

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №1 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-1>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/09EVN116.pdf>

DOI: 10.15862/09EVN116 (<http://dx.doi.org/10.15862/09EVN116>)

Статья опубликована 01.03.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Березин А.А., Финогеев А.Г. Математическое моделирование динамики изменения банковских показателей в процессе эволюционного развития организационного поля // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №1 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/09EVN116.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/09EVN116

УДК 33

Березин Артем Андреевич

НОУ ВПО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Россия, Москва¹
Преподаватель кафедры
Доктор технических наук, профессор
E-mail: artparis@mail.ru

Финогеев Алексей Германович

ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Россия, Пенза
Заместитель заведующего кафедрой
Доктор технических наук, профессор
E-mail: alexeyfinogeev@gmail.com

Математическое моделирование динамики изменения банковских показателей в процессе эволюционного развития организационного поля

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы моделирования и анализа эволюционирующих банковских систем в организационном поле. Каждый банк относится к сложным социально-экономическим системам, представляющим многозвенную структуру большого порядка с нелинейной обратной связью. В системно-синергетическом аспекте нелинейность функциональных зависимостей делает систему чувствительной к незначительному изменению ее параметров. Для моделирования динамики финансово-экономических показателей банковской системы предлагается математическая модель, которая включает в себя систему связанных дифференциальных уравнений Ван дер Поля с запаздыванием. В статье приводятся результаты моделирования, прогнозирования и сравнительного анализа динамики одного из показателей развития двух конкурирующих банков. Предложенная нелинейная математическая модель может быть использована в качестве инструментального механизма повышения конкурентоспособности банковских структур. В качестве перспективных направлений научных исследований отметим необходимость добавления в модель функций, описывающих воздействия со стороны центрального регулятора в лице Центрального Банка Российской Федерации. Например, действия центрального регулятора - Центрального Банка Российской Федерации, направленные на массовые отзывы лицензий, грозят монополизацией банковского сектора и выводу из конкурентной борьбы тех банков, которые не имеют административной поддержки.

¹ 125368, Россия, г. Москва, улица Барышиха, дом 36, квартира 23

Ключевые слова: математическое моделирование; организационное поле; сложные социально-экономические системы; банковские системы; синергетика; нелинейные дифференциальные уравнения; уравнение Ван дер Поля; конкурентоспособность; управленческие решения; устойчивость сложных систем

Введение

Современные исследования в теории организации связаны с анализом причин эволюционного изменения их форм и структур. Все организации относятся к сложным открытым системам. Понятие сложная система подразумевает многозвенную структуру большого порядка с нелинейной обратной связью. Все социально - экономические системы относятся к этому классу, и любая компания, банк или корпорация имеют характеристики сложных открытых систем. Урбанизированная территория, правительство, международные торгово-экономические и военно-политические союзы, объединения и коалиции также относятся к сложным открытым системам [10].

Согласно Джею Форрестеру [10], сложным системам свойственны неоднозначные реакции на внешние воздействия. Более того, с позиции синергетики даже малые внешние воздействия могут привести к значительным результатам и полностью изменить траектории эволюции системы. Данные особенности являются причинами неудач и провалов попыток, которые предпринимаются со стороны с целью улучшения поведения организационной системы.

Сложные системы отличаются специфическими свойствами. Следует отметить наличие взаимосвязанной структуры цепей обратной связи, которые определяют реакцию системы на принятие решений. Управленческие решения представляют последовательность действий, которые изменяют состояние системы. При этом они вызывают появление новой информации, которая должна быть проанализирована для оценки последствий и обоснования принятия новых решений. Многозвенный управленческий процесс характерен для всех типов решений: общественных или индивидуальных, сознательных или бессознательных и т.п.

Следующим свойством является то, что сложные системы имеют иерархическую структуру большого порядка. В нашем случае порядок сложной банковской системы определим количеством дифференциальных уравнений, которые необходимы для описания ее состояний на разных уровнях иерархии. Например, на верхнем иерархическом уровне банковская структура представлена штатом служащих, банковским балансом, услугами для клиентов, банковскими операциями, системой проведения банковских операций, оборудованием, репутацией банка, системой взаимоотношений с Центробанком, кредитным портфелем, системой взаимоотношений с физическими и юридическими лицами и т.д.

