

# СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

УДК 332.14

Г. П. Быстрой, И. А. Лыков, Н. Л. Никулина

## ОЦЕНКА РИСКОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЛИННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ<sup>1</sup>

*В статье рассмотрены основные подходы к оценке рисков. Авторами акцентировано внимание на нелинейном подходе к теории рисков. Предложено экономический риск определять как вероятность реализации угроз, способных оказать существенное негативное влияние на исследуемую экономическую систему и изменить ее текущее состояние.*

*Разработанный авторами метод и программный продукт интегрируют большой спектр показателей экономической и финансовой деятельности на уровне региона в программно-технический комплекс. В статье рассмотрен новый синергетический метод оценки и прогнозирования развития рисков по длинным временным рядам экономических показателей на уровне региона, включающий методы нелинейной и хаотической динамики, позволяющие строить псевдофазовые и фазовые портреты, определять волатильность, рассчитывать фрактальные характеристики и прогнозировать поведение социально-экономических показателей с помощью модернизированного метода Хёрста, моделировать на основе восстановления вероятностной функции распределения неравновесные потенциальные функции с целью определения локальной и глобальной устойчивости состояний региональной экономики и определять риски как вероятности реализации угроз экономического характера.*

**Ключевые слова:** экономический риск, синергетический метод, прогнозирование экономических показателей, модернизированный метод Хёрста

### Введение

Экономические риски, по прогнозам экспертов Всемирного экономического форума, будут оказывать наибольшее потенциальное воздействие в 2012 г., вытеснив с первой позиции экологические риски. Хронические финансовые дисбалансы и острое неравенство доходов — таковы главные риски в ближайшие десять лет, в совокупности несущие угрозу глобальному экономическому подъему [16].

Выбор подходов, фактов и аналитического инструментария для оценки рисков зависит от определения данного понятия.

Как экономическое понятие риск возникает вместе с формированием товарно-денежных отношений и развитием рыночной экономики. В Большом экономическом словаре риск определяется как «возможность того или иного результата от принимаемого хозяйственного решения» [1]. Риск можно рассматривать как сочетание негативных и позитивных факторов.

Определив экономический риск как вероятность получения хозяйствующим субъектом экономических потерь сверх предусмотренных прогнозными расчетами, можно выделить два подхода к теории рисков: линейный и нелинейный, их графическое описание представлено на рис. 1.

Проблема оценки рисков и устойчивого развития в рамках нелинейной динамики исследуется в работах В.А. Владимирова [14], Ю.Л. Воробьева [5, 14], С.П. Курдюмова [9],

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта «Социально-экономические риски в саморазвитии регионов России: диагностика кризисных процессов и разработка механизма минимизации рисков», проект №10-06-00042а.

