

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

А. Н. Стеблянская¹,

Харбинский инженерный университет,
Школа экономики и менеджмента (Харбин, Китай);
Центральный экономико-математический институт
Российской Академии Наук (ЦЭМИ РАН) (Москва, Россия)

Джен Ванг²,

Китайский университет нефти /
Академия энергетической стратегии (Пекин, Китай)

Н. Т. Габдрахманова³,

Российский университет дружбы народов (Москва, Россия)

У. А. Алероев⁴,

Российский университет дружбы народов (Москва, Россия)

СИСТЕМНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОФИНАНСОВОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РОСТА (НА ПРИМЕРЕ КИТАЙСКИХ И РОССИЙСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ)

В данной статье авторы исследуют, как факторы окружающей среды и социальной ответственности влияют на устойчивый финансовый рост. Финансовые решения, учитывающие долгосрочные социальные и экологические последствия, должны занимать центральное место в системе финансового устойчивого роста нефтегазовых компаний мира, и в том числе России и Китая. Авторы представляют результат междисциплинарного исследования модели системного перехода нефтегазовой промышленности России и Китая к «зеленым финансам». Исследование строится на основе теории экономического роста, системной экономической теории и теории относительности. Создана финансовая модель устойчивого роста с нефинансовыми факторами на основании тензора Риччи на базе программы Python 3.6. Для анализа интенсивности устойчивого роста сравнивались несколько показателей: авторский индекс устойчивого роста с нефинансовыми составляющими (FSI), индекс устойчивого роста Хиггинса (SGR), индекс устойчивого роста Ивашковской, модификация индекса устойчивого роста (SGImodif). За каждый период I–III сравнивались средние значения показателей устойчивого роста и средние значения искривлений Риччи (R) в графе. Используя кривизну Риччи, для Российской и китайской нефтегазовой промышленности были определены параметры динамической модели устойчивого роста.

¹ Стеблянская Алина Николаевна; e-mail: alinamv@bk.ru

² Джен Ванг; e-mail: wangzhen@cup.edu.cn

³ Габдрахманова Наиля Талгатовна; e-mail: gabd-nelli@yandex.ru

⁴ Алероев Увайс Ахмадович; e-mail: ualeroev@bk.ru

Ключевые слова: устойчивый рост, динамическое моделирование экономических систем, экофинансы, кривизна Риччи, экологический финансовый стабильный рост, индекс устойчивого роста (FSI).

Цитировать статью: Стеблянская А. Н., Джен Ванг, Габдрахманова Н. Т., Алероев У. А. Системная трансформация экофинансовой модели устойчивого роста (на примере китайских и российских нефтегазовых компаний) // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 4. — С. 42–59.

Steblyanskaya A. N.,

Harbin Engineering University, School of Economics
and Management (Harbin, China);

Central Economics and Mathematical Institute,
Russian Academy of Science (CEMI RAS) (Moscow, Russia)

Zhen Wang,

China University of Petroleum / Academy of Chinese Energy Strategy
(Beijing, China)

Gabdrakhmanova N. T.,

The Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russia)

Aleroev U. A.,

The Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russia)

SYSTEM TRANSITION TO THE «ECO-FINANCE» SUSTAINABLE GROWTH: EVIDENCE FROM CHINESE AND RUSSIAN OIL AND GAS COMPANIES

In this paper, we study how financial sustainable growth matters for environment protection and social responsibility. Financial decisions that take into account long-term social and environmental consequences should be central to the system of financially sustainable growth of oil and gas companies of the world, including Russia and China. Authors present Russia and China oil and gas industry system transition to «Green Finance» sustainable growth model results with interrelation financial, environmental and social factors. Study regarded in the context of economic growth theory, system economics theory and the theory of relativity. It was created Python 3.6. financial sustainable growth model for Russia and China. A dynamic model was built on the basis of the Ricci tensor. For sustainable growth intensity analysis, it was compared Financial sustainable index (FSI), Higgins' sustainable growth rate (SGR), Ivashkovskaya' sustainable growth index (SGI), Ivashkovskaya' sustainable growth index modification (SGImodif) every period indicators' average values and the graph' average values of the Ricci curvatures (R). Using the Ricci curvature, the parameters of a dynamic model of sustainable growth are determined for Russia and for China oil and gas industry. Key words: sustainable growth, System Dynamic modelling, Ecological Finance, Ricci Curvature, environmental financial sustainable growth, Financial Sustainable Index (FSI).

Key words: Sustainable growth, System Dynamic modelling, Ecological Finance, Ricci Curvature, Coarse Ricci Curvature, environmental financial sustainable growth, Python 3.6. financial sustainable growth model, Financial Sustainable Index (FSI).