Свойством сложной открытой системы является также ее нелинейность, которая означает, что функции описания поведения систем имеют нелинейный характер [10]. С одной стороны, нелинейность обеспечивает в течение некоторого времени доминирование конкретной цепи обратной связи. С другой стороны, она может вызвать смещение доминанты в другую часть фазового пространства системы, где поведение системы отличается от первого случая таким образом, что две ситуации или области фазового пространства состояний кажутся не имеющими отношения друг к другу. В синергетическом аспекте нелинейность функциональных зависимостей делает систему чувствительной даже к незначительному изменению большинства ее параметров. Однако та же самая нелинейность может обеспечить системе консервативную устойчивость к управленческим решениям, которые прилагаются для изменения ее поведения. В нашем случае нелинейность позволяет моделировать банковские системы с реальными динамическими характеристиками.

1. Особенности моделирования и анализа банковских структур при эволюции организационного поля на базе системно-синергетического подхода

Моделирование любых процессов, структур и сообществ относится как к универсальным, так и к частным методам научного познания, применяющим объективные законы исследований в рамках системно-синергетического подхода. Взаимодействие сложных систем друг с другом следует рассматривать в организационном поле, где поведение каждой отдельно взятой системы сильно отличается от поведения простых систем, моделирование и анализ которых являются достаточно тривиальными процедурами. Организационное поле является важным понятием в теории организаций и в отношении банка представляет собой совокупность организаций, которые составляют сферу его институциональной жизни. Все организации, существующие в едином организационном поле, как правило, являются более однородными и унифицированными благодаря тесному информационному взаимодействию.

Банковские структуры, как и все сложные социально-экономические системы, включают много факторов, которые разделены на изолированные области мышления. Поэтому для моделирования и анализа состояний и динамики поведения банковской системы необходимо использовать междисциплинарный системно-синергетический подход, который подразумевает учет психологических, экономических, технических, политических взаимодействий. Поскольку все перечисленные виды взаимодействий можно описать с позиции теории информации, то будем рассматривать их как широкий аспект различных типов информационных взаимодействий. При этом возможная синергия типов информационных взаимодействий, которая вызывает эмерджентный эффект при совместном влиянии факторов, часто бывает более важным, чем влияние каждого из них в отдельности. Поэтому в процессе анализа и моделирования недопустимо рассматривать факторы отдельно друг от друга, так как в этом случае нельзя с достаточной полнотой и достоверностью описать динамику взаимодействия банковских структур в организационном поле.

Системно-синергетический характер эволюции сложной системы означает высокую чувствительность к изменению лишь небольшого числа определённых параметров [10], а также и к некоторым изменениям структуры системы. В многомерном фазовом пространстве система представляется точкой и координатным вектором состояний. Поведение точки определяется перемещением по фазовой траектории. Для изменения фазовой траектории используются управляющие воздействия на параметры системы, к изменению которых её поведение особенно чувствительно – параметры порядка. В фазовом пространстве также существуют особые точки неустойчивого равновесия, в которых даже незначительное административное воздействие информационного характера оказывает давление на всю систему так, что ее поведение может измениться в любом направлении. Параметры порядка, к которым система чувствительна, и координаты особых точек неустойчивого равновесия, в которых система чувствительна, как правило, не очевидны. Для их определения и необходимо разработать модель конкретной системы, выполнить моделирование и провести анализ динамики системы, чтобы обнаружить параметры порядка и особые точки.

Сложные открытые системы характеризуются различной внутренней структурой и могут иметь следующие модели организации: жестко-детерминированные, стохастические, нелинейные, самоорганизующиеся. Целью функционирования социально-экономической системы, в частности, банковской является достижение и сохранение ее устойчивости. Устойчивость в данном аспекте означает сохранение системой своей базовой структуры и основных выполняемых функций в течение определенного времени и при разнообразных внешних воздействиях и внутренних возмущениях.