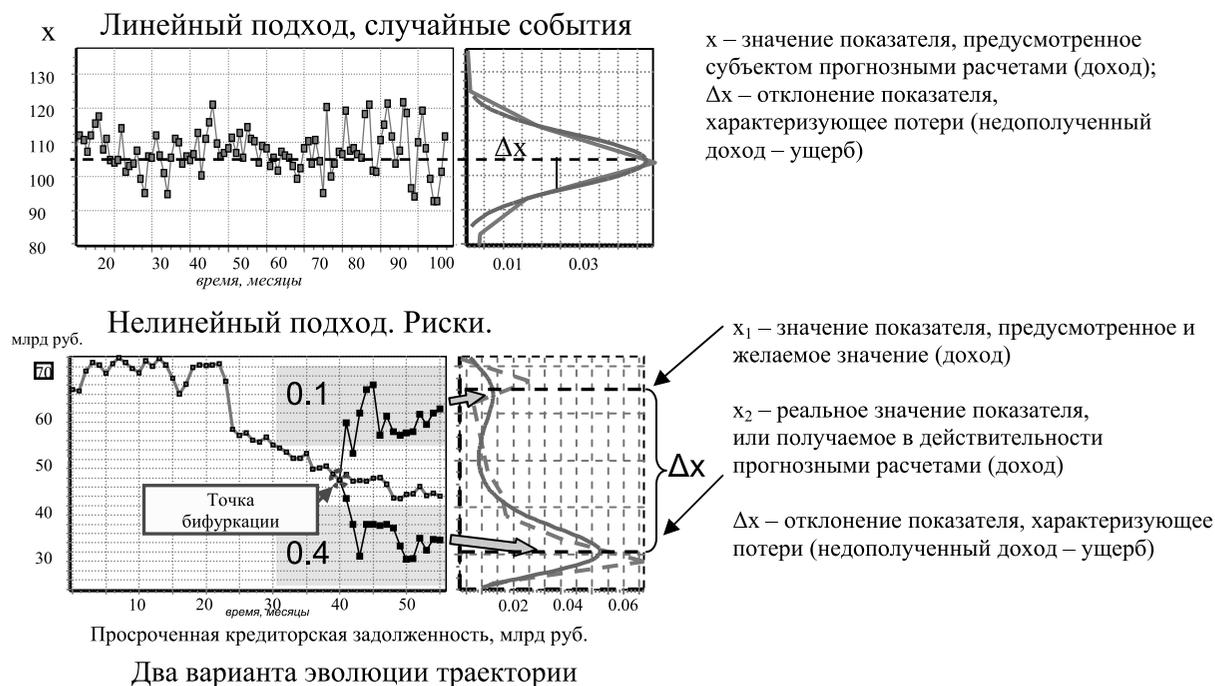


Рис. 1. Линейный и нелинейный подходы к теории риска

Г. Г. Малинецкого [5, 9], Н. А. Махутова [5] и др. В настоящее время теория рисков рассматривается как часть кризисологии — науки о кризисах, которая объединяет научные знания об источниках, механизме развития кризисов, их диагностике, а так же антикризисном управлении [6, 7].

Риск характеризуется:

- вероятностью;
- неопределенностью — риск существует тогда и только тогда, когда возможно не единственное развитие событий;
- ущербом — риск существует, когда исход может привести к ущербу (убытку) или другому негативному последствию;
- наличием анализа — риск существует, только когда сформировано субъективное мнение «предполагающего» о ситуации и дана качественная или количественная оценка негативного события будущего периода (в противном случае — это угроза или опасность);
- значимостью — риск существует, когда предполагаемое событие имеет практическое значение и затрагивает интересы хотя бы одного субъекта. Риск без принадлежности не существует.

Выделим основные методы определения рисков:

- детерминированный — для заданных времени и отрезке времени заранее известны или установлены величины ущербов и вероятности

возникновения заданных неблагоприятных событий в заданный момент времени [10];

- статистический — для заданного вида неблагоприятного события имеются статистические данные по числу неблагоприятных событий этого вида в заданный момент времени и общее число таких событий за интервал времени, а также ущербы, соответствующие событию, и статистические данные по всем событиям [8];

- вероятностный — построение и расчеты по определенной модели осуществляются в соответствии с принципами теории вероятностей;

— логико-вероятностный — привлекательность логико-вероятностной теории заключается в ее исключительной четкости и однозначности количественной оценки риска, едином подходе к проблемам риска в экономике и технике, больших возможностях при анализе влияния любого элемента (в том числе персонала) на надежность и безопасность всей системы. Модели риска имеют логические связи OR, AND, NOT между элементами системы, циклы и группы несовместных событий. Некоторые элементы системы могут иметь несколько уровней состояний. Динамика риска системы может учитываться на основе изменения вероятностей состояний элементов в течение времени [13];

- имитационный — пошаговое нахождение значения результирующего показателя за счет проведения многократных опытов с моделью. Основные его преимущества — прозрачность

всех расчетов, простота восприятия и оценки результатов анализа проектов всеми участниками процесса планирования. В качестве одного из серьезных недостатков этого способа можно назвать существенные затраты на расчеты, связанные с большим объемом выходной информации [11];

— аналитический — определение вероятности возникновения потерь на основе математических моделей. Оценка рисков осуществляется непосредственно на основе значений экзогенных переменных. К его преимуществам относится быстрота нахождения решения, к недостаткам — необходимость адаптации поставленной задачи к имеющемуся в распоряжении математическому аппарату и относительная небольшая его «прозрачность» [11];

— экспертный — основывается на мнении специалистов, заключается в изучении и анализе опыта достаточно большого числа профессионалов, работающих в определенной сфере. С помощью этого метода удается достаточно точно рассчитать возможные потери и возможность допустимого, критического или катастрофического риска. Разновидностью экспертного метода является метод Дельфи, характеризующийся анонимностью и управляемой обратной связью;

— построение «дерева решений», где по ветвям «дерева» соотносят субъективные и объективные оценки возможных событий. Следуя вдоль построенных ветвей и используя специальные методики расчета вероятностей оценивают каждый путь и выбирают менее рискованный;

— аналоговый — используется в том случае, если другие методы оценки риска неприемлемы. При его использовании применяются базы данных о риске аналогичных проектов или сделок;

— комбинированный — объединение нескольких отдельных методов или их отдельных элементов, получение наиболее качественного и достоверного результата.

### Оценка риска

В рамках данного исследования экономический риск понимается как вероятность реализации угроз, способных оказать существенное негативное влияние на исследуемую экономическую систему и изменить ее текущее состояние. Негативное влияние экономического риска носит самый различный характер: материальные, денежные потери, потери времени, скорости оборота капитала и др.