Введение

Группа, возглавляемая профессором Ниу Венюан из Института политики и управления Китайской Академии наук, создала концепцию «Точки устойчивости Лагранжа», чтобы сбалансировать три важнейших элемента в своих исследованиях, заимствованных из физики, — идеи точки равновесия между гравитационными полями крупных планет (по аналогии — точка равновесия между тремя элементами устойчивого развития — экономическим развитием, социальным прогрессом, ответственностью за окружающую среду) [Niu, 2012; Niu, 2011] и создать экономическую модель устойчивого развития КНР. По мнению экспертов, ожидается, что Китай как крупнейшая развивающаяся страна мира достигнет показателей устойчивого развития через 64 года (в 2079 г.) [Ху, 2014]. Притом, что структура энергетической отрасли Китая и экономическая модель государства взаимно дополняют друг друга [Chinese Academy of Social Sciences, 2015], Ниу Венюан доказал, что модель развития КНР определяет ее энергетический профиль, следовательно, нефтяные и газовые компании Китая также можно рассматривать как прогрессивную движущую силу общества [G20 Green Finance Study Group, 2016].

На основании системной методологии выявлены проблемы и систематизированы противоречия традиционной организации модели устойчивого финансового роста как функциональной, ориентированной на условия конкурентного рынка, для которого не институционализированы нефинансовые факторы устойчивого роста, что тормозит адаптивную реакцию устойчивого роста на изменение динамичной конкурентной среды. Когда мы говорим о существующей системе финансового роста, мы понимаем, что фактическое состояние таково, что слишком много теоретических посылов, однако в практике отсутствует инструментарий, который бы описывал методы достижения устойчивого роста динамической системы. К существующим проблемам системы финансового устойчивого роста также относятся фрагментированность, несвязность, межуровневая и внутриуровневая несбалансированность, диспропорции элементов и дискоординация.

Модель системы финансового роста объясняется с использованием системной теории, термин в первый раз ввел Людвиг фон Берталанфи (1901–1972) [Kleiner and Rybachuk, 2016], в его труде была введена теория систем на основе экономических и динамических экономических принципов. Как он утверждал, корни любого роста — комплексны [Von Bertalanffy, 1968]. Теория систем фокусировалась на взаимодействии между структурами, частями и исследовала, как они могут работать вместе. Флуд и Джексон (1991) определяли систему как комплексную и высоко пересекающуюся

юся систему синергетических частей; целое — больше, чем сумма его частей [Road, 1995]. В дальнейшем Чекланд определил систему как модель целой части чего-то, что может отражаться на человеческой жизнедеятельности [Kleiner and Rybachuk, 2016]. Как акцентируется внимание в работе Джозефа Корнаи, в соответствии с актуальными проблемами современной экономической теории должна быть найдена такая парадигма, которая может отражать экономические процессы, происходящие в реальности и обладающие большой долей надежности [Stiglitz, 2012]. С точки зрения авторов, системная парадигма Джозефа Корнаи наиболее подходит заданным условиям исследования [Kornai, 1998; Kornai, 2000; Kornai, 2016], а именно основным признаком системы устойчивого роста [Kornai, 1998] является то, что исследовать нужно систему в целом, а также взаимосвязи внутри системы. Для авторов в связи с вышеизложенным главный исследовательский вопрос — природно-производственное развитие экономической системы. Авторы не абстрагируют модель системы устойчивого финансового роста от экономической среды, в которой она живет, также как не абстрагируют — от природной среды, в которой функционирует система.

В авторской системе устойчивого роста мы выделяем два блока. Первый: финансовый результат экономической системы, представленный финансовым индексом. Второй блок — условия его достижения (получения) и третий блок — элементы системы получения финансового результата (см. рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная схема системы устойчивого финансового роста

Между этими подблоками существует диалектическая взаимосвязь (прямая и обратная). Так вот все разнообразие прямых и обратных взаи-

мосвязей в этой системе исследуется авторами. Чтобы полностью учесть результаты этих взаимосвязей, они исследуются за длительный период времени, что позволяет проявиться результатам взаимодействия всех элементов экономической системы.

Обращение к экосистемам — часть магистрального дисциплинарного направления развития экономической науки, связанного с переходом от механических аналогий к физическим, биологическим, лингвистическим и другим моделям. В перспективе ожидается вовлечение в моделирование экономики всех концепций, отражающих свойства природы и человека [Kleiner and Rybachuk, 2016]. Особенности социально-экономических экосистем: (1) локализация в пространстве, (2) целостность (тесные внутренние связи), (3) самопроизводство и саморазвитие, (4) циркулярность (замкнутость, безотходность), (5) тесная связь внутренней среды с окружающей экосистему средой, (6) двусторонне выравнивание, (7) разнообразие масштабов внутренних кластеров системы, (8) наличие ядра и защитного слоя, (9) наличие внутреннего запаса и внутренней системы ценностей, (10) системная неиерархическая координация. Или здесь можно взять четыре умения системного мышления [Cabreza et al, 2008], связи, взаимоотношения (возможные последствия взаимодействия), систему и перспективу (взаимопонимание развития и согласовывающие решения, которые люди готовы осуществить).