Для моделирования сложной банковской систем предлагается математическая модель, которая включает в себя систему уравнений и неравенств для описания финансово-экономических процессов и явлений с наборами переменных, с целью ее исследования и последующего управления [11, 12] путем изменения параметров порядка в особых точках фазового пространства.

2. Нелинейная математическая модель банковских систем для анализа конкурентоспособности и выработке стратегии развития

Моделирование банковских систем в условиях глобализации выступает, как деятельность особого рода, соответствующая формированию представлений о будущем каждого типа общества, в котором они функционируют. Это предполагает актуализацию профессиональных качеств банковских специалистов с учетом сочетания объективных и субъективных факторов, определяющих процесс эволюционного развития системы. Моделирование позволяет исследовать протекающие в банковской системе глобальные процессы, структурировать логику и методологию исследования кредитно-финансовых процессов в динамики развития организационного банковского поля.

Метод моделирования банков, как и прочих социально-экономических систем, требует анализа внутрисистемных связей и отношений, а также внешних связей и отношений, необходимых для достижения функциональных целей субъекта моделирования. Сам процесс моделирования предполагает необходимость учета максимального числа параметров и зависимостей, которые, определяют фазовое пространство моделируемой системы. Следует учитывать параметры и зависимости, способствующие деятельности или оказывающие положительные воздействия, а также параметры и зависимости, препятствующие деятельности или оказывающие отрицательные деструктивные воздействия на функционирование моделируемой банковской системы [5, 6, 7]. Поиск оптимальных механизмов управления открытыми банковскими системами является достаточно сложной научной задачей. При разработке конкретной модели необходимо выполнить ряд широкомасштабных исследований системы, существующих кризисных тенденций с целью обеспечения устойчивого эволюционного развития в нужном направлении в условиях рынка и расширяющейся глобализации. Важной исследовательской задачей здесь является постановка и решение задачи прогнозирования, анализа и выбора альтернативных вариантов развития банковских структур в режимах, максимально приближенных к реальному времени, что требует внедрения и широкого использования технологий работы с большими данными (BigData).

Конкурентное взаимодействие между банковскими структурами происходит в поле сложных систем, динамику которых целесообразно описывать нелинейными дифференциальными уравнениями [10]. В качестве аналога здесь целесообразно выбрать взаимодействие в известной модели биологических систем – схемы «хищник – жертва» [15]. Например, если рассматривать систему из двух видов хищников (банков), конкурирующих за один вид жертвы (вкладчиков), то это соответствует процессу конкурентных взаимоотношений между двумя банковскими компаниями.

С математической точки зрения система - два хищника и одна жертва – может быть представлена в рамках двух связанных систем хищник - жертва, состоящих из простых дифференциальных уравнений. Тогда, согласно Форрестеру [10], конкурирующие банковские структуры можно рассматривать как уравнения с нелинейной обратной связью. Экономическим обоснованием применения подобных нелинейных динамических моделей для описания флуктуаций финансово-экономических параметров конкурирующих банков служит колебательный характер этих флуктуаций [3, 2, 13]. Математическое описание данного

аспекта возможно только в рамках дифференциальных уравнений второго порядка. К числу последних принадлежит система Ван дер Поля [9], которая была разработана в радиофизике для описания динамики взаимодействия между двумя электронными генераторами. Связанные уравнения Ван дер Поля впоследствии были с успехом использованы для описания механизма возникновения колебаний в реакциях фотосинтеза, колебаний в гликолизе, а также в моделировании динамики химических реакторов [8, 1].

Так как конкурирующие банковские структуры обладают системой обратной связи, обеспечивающей автономное функционирование, динамика финансово-экономических показателей также может быть описана с помощью уравнений Ван дер Поля. По аналогии с процессом конкуренции между двумя самоподдерживающимися системами, процесс конкуренции между двумя банками в процессе бенчмаркинга можно представить в рамках связанных уравнений Ван дер Поля с запаздыванием. Запаздывание вводится для стабилизации частоты при случайном изменении параметров системы в условиях воздействия внешних и внутренних флуктуаций.