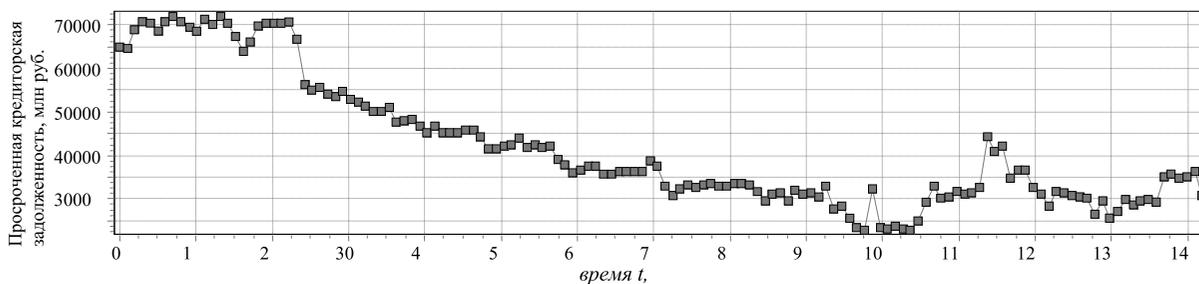
Функция распределения вероятности поведения экономического показателя, характеризующего нелинейную экономическую систему, позволяет произвести оценку риска. При наличии малых флуктуаций нелинейная система описывается вероятностной функцией распределения  $g$  (плотностью вероятности), вычисляемой по исходному временному ряду и связанной с потенциальной функцией системы  $F$  посредством уравнения Фоккера — Планка:

$$\frac{\partial g}{\partial t} = \nabla(g\nabla F) + \nabla^2(Dg), \quad (1)$$

где  $g$  — плотность вероятности;  $F$  — потенциальная функция рассматриваемой нелинейной системы, характеризующая количество устойчивых и неустойчивых точек равновесия, соответствующих экстремумам функции [3].

Правая часть уравнения состоит из двух членов — «дрейфа»  $\nabla(g\nabla F)$  и «диффузии»  $\nabla^2(Dg)$ . Дрейф заставляет экономический субъект при малых отклонениях (вызванных флуктуациями параметра порядка) от положения равновесия двигаться по направлению к ближайшему локальному минимуму. Роль диффузии двояка: она описывает размах функции распределения, которая концентрируется вокруг локального минимума, и вероятность, с которой флуктуация может перевести такую экономическую систему из метастабильного (локального) минимума в глобальный минимум. Если флуктуаций нет, то диффузия экономической системы от локального к глобальному минимуму невозможна.

Расчет функции плотности вероятности  $g(x)$ , где  $x$  — значение экономического показателя, характеризующего рассматриваемую экономическую систему, производится исходя из предположения о флуктуационном характере экономического показателя, который предопределяет появление в будущем определенных значений экономического показателя лишь с известной вероятностью. В случае эргодического характера поведения показателя, распределение вероятности которого исследуется, вероятностная функция распределения считается независимой от времени (постоянной). В этом случае по временному ряду экономического показателя, длина которого стремится к бесконечности или велика по сравнению с периодом оценки рисков, можно восстановить функцию плотности вероятности экономического показателя  $g(x)$ , заменив усреднение по ансамблю усреднением по времени.



**Рис. 2.** Просроченная кредиторская задолженность крупных и средних предприятий и организаций Свердловской области, январь 2000 г. — ноябрь 2011 г., млн руб.

Вид вероятностной функции распределения на примере одного из экономических показателей, характеризующих угрозу экономической безопасности, — просроченной кредиторской задолженности в Свердловской области (рис. 2), полученный с помощью разработанного в исследовании программного продукта, представлен на рисунке 3.

Практически всегда можно выбрать экономические решения, связанные с меньшим риском, то есть лежащие в области наибольшей вероятности (в области максимума  $g(x)$ ). Но при таком выборе будут, соответственно, меньше ожидаемая и фактически получаемая прибыль.

По известной вероятностной функции распределения  $g(x)$  производилось восстановление нормированного на коэффициент диффузии потенциала  $F(x)/D$ . Восстановление потенциала  $F(x)$  производилось по решению уравнения Фоккера — Планка в стационарном случае:

$$0 = \nabla(g \nabla F) + \nabla^2(Dg),$$

исходя из полученной вероятностной функции распределения  $g(x) = N \cdot e^{F(x)/D}$ , из кото-