Особенности моделирования экономических систем

Каждая отрасль экономики представляет собой сложную непрерывно развивающуюся систему. Анализ этой системы позволяет выделить в ней многочисленные звенья, выполняющие различные функции. Среди важнейших элементов в ней можно выделить трудовые, природные ресурсы, технологические способы производства и т.д. Характерной чертой экономической системы является то, что связи между ее элементами хотя и носят объективный характер, но реализуются в процессе сознательной деятельности людей. Это позволяет ставить задачу управления экономикой и отдельными ее звеньями. Сложность управления экономической системой состоит в том, что цели управления могут быть сформулированы лишь по отношению к системе в целом, а применительно к отдельным структурам цель управления сформулировать можно, но это не приводит к положительным результатам в целом. Причина в том, что экономическая система, говоря терминами системного анализа, — сложная система. Все элементы сложной системы взаимосвязаны, и только учитывая и изучая взаимосвязи элементов, можно строить математические модели и проводить анализ динамики развития.

Самыми известными математическими моделями экономической системы являются модель Леонтьева и модель Неймана [Leontief, 1973;

J. V. Neumann, no date]. Несмотря на то что эти модели показали свою работоспособность, в настоящее время они не могут дать ответа на многие важные вопросы. Например, модель Леонтьева, модель межотраслевого баланса, оперирует чистыми отраслями, но отражает взаимосвязь между отраслями лишь косвенно, не учитывает динамику развития [Kurz and Salvadori, 2000]. На основе модели фон Неймана можно формулировать различные оптимизационные задачи, решения которых представляют траектории интенсивностей развития, предпочитаемые остальным ее траекториям. Модель фон Неймана, модель равновесного роста динамической системы, учитывает динамику, но не учитывает фактор «Окружающая среда», который является важной частью экономического развития [Schaltegger, Hahn and Burritt, 2000].

Из сказанного выше следует, что необходимо искать новые подходы к анализу динамики развития экономической системы (отрасли) и новые методы построения ее математической модели.

Постановка задачи. Основные определения

Постановка задачи

Измерение финансовой устойчивости системы возникает во многих задачах. Последние исследования показали, что представление таких систем в виде взвешенного графа позволяет получить определенную полезную информацию. Было замечено, что повышенная чувствительность, или склонность системы к отказам в условиях случайных возмущений, отрицательно коррелирует с геометрическим понятием кривизны Риччи. В данной работе мы хотим положить основу в разработке методов устойчивого развития экономической системы. Исследования проведены на основе фактических данных 29 показателей за 98 кварталов нефтегазовой отрасли России и Китая.

Под устойчивым развитием системы понимается такое ее поведение, при котором все показатели будут возрастать, причем темп роста всех показателей будет согласован. Для характеристики устойчивого развития авторами разработан экономический показатель, который мы обозначили X и назвали показателем интенсивности развития. Показатель X построен экспертным путем, на анализе 29 показателей.

Выбранные 29 показателей характеризуют распределение ресурсов между четырьмя важными группами системы:

- 1) окружающая среда — группа показателей, отражающих расходы на сохранение окружающей среды;
- 2) энергетический показатель,
- 3) социальные — группа показателей, отражающих расходы на социальные нужды;

- 4) финансовые — группа показателей, отражающих развитие производства финансовые.

Коротко постановку задачи можно сформулировать так.

Даны значения 29 показателей отрасли за 98 периодов. Требуется построить математическую модель, позволяющую анализировать устойчивость развития системы.

Наличие подобной модели позволит на основе вычислений принимать управленческие решения. В данной работе авторы для исследования динамики устойчивого развития системы используют понятие кривизны Риччи и локального коэффициента кластеризации.

Решение задачи

Метод решения задачи. Корреляционная сеть и локальный коэффициент кластеризации

Мы предлагаем метод, который объединяет методы сетевого анализа с классической корреляцией, теорию графов и локальный коэффициент кластеризации. Это обеспечивает новое графическое представление экономической системы, которое позволяет решить задачу анализа динамики развития системы новыми методами. По аналогии с кривизной в римановой геометрии мы интерпретируем кривизну Риччи как величину перекрытия между окрестностями двух смежных вершин. Для решения используем понятие локального коэффициента кластеризации, который показывает плотность треугольных отношений.

Существуют различные способы характеризовать «степень кривизны» математических объектов (дискретных и непрерывных). В настоящей работы мы будем использовать локальный коэффициент кластеризации корреляционной сети. Он является инструментом, близким так называемой кривизне Риччи.

В римановой геометрии тензор Риччи задает один из способов измерения кривизны многообразия, т.е. степени отличия геометрии многообразия от геометрии плоского евклидова пространства. Грубо говоря, тензор Риччи измеряет *деформацию объема*, т.е. степень отличия n -мерных областей n -мерного многообразия (поверхности) от аналогичных областей евклидова пространства. Технически в каждой точке многообразия тензор Риччи задается симметричной неотрицательной матрицей. В случае евклидова пространства эта матрица является тождественно нулевой.