Тогда система уравнений для двух банков выглядит следующим образом:

$$\frac{d^2 X_1}{dt^2} - a_1(R_1 - Z_1) \frac{dX_1}{dt} + \omega_1^2(1 + \alpha_2 X_2)X_1 = c_2 \frac{d^2 X_2}{dt^2} + r_1 F_1 + d_1 F_3$$

$$b_1 Z_1 + T_1 \frac{dZ_1}{dt} = \sum_{n=1} g_n \sin^2(nX_1 + \varphi_n)$$

$$\frac{d^2 X_2}{dt^2} - a_2(R_2 - Z_2) \frac{dX_2}{dt} + \omega_2^2(1 + \alpha_1 X_1)X_2 = c_1 \frac{d^2 X_1}{dt^2} + r_2 F_2 + d_2 F_3$$

$$b_2 Z_2 + T_2 \frac{dZ_2}{dt} = \sum_{n=1} g_n \sin^2(nX_2 + \phi_n)$$

Здесь X_1, X_2 - переменные, отражающие динамику величины чистой прибыли банков,

a_1, a_2 - соответствуют уровню ритмичности работы банка и могут изменяться от 0,1 до 2,

R_1, R_2 - нормированный объем резерва банка под обесценивание,

Z_1, Z_2 - переменные, отражающие степень запаздывания времени возврата по выданным кредитам (зависимость функций X_1, X_2 от функций Z_1, Z_2 носит нелинейный характер; для банков),

b_1, b_2 - коэффициенты, пропорциональные времени возврата выданных кредитов,

T_1, T_2 - коэффициенты, пропорциональные временам выплат процентов по вкладам,

ω_1, ω_2 - величины обратные времени оборота средств банка, выданных под кредиты,

g_n - величины, пропорциональные средствам, участвующим в каждой дополнительной операции с вкладом,

φ_n - величины, пропорциональные времени задержки выполнения циклов дополнительных операций по сравнению с временем, необходимым для их выполнения (сумма $\sum g_n \sin^2(nX_{1,2} + \varphi_n)$ отражает циклы дополнительных банковских операций с одним вкладом),

r_1, r_2 - постоянные коэффициенты, пропорциональные стороне помощи банкам (например, докапитализации),

F_1, F_2 - периодические функции, представляющие экспоненту в степени синус (отображение резонансного влияния величины докапитализации на решение системы),

d_1 - коэффициент, равный 0.001 – 0.1,

F_3 - случайная функция, представляющая экспоненту в степени синус со случайной фазой, отражающая влияние мирового биржевого курса на деятельность банка,

α_1, α_2 - коэффициенты владения банками конфиденциальной информацией о нелегальной банковской деятельности друг друга, как правило, он равен 0,1 – 0,2,

c_1, c_2 - коэффициенты, отражающие уровень межбанковской взаимной поддержки и могут изменяться от 0 до 1.

3. Аналитическое исследование процесса моделирования стратегии развития банков

Для моделирования и анализа стратегии развития банков были исследованы два конкурирующих банка – Банк ОТП (Россия) [4] и Банк Русский Стандарт [3].

ОТП Банк — российский коммерческий банк, входящий в группу компаний OTR Group, которая является одним из лидеров рынка финансовых услуг Центральной и Восточной Европы. Это универсальная кредитная организация, предоставляющая широкий спектр банковских услуг и продуктов для корпоративных клиентов и частных лиц. ОТП Банк входит в число 50 крупнейших Банков России, а по ряду направлений входит в число лидеров рынка.

Приоритетными направлениями деятельности Банка Русский Стандарт являются потребительское кредитование и эмиссия кредитных карт. Также банк занимается эквайрингом, интернет-эквайрингом, привлечением депозитов, расчётно-кассовым обслуживанием физических и юридических лиц, предоставлением овердрафтов, возобновляемых и не возобновляемых кредитных линий, проведением международных расчётов (банковские гарантии и аккредитивы), торговым финансированием, проведением конверсионных операций и др. Является агентом страховых компаний ЗАО «Русский Стандарт Страхование» и ООО «Компания Банковского Страхования».