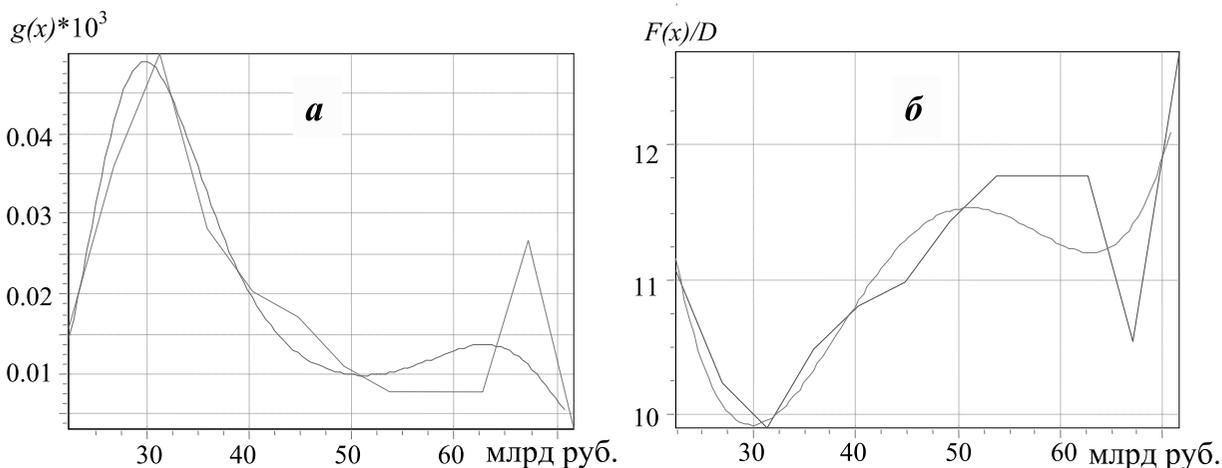
рой следует выражение для нормированного потенциала

$$F(x)/D = -\ln(g(x)/g_0). \quad (2)$$

Потенциал аппроксимируется полиномом  $n$  степени. Графики функции распределения  $g(x)$  и восстановленного потенциала  $F(x)$  с его аппроксимацией полиномом приведены на рис. 3б, на котором четко видно наличие двухъямного потенциала, локального и глобального минимумов, соответствующих положениям равновесия экономической системы.

Нелинейный анализ длинного временного ряда просроченной кредиторской задолженности в Свердловской области показал, что с наибольшей вероятностью  $R = 0,58$  данный экономический показатель попадет в интервал от 24000 до 40000 млн руб.

Разработанный метод и программный продукт позволяют интегрировать большой спектр показателей экономической и финансовой деятельности на уровне региона в программно-технический комплекс. Методический инструментарий апробирован на построении про-



**Рис. 3.** Функция плотности вероятности (а) и восстановленный потенциал  $F(x)$  (б) для показателя просроченной кредиторской задолженности крупных и средних предприятий и организаций Свердловской области, январь 2000 г. — ноябрь 2011 г. Ломаные линии соответствуют экспериментальным данным, волнистые — аппроксимирующим кривым

гнозов и определении рисков данного спектра показателей.

**Применение метода Хёрста  
в прогнозировании временных рядов**

Метод Хёрста, называемый также методом нормированного размаха, или *R/S*-методом [4, 15, 17], заключается в установлении временной зависимости от длины интервала нормированного размаха (*R/S*). Для имеющегося временного ряда  $\xi(t)$  вычисляется среднее значение  $\langle \xi(t) \rangle$  на интервале времени  $\tau$ , имеющем ту же размерность, что и время  $t$ :

$$\langle \xi(t) \rangle_{\tau} = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \xi(t).$$

Затем рассчитывается зависимость накопленного отклонения  $X(t, \tau)$  на интервале времени  $\tau$ , по которому вычисляется функция абсолютного размаха  $R$ :

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t \{ \xi(u) - \langle \xi(t) \rangle_{\tau} \},$$

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau).$$

Размах зависит от длины интервала  $\tau$  и может расти с ее увеличением. Далее вычисляется зависимость безразмерной функции *R/S* от длины временного интервала  $\tau$  делением  $R$  на стандартное отклонение  $S$  ряда  $\xi(t)$ :

$$S(\tau) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \cdot \sum_{t=1}^{\tau} \{ \xi(t) - \langle \xi(t) \rangle_{\tau} \}^2}.$$

Хёрст по результатам исследования многих природных процессов установил эмпирическую связь между нормированным размахом *R/S* и длиной интервала  $\tau$  через показатель  $H$  [17]:

$$R/S \sim (\tau/2)^H, H = \frac{\ln(R(\tau)/S(\tau))}{\ln \tau - \ln 2}, \quad (3)$$