За последние годы тензор Риччи приобретает все большую популярность в других разделах математики (этому способствовали в том числе работы Г. Перельмана, в которых применялись так называемые «потoki Риччи»). Имеются попытки определить тензор Риччи для объектов, отличных от классических многообразий, например метрических пространств

и дискретных объектов (графов и т.п.). В 2009 г. Ян Оливье [Ollivier, 2009] определил так называемую грубую кривизну Риччи для дискретных объектов — марковских цепей со значениями в метрических пространствах. Эта работа приобрела большую популярность, поскольку «грубая кривизна» относительно просто вычисляется и обладает свойствами, похожими на классическую кривизну. В частности, используя этот инструмент, можно получить дискретные аналоги некоторых результатов, известных для непрерывных объектов. Чанг и Яу ввели определение кривизны Риччи для графов в 1996 [Chung and Yau, 1996]. В 2011 г. Лин, Лу, Яу модифицировали определение Оливье для кривизны Риччи цепей Маркова на метрических пространствах [Lin and Lu, 2010; Lin and Yau, 2012].

Перейдем к коэффициенту кластеризации. В общем виде формула для подсчета коэффициента корреляции такова:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum (x_i - M_x)^2 (y_i - M_y)^2}},$$

где x_i — значения, принимаемые переменной X ; y_i — значения, принимаемые переменной Y ; M_x — средняя по X ; M_y — средняя по Y .

Расчет коэффициента корреляции Пирсона предполагает, что переменные X и Y распределены нормально.

Корреляционная сеть строится следующим образом. Вершины сети — экономические показатели, все вершины соединены ребрами. Вес ребра равен выборочному коэффициенту корреляции Пирсона. Пример корреляционной сети показан на рис. 2. На рис. 2 ребра, имеющие вес (коэффициент корреляции) больше 0,7, обозначены жирной линией, ребра с весом меньше 0,7 обозначены штрих-линией.

Корреляционную сеть можно рассматривать как неориентированный граф. На основе экспертных оценок и величин коэффициентов корреляции удалим вершины мало информативные. Оставшаяся часть есть неориентированный граф. Для полученного графа вычислим локальный коэффициент кластеризации, который характеризует плотность треугольных связей. Согласно вычислениям, вершинами связного графа являются вершины с высокой корреляцией. Для нас будет важно, какие вершины вошли в связный граф и какова форма связи вершин. Мы считаем, что ситуация, когда вершины имеют высокий коэффициент кластеризации, соответствует устойчивой динамике развития.

Для решения задачи кластеризации в работе используется формула Watts—Strogatz [Watts and Strogatz, 1998]:

$$curv(A) = t/(v(v-1)/2), \quad (1)$$

здесь v — числа вершин и t — число треугольников, которые образованы ребрами графа, содержащими вершину A . Данная функция — функция

двух переменных. Заметим, что величина $v(v-1)/2$ — максимальное количество треугольников, которое можно составить с помощью всех вершин графа, следовательно, $curv(A)$ лежит между 0 и 1. На рис. 3 примеры графов и кривизны; $curv(v)$ — локальный коэффициент кластеризации.

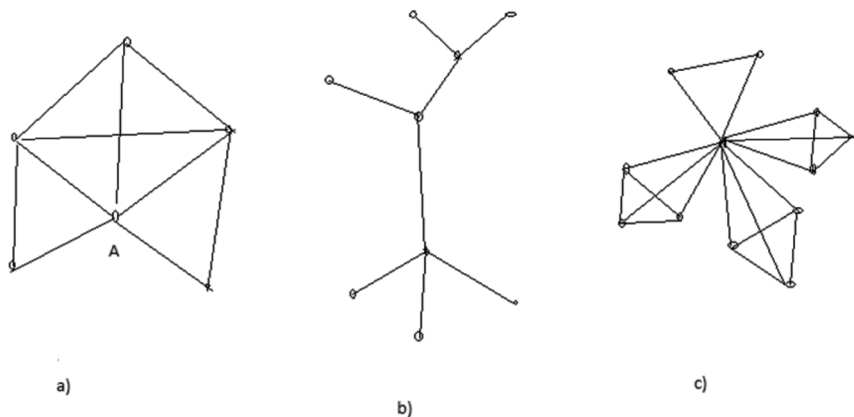


Рис. 1. a) the node n has $V = 5$ neighbors and $T = 5$ triangles, thus $curvature(n) = 1/2$, b) tree, each node has a curvature of 0
 c) node is a hub with $curvature \approx 1/v$

Исследования показывают, что кривизна, как правило, чрезвычайно низка в случайных графах. Кластеры высокой кривизны имеют весьма неслучайную структуру. В геометрии кривизна (интуитивно мера, количественно определяющая отклонение геометрического объекта от плоского) играет центральную роль.

Числовой пример

Для решения задачи выбраны 29 показателей за 98 периодов нефтегазовой отрасли. По данным выборки показателей найдены оценки парных коэффициентов корреляций. Фрагмент матрицы парных корреляций представлен в табл. 1. Затем построена корреляционная сеть, где вершины графа — экономические показатели, вес ребра между вершинами u и v — коэффициент корреляции между показателями u и v . Проводя различные численные эксперименты над построенной корреляционной сетью, мы получаем очень много информации по динамике развития системы.