В качестве демонстрации использования предложенной математической модели на основании приведенных данных (Рис. 1) в рамках только одного уравнения системы (1) (система бенчмаркинга в данном случае не рассматривается) было проведено прогностическое моделирование динамики чистой прибыли ОТП Банка и банка Русский стандарт на 2014-2015 годы.

Динамика изменения чистой прибыли банков
 ОТП и Русский Стандарт

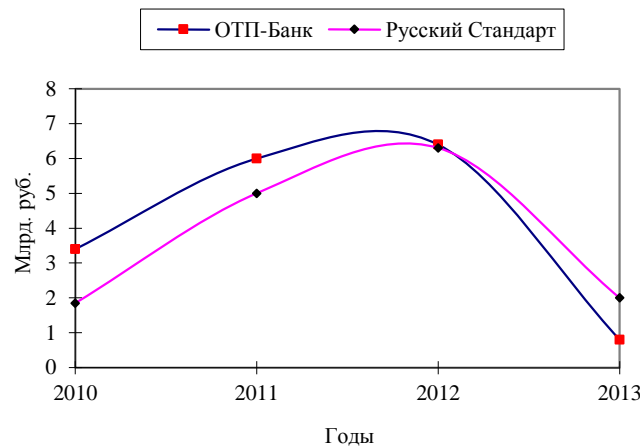


Рис. 1. График динамики чистой прибыли ОТП-Банка и Банка Русский Стандарт за период 2010-2013 годы

Результаты приведены на рисунке 2.

Динамика чистой прибыли

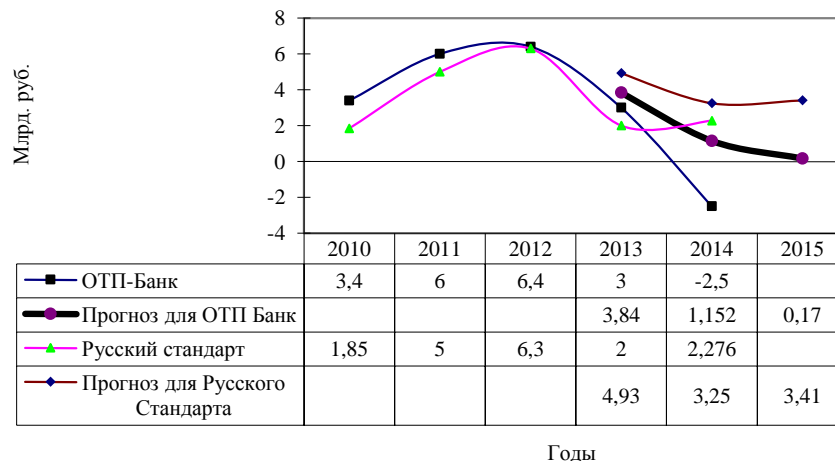


Рис. 2. Прогностический модельный график динамики чистой прибыли ОТП Банка и Банка Русский Стандарт на 2014-2015 годы

На основании результатов моделирования сделан вывод о том, что кредитная политика ОТП Банка, также как и Банка Русский Стандарт испытывает режим насыщения в плане прекращения увеличения числа клиентов. Сравнение с действительной ситуацией на рынке банковских услуг подтвердило данный вывод, так как основное направление расширения кредитования уже имело место в центральной России и достигло своего максимума в 2012 году. С точки зрения модельной функции динамики изменения чистой прибыли ОТП Банка и Банка Русский Стандарт представляют собой колебания. Без изменения финансово-экономической политики Банка они не могут перейти в зону стабильного увеличения прибыли.