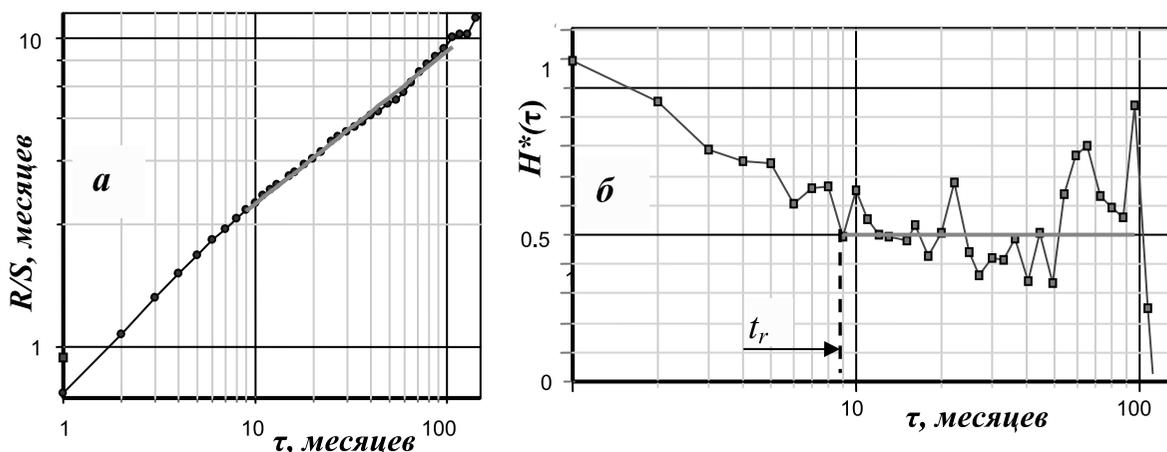
где  $H$  может принимать значения от 0 до 1. Это наблюдение Хёрста интересно потому, что если отсутствует долговременная статистическая зависимость (случайный ряд), данное отношение должно асимптотически стремиться к  $\tau^{1/2}$  ( $H = 0,5$ ) при стремлении длины выборки к бесконечности. Значения же  $H > 0,5$  характеризуют сохранение тенденции ряда к росту или убыванию, как в прошлом, так и в будущем (персистентное поведение — сохранение структуры) [15]. Если  $H < 0,5$  — это означает склонность ряда к смене тенденции (смена одной простой структуры на другую): рост сменяется убыванием и наоборот. Все эти свойства, как уже отмечалось выше, справедливы для достаточно длинных временных рядов.

**Модернизированный метод Хёрста.  
Время достоверного прогноза**

Знак пропорциональности в выражении (3) связан с тем, что размерность левой и правой части не совпадают. Выражение (3) для подстановки знака точного равенства требует введения размерного коэффициента  $A$ . Такой коэффициент призван обеспечить совпадение размерностей в левой и правой частях выражения (3):

$$R/S = A \cdot (\tau)^H. \quad (4)$$

Все эти свойства, как уже отмечалось выше, справедливы для достаточно длинных временных рядов. Однако для практических расчетов метод Хёрста можно применять с хорошей точ-



**Рис. 4.** Зависимость функции *R/S* от временного масштаба  $\tau$  (а) и зависимость  $H$  от временного масштаба  $\tau$  (б) для показателя кредиторской просроченной задолженности Свердловской области, январь 2000 г. — ноябрь 2011 г. с аппроксимацией  $H = 0,495 \pm 0,015$  на интервале времени от 9 до 100 месяцев. Указано время достоверного прогноза  $t_r = 9$  месяцев

ностью даже к относительно небольшим массивам данных.

В рамках модернизированного метода Хёрста [2, 8, 12] на рис. 4а показано поведение функций отношения абсолютного размаха  $R$  и стандартного отклонения  $S$  (функции  $R/S$ ) для исследуемого показателя кредиторской просроченной задолженности. На основе полученной функции  $R/S$  приведена зависимость показателя Хёрста  $H$  от временного масштаба  $\tau$  (рис. 4б):

$$H^*(\tau_k) = \frac{\ln\left(\frac{R(\tau_{k+1})}{S(\tau_{k+1})}\right) - \ln\left(\frac{R(\tau_k)}{S(\tau_k)}\right) - \ln(A)}{\ln(\tau_{k+1}) - \ln(\tau_k)}. \quad (5)$$

Если зависимость показателя Хёрста  $H(\tau)$  при определённом  $\tau$  выходит в область значений, близкую к 0,5 — это означает потерю связи тенденций на таких временах  $\tau$ . В этом случае такое время принято называть временем выхода на случайный процесс, или временем забывания начальных условий  $t_r$ , на котором теряется корреляция (взаимосвязь) будущих значений с прошлыми, и точное предсказание поведения системы на интервалах времени, больших  $t_r$ , становится невозможным. На больших временах возможны лишь статистические предсказания. Достоверное прогнозирование на интервалы времени, превышающие  $t_r$ , невозможно, поэтому  $t_r$  можно назвать временем достоверного прогноза.