Заддим некоторый порог $h > 0$ и удалим ребра, для которых $corr(u,v) < h$. Полученный граф представлен на рис 2. На рис. 1 жирными линиями выделены ребра, для которых $corr(u,v) > h$.

Порог h разбивает граф на кластеры. На рис. 1 мы получили множество вершин, связанных ребрами, и некоторое множество изолированных вершин. Для анализа поведения экономической системы предлагаем использовать вычисления на связном графе. Рассмотрим характеристики вершин графа в динамике. Для этого разобьем весь интервал на n периодов и вычислим для каждого периода кривизны вершин графа. Кривизна вершины графа оценивает плотность треугольных отношений в графе и вычисляется по формуле (1). Для того чтобы проследить динамику развития системы, мы отслеживаем изменения значений кривизн вершин графа. Для общей характеристики ситуации в каждый период мы ввели средний локальный коэффициент кластеризации:

$$K_i = \text{curv}(G_i) = \sum_{j=1}^{n_i} \text{curv}(j), \quad (2)$$

где i — номер периода, n_i — степень вершин графа периода i .

Для вычислений кривизн вершин графа разработана программа. Результаты вычислений и алгоритм представлены ниже.

Для анализа стабильности развития системы мы вычисляем среднее значение кривизн вершин графа для каждого периода и сравниваем их со средними значениями показателей интенсивности развития системы: X , Y_1 , Y_2 , Y_3 . Результаты вычислений средних значений показателей эффективности развития системы и средних значений локальных коэффициентов кластеризации для трех периодов представлены далее.

Алгоритм решения задачи

Для решения задачи используется открытая библиотека в Python «NetworkX».

Данные: есть выборка данных некоторого периода с 1996 по 2016 г.

- Окружающая среда показатели
- Социальные
- Финансовые

Всего параметров 28, 8 из которых показатели окружающей среды, 3 — социальные показатели, 17 — финансовые.

Алгоритм реализованной программы:

Алгоритм 1. Формирование графа

Вход: таблица корреляции corr, список узлов графа headers, список устойчивых узлов headers2

Выход: взвешенный граф G

$G :=$ Граф

комбинации := комбинация всех узлов графа попарно

Для всех пар **из** комбинации:

если элементы пары **не входят в** headers2 **то**

G.добавить ребро(пара, вес := 0)

иначе:

G.добавить ребро(пара, вес := корреляция(пары))

Алгоритм 2–3. Обновление графа

Вход: граф G, нижняя граница веса eps

Выход: граф G обновленный

для всех ребер **из** Графа G

если вес ребра < eps **то** удалить ребро

для всех узлов **из** Графа G

если степень узла == 0 **то** удалить узел

Алгоритм 4–5. Вычисление кривизны Риччи в узлах

Вход: граф G

Выход: кривизны Риччи для каждого узла, список устойчивых узлов
headers2

n := количество всех узлов графа

для всех узлов **из** графа G

 tri = количество треугольных связей узла

 кривизна узла := tri/(n(n-1))

headers2 := оставшиеся узлы графа G

Основные результаты

Опишем основные результаты вычислений. Сначала рассмотрим модели по России и Китаю отдельно, затем проведем сравнительный анализ.

Модель для России. В табл. 1 приведен фрагмент вычислений выборочных коэффициентов корреляции по данным для России. По вычисленным коэффициентам построена корреляционная сеть рис. 2. Жирными линиями выделены связи с коэффициентом корреляции больше 0,7. Удалим ребра с коэффициентом корреляции меньше 0,7 и будем рассматривать для анализа только оставшийся граф. Важно, чтобы в графе оставались вершины из трех групп: окружающая среда, социальные, финансовые. Оставшийся граф с выделенными вершинами и ребрами мы рассматриваем в динамике и изучаем изменение геометрии графа, а именно изменения локальных коэффициентов *curv* (.) вершин графа. Для этого мы разбили весь массив данных на три периода, для каждого периода построили корреляционный граф, вычислили значения *curv* (.) всех вершин графа. Затем для графа каждого периода вычислили среднее значение кривизны по формуле (2). Для анализа мы сравниваем средние значения каждого периода обобщенных показателей интенсивностей развития *X*, *Y1*, *Y2*, *Y3* и средние значения кривизн графа *K* (табл. 2). На рис. 3 представлен график изменений двух величин *K* и *X*. По оси абсцисс отложены значения периода, по оси ординат значения *K* и *X*.