Как видно из графиков, в 2015 году оба банка резко теряют в чистой прибыли из-за увеличения отчислений на формирование резервов под обесценивание активов, по которым

начисляются проценты. Также повышаются операционные расходы. Все это в сумме дает снижение чистой прибыли, которое не могло быть спрогнозировано в начале 2013 года. По результатам первого полугодия 2014 года результаты прогноза на весь 2014 год дали более мрачную картину, чем в 2013 году и показывает возможное отрицательное значение (убыток). Результаты прогноза на 2015 год не дали четкой картины, ввиду складывающихся политических обстоятельств внешнего характера, что также показывает тенденцию к нулевым или отрицательным значениям. Полученные результаты моделирования характерны для депрессивной ситуации в российском банковском секторе. Например, Сбербанк РФ потерял в темпах роста чистой прибыли с 10% до 4%. Хотя, следует отметить, что более крупные банки в 2015 году вышли из ситуации с небольшим приростом, в отличие от более мелких, таких как ОТП Банк и Банк Русский Стандарт.

Заключение

Предложенная нелинейная математическая модель на основе уравнений Ван дер Поля может быть использована для анализа динамики изменения различных финансовых показателей банковской структуры как в отдельности, так и в процессе сравнительного анализа ее работы с показателями более успешных банков (бенчмаркинга). В частности, модель позволила спрогнозировать динамику изменения чистой прибыли двух банков для последующего сравнительного анализа с более прибыльными финансовыми структурами. Сравнение результатов прогноза (графики на Рис. 2) соответствуют официальным фактическим данным и показывают, в какой степени на финансово-экономические показатели более мелких банков влияют даже незначительные флуктуации рынка в отличие от банков крупного масштаба, что подтверждает синергетический характер протекающих процессов эволюционного развития банковского организационного поля. Результаты моделирования и прогноза чистой прибыли двух конкурирующих компаний сферы финансовых услуг (ОТП Банка и Банка Русский Стандарт), представленные в статье, в рамках бенчмаркинга доказывают, что данная математическая модель может быть использована в качестве инструментального механизма повышения конкурентоспособности.

В качестве перспективных направлений научных исследований отметим необходимость добавления в модель функций, описывающих воздействия со стороны центрального регулятора в лице ЦБ РФ. Например, действия центрального регулятора ЦБ РФ, направленные на массовые отзывы лицензий, грозят монополизацией банковского сектора и выводу из конкурентной борьбы тех банков, которые не имеют административной поддержки. В математической модели такие действия со стороны центрального регулятора следует представить как сильное внешнее влияние в виде «негативной» функции F_4 , которая в данной модели не была рассмотрена из-за сложностей прогнозирования силы, времени и характера ее воздействия. Введение данной функции в систему уравнений возможно при условии получения проверенной информации о действиях ЦБ РФ в условиях резкого надвигающегося кризиса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блехман И.И. Синхронизация динамических систем. Издательство «Наука», М. 1973, с 895.
2. Винер. Н., Динамические системы в физике и биологии. Вестник АН СССР, 1964, №7.
3. Официальный сайт компании «Банк Русский Стандарт» Раздел: «отчетность»: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rsb.ru/about/recording/2015/>.
4. Официальный сайт компании «Отп-банк». Раздел: «акционерам и инвесторам»: [Электронный ресурс]. Режим доступа: otpbank.ru/about/akcyu/financial_indicators/.
5. Павловский В.С. Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. - М.: ВЦ РАН, 1991. 149 с.
6. Парсонс, Т. О социальных Системах / Т. Парсонс, ред. В.Ф. Чеснокова и С.А. Белановский. - М.: Академический Проект, 2002. 832 с.
7. Плотинский, Ю.М. Модели социальных процессов / Ю.М. Плотинский. М: Логос, 2001. - 296 с.
8. Романовский. Ю.М, Степанова И.В, Чернавский Д.С. Математическая., биофизика. М. Наука, 1984, с. 304.
9. Теодорчик К.Ф. Автоколебательные системы. Государственное издательство технико-теоретической литературы. М. 1952, с 271.
10. Форрестер Д. Мировая динамика. - М.: АСТ, 2006. - С. 384. - ISBN 5-17-019253-3.
11. Juglar C. Des Crises Commerciales Et De Leur Retour Periodique En France. Paris, 1862, с. 4-11.
12. Kitchin, Joseph (1923). «Cycles and Trends in Economic Factors». Review of Economics and Statistics 5 (1): p. 10-16.
13. Kuznets S. Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. Boston: Houghton Mifflin, 1930.
14. Parsons.T. On institutions and social evolution: selected writings / Leon H Mayhew, ed. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
15. Volterra V., Lecons sur la Theorie Mathematique de la Lutte pour la Vie. Paris, Gauthier-Villars, 1931.