### Модернизированный метод Хёрста. Прогнозирование

Считая фрактальные свойства территориально-экономической системы неизменными (постоянство территории и слабая изменчивость налоговых ставок и ставки рефинансирования, а главное — форм собственности), делается предположение о неизменности функции Хёрста ( $R/S$ ) и его показателя  $H(\tau)$  с течением времени, в том числе и в будущем. Это означает и отсутствие зависимости от длины исследуемого временного ряда. Неизменность фрактальных свойств включает в себя все виды фрактальных структур на разных временных масштабах. Согласно этому предположению производится построение временного ряда исследуемого экономического показателя на некоторый временной интервал в будущем. Если фрактальные свойства территориально-экономической системы не изменятся за время прогнозирования, то

мы достаточно точно предскажем её поведение на таком участке времени. Поэтому построение временного ряда на некоторый интервал в будущем выполняется таким образом, чтобы оно не меняло функцию Хёрста для исследуемого ряда.

Так как показатель Хёрста  $H(\tau)$  строится по функции Хёрста и его поведение от временного масштаба  $\tau$  характеризует постоянство и возможную смену структуры временного ряда, то это означает что исходная функция  $R/S$  учитывает все особенности системы, включая как неизменность структуры на определенных  $\tau$ , так и ее смену. Поэтому при неизменной  $R/S$ , в прогнозе также учитываются все особенности эволюции структуры в системе.

Некорректность анализа временных рядов методом Хёрста в классической теории заключается в предположении наличия одинаковых фрактальных структур анализируемых рядов на всех временных масштабах, т. е. структура экономических отношений предполагается неизменной все время. Это приводит к достаточно высокой погрешности определения показателя Хёрста. Анализ поведения  $H(\tau)$  от временного масштаба показывает, что существует характерное время смены структуры, которое необходимо учитывать при прогнозе и анализе.

Метод прогнозирования основывается на предположении неизменности фрактальных свойств хаотического аттрактора экономической системы, что позволяет нам спрогнозировать динамику фазового вектора, основываясь на наименьшем отклонении функции  $R/S$  для ряда с прогнозируемой точкой от функции  $R/S$  для исходного ряда. Для этого на всем множестве значений фазового вектора строится функция минимаксной оценки стандартного отклонения (СКО) функции  $R/S$  от исходной, для которой находятся локальные и глобальный минимумы СКО (рис. 6). По глобальному минимуму возможно прогнозирование самого вероятного значения фазового вектора экономической системы, локальные минимумы позволяют оценить всё множество достижимости фазового вектора.

Исследования численными методами показали, что фрактальную структуру экономического временного ряда передаёт не сам показатель, а скорость его изменения. На рис. 5 приведён прогноз для временного ряда скорости изменения кредиторской просроченной задолженности с указанием времени достоверного прогноза.

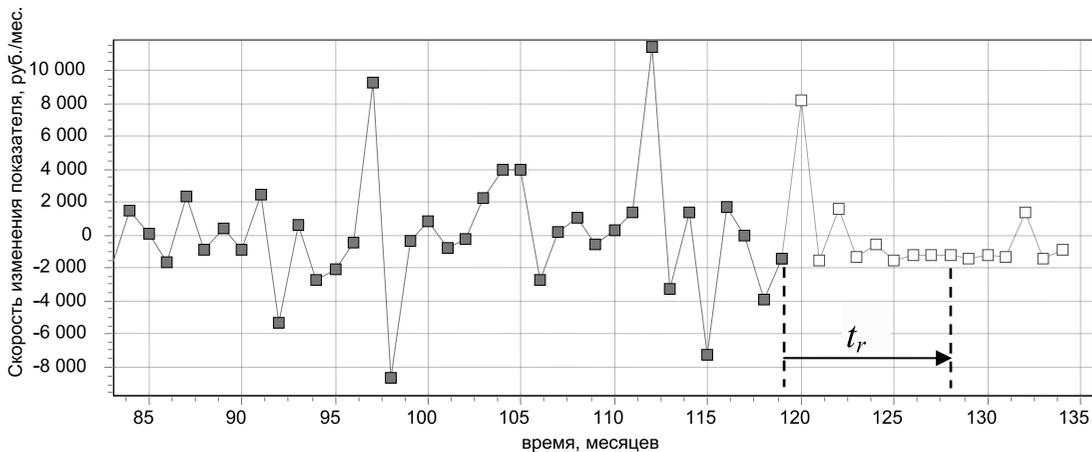


Рис. 5. Прогноз по глобальным минимумам стандартного отклонения функции R/S для показателя кредиторской просроченной задолженности Свердловской области (январь 2000 г. — ноябрь 2011 г.). Указано время достоверного прогноза  $t_r = 9$  месяцев

