения о постоянно возникающих новых схемах финансовых пирамид. В частности, особое внимание должно быть уделено типичным признакам финансовых пирамид, благодаря которым становится возможным их вычисление из массы иных компаний и организаций. Эти признаки:

- отсутствие лицензии регулирующих органов на осуществление деятельности по привлечению денежных средств населения;
- обещание высокой доходности, в несколько раз превышающей рыночный уровень;
- гарантирование доходности (что запрещено на рынке ценных бумаг);
- массированная реклама в печатных средствах массовой информации и Интернете с обещанием высокой доходности;

- отсутствие какой-либо информации о финансовом положении организации;
- выплата денежных средств новым участникам из денежных средств, внесенных другими вкладчиками ранее;
- отсутствие собственных основных средств и других дорогостоящих активов;
- отсутствие точного определения вида деятельности организации и источников получения доходов.

Наличие хотя бы нескольких из перечисленных признаков сразу ставит под сомнение законность организации. Тем не менее, можно ли заработать деньги на пирамиде? Конечно же, да. Но только тогда, когда вы пришли туда одним из первых, что нельзя знать наверняка. Если же вы уже попали в пирамидальную организацию, то не стоит паниковать. Лучшим и единственным выходом из положения является обращение в правоохранительные органы, и с их помощью, возможно, получится вернуть часть вложенных денежных средств. Однако чаще всего инвестированные в финансовые пирамиды деньги пропадают бесследно.

В качестве основного направления дальнейших исследований нам видится разработка алгоритма (программы) действий частного лица по выявлению потенциальной финансовой пирамиды на основе набора простых для понимания и использования показателей. В частности, исходя из выявленных в работе числовых пропорций, заложенных в программе построения троичного дерева, мы предлагаем идентифицировать в качестве финансовой пирамиды инвестиционный проект, обещающий доходность, превышающую ключевую ставку Банка России, как минимум, в 3 раза. Так, например, если на текущий момент ключевая ставка Банка России составляет 7,75 % годовых, то доход от инвестиционного проекта, составляющий, как минимум, 23,25 % годовых, должен насторожить и заставить собрать более подробную информацию о проекте. Помимо ключевой ставки Банка России в качестве рыночного ориентира по доходности могут служить среднерыночные ставки по банковским вкладам и кредитам, доходность государственных облигационных займов. Упомянув процентные ставки по банковским вкладам и кредитам, хотелось

бы параллельно заметить, что предлагаемый критерий по выявлению финансовых пирамид не менее актуален и при выборе банка. В случае, если банк привлекает вклады по ставкам, которые выше, чем среднерыночные по банковской системе, то он испытывает проблемы с ликвидностью, в силу чего риски невозврата вкладов этим банком значительно возрастают. Аналогичную тревогу должны вызывать и завышенные, по сравнению со среднерыночными,

процентные ставки по кредитам. В этом случае потенциальному заемщику необходимо иметь в виду, что, устанавливая завышенные ставки по предоставляемым кредитам, банк закладывает в них высокую вероятность невозврата части кредитного портфеля, бремя потерь от которого автоматически перекладывается на добросовестных заемщиков, полностью и своевременно погашающих свои обязательства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Алабердеев Р.Р., Латов Ю.В.** Финансовые пирамиды как форма непроизводительного предпринимательства // Terra Economicus. 2010. Т. 8, № 2. С. 35–43.
- [2] **Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Пшеничников В.В., Тюлин А.С.** Криптовалюта и блокчейн-технология в цифровой экономике: генезис развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 5. С. 9–22. DOI: 10.18721/JE.10501
- [3] **Демин А.И.** Информационная теория экономики. Макромодель. 3-е изд. М.: КомКнига, 2010. 350 с.
- [4] **Димитриади Г.Г.** Модели финансовых пирамид: детерминированный подход. М.: УРСС, 2002. 36 с.
- [5] **Коротченков А.М., Виноградов Д.А.** Провалы рынка. Долги, дефициты, кризисы, дефолты, финансовые пирамиды, финансовые пузыри, банковские паники – звенья одной цепи. М.: Проспект, 2015. 155 с.
- [6] **Крейнин В.** Конец утопии. Взлет и крах финансовой пирамиды. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 183 с.
- [7] **Кузина О.Е.** Иллюзии рациональности: влияние коллективных представлений на инвестиционное поведение вкладчиков «финансовых пирамид» // Вопросы социологии. 1998. Вып. 8. С. 143–157.
- [8] **Кузина О.Е.** Формирование доверия в массовом инвестиционном поведении // Социологический журнал. 1999. № 1–2. С. 171–181.
- [9] **Мандельброт Б.** Фракталы, случай и финансы. Ижевск, 2004. 256 с.
- [10] **Радаев В.В.** Уроки «финансовых пирамид», или что может сказать экономическая социология о массовом финансовом поведении // Мир России. 2002. № 2. С. 39–69.
- [11] **Allen F., Gale D.** Bubbles and Crises // Economic Journal. 2000. Vol. 110, no. 460. P. 236–255.
- [12] **Anzhu A.A., Pshenichnikov V.V.** Phenomenon of financial pyramids: nature and design // Advances in Economics, Business and Management Research. 2017. Vol. 38. P. 13–19.
- [13] **Ashby W.R.** An Introduction to Cybernetics. L.: Chapman & Hall, 1956.
- [14] **Crockett A.** Market Liquidity and Financial Stability // Financial Stability Review (Special Issue on Liquidity). P.: Banque de France, 2008. Feb. P. 13–17.
- [15] **Guttman R.** Cybercash. The Coming Era of Electronic Money. L.: Palgrave Macmillan. 2003. P. 32.
- [16] **Kregel J.** The Natural Instability of Financial Markets // Levy Institute Working Paper. 2007. No. 523.
- [17] **Mandelbrot B.B.** The Fractal Geometry of Nature. N. Y.: Freeman, 1982.
- [18] **Mandelbrot B.B.** Fractal and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk. N. Y.: Springer-Verlag, 1997.
- [19] **Mandelbrot B.B.** Fractal & Self-affinity: R / S, 1 / f, Global Dependence, Relief & Rivers. N. Y.: Springer-Verlag, 1997.
- [20] **Nesvetailova A.** Financial Alchemy in Crisis: The Great Liquidity Illusion. L.: Pluto, 2010.
- [21] **Soros G.** The New Paradigm for Financial Markets. N. Y.: Public Affairs, 2008.