Berezin Artiom Andreevich

Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Russia, Moscow
E-mail: artparis@mail.ru

Finogeev Alexey Germanovich

Penza State University, Russia, Penza
E-mail: alexeyfinogeev@gmail.com

Modeling of the bank parameters dynamics during the evolutional developing of the organizational field

Abstract. The paper deals with the problems of modeling and analysis of the evolving bank systems in an organizational field. Each bank represents a complex social and economic system with an iterative structure of the big order having a nonlinear feedback. In the synergetic aspect the nonlinearity of functional dependences makes the system sensitive to minor alteration of its parameters. For modeling the dynamics of financial and economic parameters of a bank system the mathematical model including the system of the coupled Van der Pol differential equations with a time lag has been proposed. The results of modeling, forecasting and the comparative analysis of the dynamics of one of the parameters of development of the two competing banks have been presented in the paper. The suggested nonlinear mathematical model can be used as the tool mechanism for increasing of competitiveness of bank structures. As a perspective direction of the future scientific research we would note the necessity of addition for the model the functions describing the influences on the part of the central regulator on behalf of the Central Bank of the Russian Federation. For example, the actions of the Central Bank of the Russian Federation, directed at mass withdrawing of licenses, can threaten with monopolization of the bank sector and withdrawing from the competitive struggle those banks which have no administrative support.

Keywords: mathematical modeling; organizational field; complex social and economic systems; bank systems; synergetic; nonlinear differential equations; coupled Van der Pol differential equations; competitiveness; administrative decisions; stability of complex systems

REFERENCES

1. Blekhman I.I. Sinkhronizatsiya dinamicheskikh sistem. Izdatel'stvo «Nauka», M. 1973, s 895.
2. Viner. N., Dinamicheskie sistemy v fizike i biologii. Vestnik AN SSSR, 1964, №7.
3. Ofitsial'nyy sayt kompanii «Bank Russkiy Standart» Razdel: «otchetnost'»: [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.rsb.ru/about/recording/2015/>.
4. Ofitsial'nyy sayt kompanii «Otp-bank». Razdel: «aktsioneram i investoram»: [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: otpbank.ru/about/akcyi/financial_indicators/.
5. Pavlovskiy V.S. Modelirovanie, dekompozitsiya i optimizatsiya slozhnykh dinamicheskikh protsessov. - M.: VTs RAN, 1991. 149 s.
6. Parsons, T. O sotsial'nykh Sistemakh / T. Parsons, red. V.F. Chesnokova i S.A. Belanovskiy. - M.: Akademicheskii Proekt, 2002. 832 s.
7. Plotinskiy, Yu.M. Modeli sotsial'nykh protsessov / Yu.M. Plotinskiy. M: Logos, 2001. - 296 s.
8. Romanovskiy. Yu.M, Stepanova I.V, Chernavskiy D.S. Matematicheskaya., biofizika. M. Nauka, 1984, s. 304.
9. Teodorichik K.F. Avtokolebatel'nye sistemy. Gosudarstvennoe izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoy literatury. M. 1952, s 271.
10. Forrester D. Mirovaya dinamika. - M.: AST, 2006. - S. 384. - ISBN 5-17-019253-3.
11. Juglar C. Des Crises Commerciales Et De Leur Retour Periodique En France. Paris, 1862, s. 4-11.
12. Kitchin, Joseph (1923). «Cycles and Trends in Economic Factors». Review of Economics and Statistics 5 (1): p. 10-16.
13. Kuznets S. Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. Boston: Houghton Mifflin, 1930.
14. Parsons.T. On institutions and social evolution: selected writings / Leon H Mayhew, ed. Chicago: University of Chicago Press, 1982.
15. Volterra V., Lecons sur la Theorie Mathematique de la Lutte pour la Vie. Paris, Gauthier-Villars, 1931.