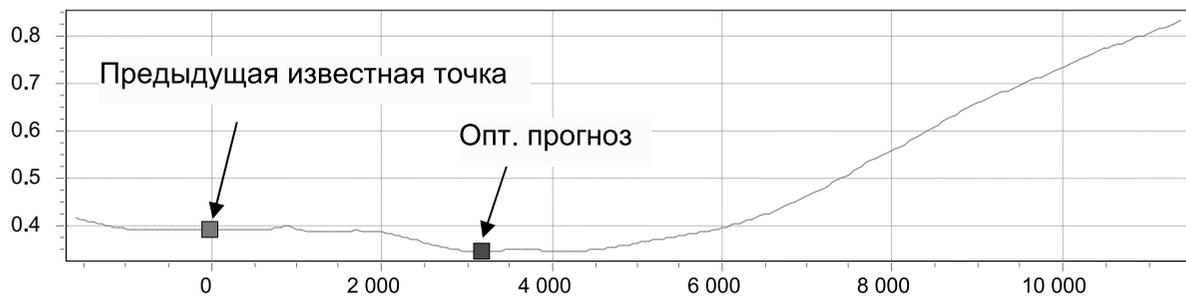


Рис. 6. Функция минимаксной оценки стандартного отклонения (СКО) функции R/S для метода прогноза по глобальным минимумам СКО

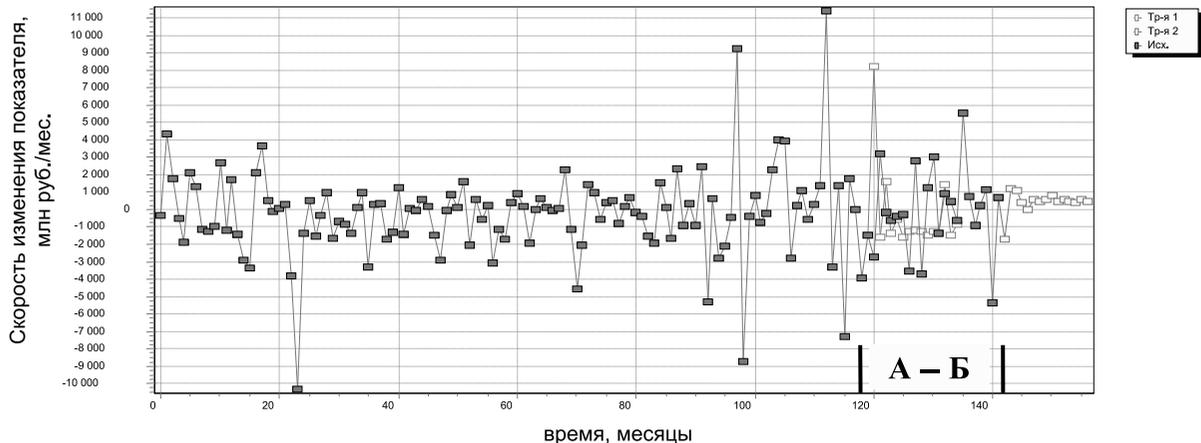


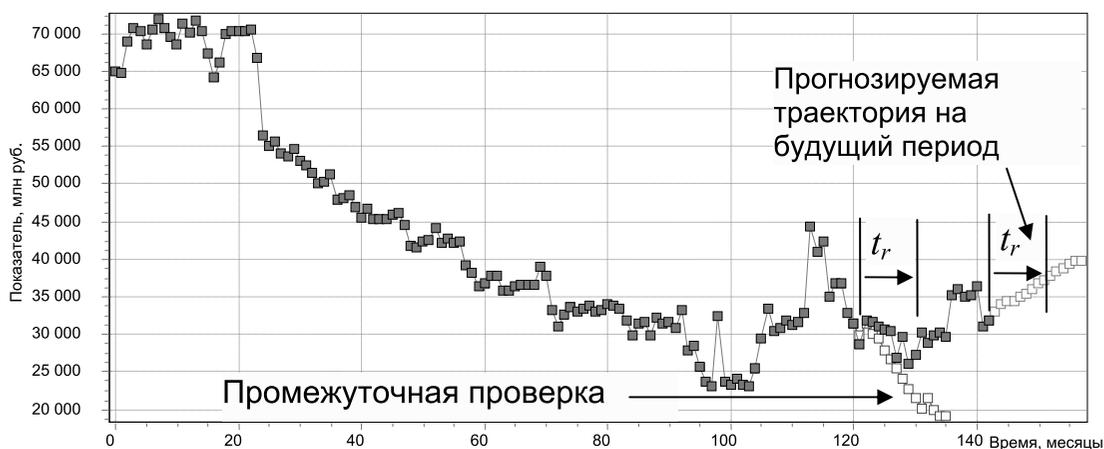
Рис. 7. Промежуточная проверка метода прогнозирования путём сравнения с известными значениями показателя

Функция минимаксной оценки стандартного отклонения для оптимального прогнозирования следующей точки траектории для метода прогноза по метода прогноза по глобальным минимумам СКО представлена на рис. 6. Предварительно производилась проверка представленного метода прогнозирования при помощи сравнения с реально наблюдавшимися значениями (участок А-Б, рис. 7).