Таблица 1

Матрица парных корреляций

	LEI	PRP	ROEnv	ER	ES	CO2	FOORPRINT	BIOCAPACITY	RoL
LEI	1	0,61	0,5	0,11	0,49	0,41	0,12	0,16	0,48
PRP	0,61	1	0,32	0,28	0,31	0,54	0,2	0,17	0,73
ROEnv	0,5	0,32	1	0,21	0,45	0,3	0,08	0,02	0,28
ER	0,11	0,28	0,21	1	0,03	0,22	0,03	0,37	0,48
ES	0,49	0,31	0,45	0,03	1	0,67	0,32	0,05	0,26
CO2	0,41	0,54	0,3	0,22	0,67	1	0,24	0,33	0,42
FOORPRIN	0,12	0,2	0,08	0,03	0,32	0,24	1	0,55	0,08
BIOCAPAC	0,16	0,17	0,02	0,37	0,05	0,33	0,55	1	0,15
RoL	0,48	0,73	0,28	0,48	0,26	0,42	0,08	0,15	1

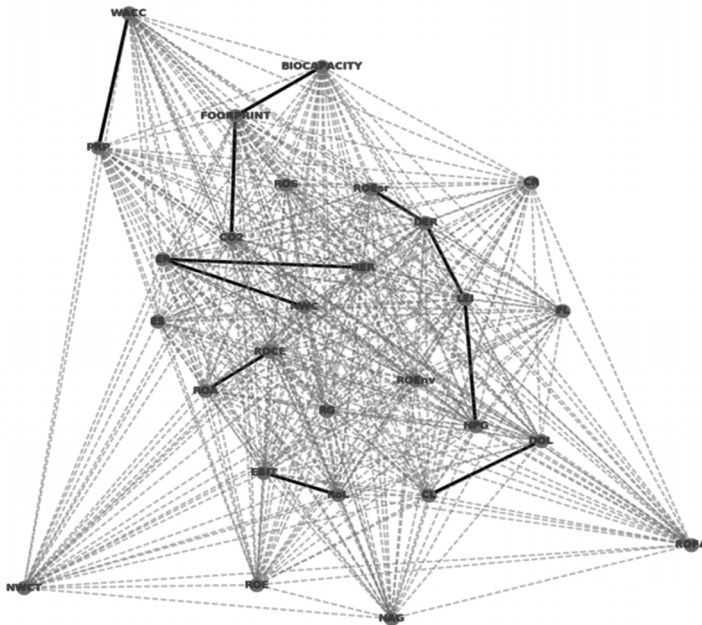


Рис 2. Корреляционная сеть 1 (Россия)

Таблица 2

Матрица средних значений показателей эффективности развития системы для России

i	R_i	X_i	$X1_i$	$X2_i$	$X3_i$
1	0,005	0,18	0,19	0,07	0,09
2	0,004	0,31	0,15	0,14	0,14
3	0,047	0,53	0,18	0,12	0,13

**Матрица средних значений показателей эффективности
развития системы для Китая**

i	K_i	X_i	$Y1_i$	$Y2_i$	$Y3_i$	$Y4_i$
1	0,04	0,07	0,007	0,008	0,009	0,008
2	0,032	0,15	0,06	0,02	0,03	0,04
3	0,12	0,24	0,01	0,01	0,014	0,01

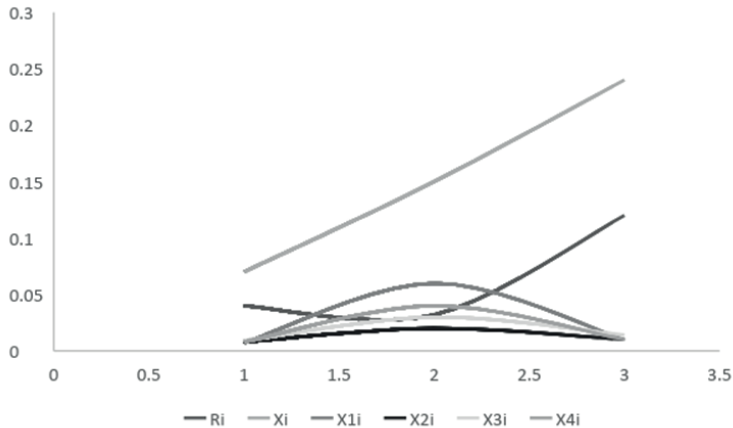


Рис. 4. Динамика показателей K и X (Китай)

Сравнительный анализ всех показателей K , X , $Y1$, $Y2$, $Y3$ (табл. 2 и 3) показывает, что показатели X и K хорошо согласуются между собой и являются хорошими показателями интенсивности развития экономической системы. Сравнительный анализ развития отраслей России и Китая по показателям X и K показывает, что Китай развивается более устойчиво. Значения K каждого периода для Китая выше, чем для России, и они не так сильно отстают от показателя X .

Выводы

Проведенные исследования показывают, что геометрические методы позволяют найти новые способы оценки динамики развития сложной системы. В работе показано, что геометрические методы позволяют оценить устойчивость развития системы по данным различных показателей. Проведенные исследования позволяют находить новые методы управления развитием отрасли. В дальнейшем предполагается продолжить исследования в этом направлении.

Решены следующие задачи.