ПШЕНИЧНИКОВ Владислав Владимирович. E-mail: wladwp@yandex.ru
АНЖУ Аллар Александрович. E-mail: anjou@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 15.12.2017

REFERENCES

- [1] **R.R. Alaberdeev, Yu.V. Latov,** Finansovye piramidy kak forma neproizvoditel'nogo predprinimatel'stva, Terra Economicus 8 (2) (2010) 35–43.
- [2] **A.V. Babkin, D.D. Burkaltseva, V.V. Pshenichnikov, A.S. Tyulin,** Cryptocurrency and blockchain technology in digital economy: development genesis, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (5) (2017) 9–22. DOI: 10.18721/JE.10501
- [3] **A.I. Demin,** Informatsionnaya teoriya ekonomiki. Makromodel'. 3-e izd., Moscow, KomKniga, 2010.
- [4] **G.G. Dimitriadi,** Modeli finansovykh piramid: determinirovannyy podkhod, Moscow, URSS, 2002.

- [5] **A.M. Korotchenkov, D.A. Vinogradov**, Provaly rynka. Dolgi, defitsity, krizisy, defolty, finansovye piramidy, finansovye puzyri, bankovskie paniki – zven'ia odnoi tsepi, Moscow, Prospekt, 2015.
- [6] **V. Kreinin**, Konets utopii. Vzlet i krakh finansovoi piramidy, Moscow, Al'pina Biznes Buks, 2008.
- [7] **O.E. Kuzina**, Illiuzii ratsional'nosti: vliianie kollektivnykh predstavlenii na investitsionnoe povedenie vkladchikov «finansovykh piramid», Voprosy sotsiologii, 8 (1998) 143–157.
- [8] **O.E. Kuzina**, Formirovanie doveriia v massovom investitsionnom povedenii, Sotsiologicheskii zhurnal, 1-2 (1999) 171–181.
- [9] **B. Mandel'brot**, Fraktaly, sluchai i finansy. Izhevsk, 2004.
- [10] **V.V. Radaev**, Uroki «finansovykh piramid», ili chto mozhnet skazat' ekonomicheskaiia sotsiologiia o massovom finansovom povedenii, Mir Rossii, 2 (2002) 39–69.
- [11] **F. Allen, D. Gale**, Bubbles and Crises, Economic Journal, 110 (460) (2000) 236–255.
- [12] **A.A. Anzhu, V.V. Pshenichnikov**, Phenomenon of financial pyramids: nature and design, Advances in Economics, Business and Management Research, 38 (2017) 13–19.
- [13] **W.R. Ashby**, An Introduction to Cybernetics, L., Chapman & Hall, 1956.
- [14] **Crockett A.** Market Liquidity and Financial Stability, Financial Stability Review (Special Issue on Liquidity), P., Banque de France, (2008) Feb. 13–17.
- [15] **R. Cybercash Guttman**. The Coming Era of Electronic Money, L., Palgrave Macmillan. (2003) 32.
- [16] **J. Kregel**, The Natural Instability of Financial Markets, Levy Institute Working Paper, 523 (2007).
- [17] **B.B. Mandelbrot**, The Fractal Geometry of Nature, N. Y., Freeman, 1982.
- [18] **B.B. Mandelbrot**, Fractal and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk, N. Y., Springer-Verlag, 1997.
- [19] **B.B. Mandelbrot**, Fractal & Self-affinity: R / S, 1 / f, Global Dependence, Relief & Rivers, N. Y., Springer-Verlag, 1997.
- [20] **A. Nesvetailova**, Financial Alchemy in Crisis: The Great Liquidity Illusion, L., Pluto, 2010.
- [21] **G. Soros**, The New Paradigm for Financial Markets, N. Y., Public Affairs, 2008.

PSHENICHNIKOV Vladislav V. E-mail: wladwp@yandex.ru
ANZHU Allar A. E-mail: anzou@inbox.ru