На основании системной методологии выявлены проблемы и систематизированы противоречия традиционной организации устойчивого финансового роста как функциональной, ориентированной на условия конкурентного рынка, для которого неинституционализированы факторы устойчивого развития, что тормозит адаптивную реакцию устойчивого роста на изменение динамичной конкурентной среды.

Обоснован состав и структура модулей и комплекса соответствующих им факторов как институциональных форм осуществления портфеля операционных возможностей устойчивого финансового роста экономики государства, наиболее точно подходящих для адаптации к изменяющимся запросам (агентов конкурентного рынка), что дает возможность государству институционализировать экономические отношения в форме включения модулей в систему финансового роста. Доказано, что сопряженным обстоятельством адаптивной гибкости факторов является их реструктуризация на базе выделения значимых и незначимых показателей (элементов). Дана авторская трактовка ключевых модулей, предопределяющих сохранение баланса природных ресурсов и технико-технологического развития хозяйства, качества социальной среды общества. Представлены следующие факторы: Е — Экологический S — Социальный Р — Производственный F — Финансовый. Мы используем четыре модуля, включающих 33 показателя.

Построены динамические модели финансового устойчивого роста для нефтегазовой промышленности России и Китая. Характеристики модели: динамическая, реагирующая на изменения, оптимальная, сбалансированная, самоорганизационная, адаптивная, саморазвивающаяся, самопрогрессирующая, синергетическая и системная. Чтобы обеспечить эволюционное развитие устойчивого финансового роста, которое бы сохраняло сбалансированное производственное использование техногенных, природных и социальных факторов, было создано модельно-инструментальное обеспечение.

Интерпретация авторами ключевых нематериальных факторов служит сохранению природных ресурсов, а также улучшению качества социальной ответственности при условии достижения финансовых целей организаций нефтегазовой промышленности России и Китая. Важным достижением настоящего исследования является тот факт, что найдены связи между финансовой устойчивостью и нефинансовыми факторами устойчивого развития, такими как энергетический индекс Ламберта, энергетическая эффективность, коэффициент выпуска продукции к резервам, возврат средств на активы, возврат средств на вложения в персонал, возврат средств на вложения в защиту окружающей среды. Также выявлено, что авторский коэффициент финансового роста с включенными в него нефинансовыми факторами, более всего коррелирует с факторами устой-

чивого развития. Результат оценки финансовой устойчивости российских и китайских нефтегазовых компаний показывают, что они финансово привлекательны и имеют стабильные результаты, но в связи с тем, что существующие коэффициенты устойчивого роста оценивают только финансы компании, рекомендуется улучшить финансовую стратегию согласно пунктам устойчивого роста и включить новый показатель FSI в стратегический KPI. Полагаем, что Китай и компании рынка газа России должны уделить больше внимания энергии, социальные, экологические и экономические детерминанты, которые будут способствовать росту финансово стабильных компаний.

Ограничения в настоящем исследовании и будущие исследования

Настоящее исследование стоит перед несколькими ограничениями, которые также могут являться базой для дальнейшей работы. Во-первых, урегулирование нашего исследования ограничено данными российской и китайской нефтегазовой отраслью, ограничив всеобщность наших результатов. Кроме того, данные по России доступны с 1996 г. (крах СССР), вследствие этого был взят аналогичный период расчета по нефтегазовой отрасли КНР. Касательно будущих исследований авторы подчеркивают, что есть два принципиальных направления развития аналитических методов на устойчивый рост. Первое направление — развитие стохастических аналитических методов, как нематериальные факторы влияют на финансовые факторы или как финансовые и экономические показатели влияют на экологические и социальные показатели. Второе направление — развитие показателей системы устойчивого роста в целом. Авторы хотели бы продолжить исследования того, как финансовая устойчивость влияет на устойчивость в целом. Кроме того, авторов интересует вопрос: может ли быть устойчивый рост сбалансирован или оптимален? Также было бы целесообразно исследовать множество дополнительных факторов, которые могут оказывать влияние на финансовый рост.

Благодарность

Мы хотим выразить благодарность анонимным рецензентам за их ценные комментарии. Динамическая модель устойчивого роста построена Математическим институтом С. М. Никольского в программе Python 3.6 в соответствии с грантом Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (№ 19-08-00261).

Приложение А

Полный лист показателей, используемых в исследовании [Lambert et al., 2014; Ivashkovskaya, 2009; Ivashkovskaya, 2008; Kaspersen, 2013; Eling, Parnitzke and Schmeiser, 2006; Higgins, 1977; Ryabova, 2018; Pereira, 2018].

Sustainability Indicators Status	Index	Proxy	Calculation method
Sustainable Growth Indices (financial)	FSI		$\left[\frac{\left(\frac{A_t + \frac{1}{n}}{A_0 + \frac{1}{n}} \right)^2 - (A_0^2 - 1)}{\left(\frac{A_t + \frac{1}{n}}{A_0 + \frac{1}{n}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$ see App. 2
	SGR(H)	X1	RM*AT*FL*R (Higgins, 1977)
	SGI (Iv)	X2	$SGI(Iv) = (1 + g_i) \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \max[(0, (ROCE_i - WACC_i))]$
	SGI_{ROE-v_e}	X3	$SGI_{ROE-v_e} = \frac{ROE_{avg}}{v_e} \times \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \max[(0, (ROE_i - v_e))]$
	Earnings before interest and taxing	EBIT	Earnings before interest and taxing
	Return on Assets	ROA	(EBIT/Total Assets)*100%
	Return on Sales	ROS	Return on sales
	Return on Equity	ROE	Net income/Equity
	Return On Capital Employed	ROCE	EBIT/(Total Assets-Current Liabilities)
	Return on Fixed Assets	ROFA	EBIT/Fixed Assets
	Net working capital	NWC	Current assets-current liabilities
	Net working capital Turnover	NWCT	Revenue/Current Assets
	Current Ratio	CR	Current assets/current liabilities
	Revenue growth	RG	An increase of a company's sales when compared to a previous quarter's revenue performance
	Net profit growth	NPG	An increase of a company's net profit when compared to a previous quarter's net profit performance
	Net assets growth	NAG	An increase of a company's net assets when compared to a previous quarter's net assets performance. Net assets=Total assets-Total Current liabilities
	Financial leverage	FL	Total Assets/Equity
	Operation leverage degree	DOL	% change in EBIT/% change in Revenue
	Combine leverage	CL	Financial leverage*operation leverage
	Debt equity ratio	DER	Total liabilities/Equity. Total liabilities = Equity-Assets
	Weighted Average Cost Of Capital	WACC	$WACC = rE \times kE + rD \times kD \times (1 - T)$
Environmental factors	Energy Indicators	LEI	Lambert Energy Index
		ES	Energy Savings
		ROENV	ROEnv = costs concerning environmental protection and decision of pollution question/production
	Environmental indicators	Footprint	Footprints are the impressions or images left behind by a person walking or running
		Biocapacity	The biocapacity or biological capacity of an ecosystem is an estimate of its production of certain biological materials such as natural resources, and its absorption and filtering of other materials such as carbon dioxide from the atmosphere.
Social factors		ER	Official Russian gas companies Environmental ratings
	Revenue per employee ratio	RER	Total Revenue/Total Number of Employees
	Return on social expenses	ROEsR	costs concerning salary and wages and social responsibility/net profit
	Return on social expenses	ROEs	costs concerning employee benefits/net profit

Литература

1. China Energy Outlook — Interim Report / Chinese Academy of Social Sciences, September 2015. — P. 1–12.
2. *Chung F. R. K., Yau S.-T.* Logarithmic Harnack Inequalities // Mathematical Research Letters. — 1996. — 3(6). — P. 793–812.
3. G20 Green Finance Synthesis Report 2016 / G20 Green Finance Study Group, August 2016. — P. 1–11. URL: <http://g20.org/English/Documents/Current/201608/P020160815359441639994.pdf>
4. *Kleiner G., Rybachuk M.* System structure of the economy: Qualitative time-space analysis // Fronteiras. — 2016. — 5(2). — P. 61–81.
5. *Kornai J.* The System Paradigm // Working paper Number. — 1998. — 278.
6. *Kornai J.* What the Change of System From Socialism to Capitalism Does and Does Not Mean // Journal of Economic Perspectives. — 2000. — 14(1). — P. 27–42.
7. *Kornai J.* The system paradigm revisited // Acta Oeconomica. — 2016. — 66(4). — P. 547–596.
8. *Kurz H. D., Salvadori N.* The dynamic Leontief model and the theory of endogenous growth // Economic Systems Research. — 2000. — 12(2). — P. 255–265.
9. *Leontief.* Application to economics: Leontief Model, 1973. — P. 1–7.
10. *Lin Y., Lu L.* Ricci curvature of graphs, 2010. — P. 1–26.
11. *Lin Y., Yau S.* A brief review on geometry and spectrum of graphs, 2012. — P. 1–24.
12. *Neumann J. V.* A model of General Economic Equilibrium // The review of economic studies. — (no date). — 13(1). — P. 1–9.
13. *Niu.* The Quality Index of China's Gross Domestic Product (GDP) (in Chinese), 2011. — P. 516–525.
14. *Niu.* The Theoretical Connotation of Sustainable Development (in Chinese), 2012.
15. *Ollivier Y.* Ricci curvature of Markov chains on metric spaces // Journal of Functional Analysis. Elsevier Inc. — 2009. — 256(3). — P. 810–864.
16. *Road P.* System Complexity and the Design of Decision Support Systems, 1995. — 8(5).
17. *Schaltegger S., Hahn T., Burritt R.* Environmental management accounting: Overview and main approaches, 2000.
18. *Stiglitz.* The price of inequality / edited by I. Norton & Company, 2012.
19. *Von Bertalanffy L.* General System Theory. — Georg. Braziller New York, 1968. — I. — P. 289.
20. *Watts D. J., Strogatz S. H.* Collective dynamics of “small-world” networks, 1998. — 393(June). — P. 440–442.