По ряду скорости изменения восстановлен исходный ряд изменения самого показателя просроченной кредиторской задолженности в

Свердловской области (рис. 8) с прогнозом. Как видно из рисунка, достоверное прогнозирование возможно только до 9 точек, что соответствует времени достоверного прогноза — 9 месяцев.

Предсказать конечный временной ряд больше, чем на половину его длины с приемлемой точностью невозможно, так как статистика на таких временных интервалах для исходного ряда становится довольно скудна. Также следует учитывать, что предсказание каждого последующего значения основывается и на предсказании предыдущего (для  $N + 2$  точки и так далее), следо-



**Рис. 8.** Восстановленный по скорости изменения исходный ряд показателя просроченной кредиторской задолженности в Свердловской области с промежуточной проверкой и прогнозируемой траекторией на будущий период

вательно, статистическая точность предсказания снижается на каждом шаге алгоритма, то есть для каждой вновь предсказанной точки  $x^*(t_{N+n})$ , где  $n \leq 2$ . Это также накладывает ограничение на время прогноза сверху. Предсказание ряда даже на половину его длины становится невозможным.

Применение синергетического подхода, основанного на определении областей равновесия (аттракторов), построении функций распределения с использованием уравнения Фоккера — Планка, позволяет оценить вероятность реализации угроз экономической безопасности,

характеризующихся индикативными показателями, в разрезе сфер жизнедеятельности.

Разработанные алгоритмы расчёта и программный продукт по определению фрактальных характеристик и хаотических свойств динамических систем на уровне региона по временным рядам позволяет осуществить прогноз поведения экономической системы. С помощью модернизированного метода Хёрста как одного из методов нелинейной динамики достраивается временной ряд на определенные интервалы, учитывая при этом время достоверного прогноза.

### Список источников

1. Большой экономический словарь / Под ред. А. Н. Азрилияна. — М.: Фонд «Правовая культура», 1994. — 528 с.
2. Быстрой Г. П. Термодинамика необратимых процессов в открытых системах. — М. — Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2011. — 264 с.
3. Быстрой Г. П., Куклин А. А., Цибульский В. Р. Новые экономические теории: физическая экономика // Труды II Всероссийского симпозиума по экономической теории. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2006. — С. 58-83.
4. Валютные рынки. Математическое моделирование хаотических состояний / Быстрой Г. П., Николаева Е. В., Журкина А. В., Рыбалко А. А. — Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 61 с.
5. Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г. Г., Махутов Н. А. Управление рисками и устойчивое развитие. Человеческое измерение // Общественные науки и современность. — 2000. — №4. — С. 150-162.
6. Глуценко В. В. Введение в кризисологию. Финансовая кризисология. Антикризисное управление. — М.: ИП Глуценко В. В., 2008. — 88 с.
7. Глуценко В. В. Кризисология: общая теория кризиса, образ посткризисного будущего, критериальный подход к исследованию и рискованная теория фирмы, парадигма интеллектуального управления рисками. — М.: ИП Глуценко В. В., 2011. — 80 с.
8. Диагностика и прогнозирование социально-экономического развития регионов в рамках нелинейной динамики / Быстрой Г. П., Коршунов Л. А., Никулина Н. Л., Лыков И. А. // Вестник Тюменского государственного университета. — 2010. — №4. — С. 164-170.
9. Малинецкий Г. Г., Курдюмов С. П. Нелинейная динамика и проблемы прогноза // Вестник РАН. — 2001. — №3.
10. Методические рекомендации и материалы по разработке прогноза научно-технологического и социально-экономического развития России до 2030 года (Материалы секций Координационного совета Российской академии наук по прогнозированию). — М.: ИНЭС, 2010. — 542 с.
11. Методы анализа рисков. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.risk24.ru/metodiana.htm>.
12. Методы нелинейной динамики в анализе и прогнозировании экономических систем регионального уровня / Быстрой Г. П., Коршунов Л. А., Лыков И. А., Никулина Н. Л., Охотников С. А. // Журнал экономической теории. — 2010. — №3. — С. 103-114.
13. Соложенцев Е. Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике : изд. 2-е. — СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2006. — 530 с.
14. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика / Владимиров В. А., Воробьев Ю. Л., и др. — М.: Наука, 2000.

15. Федер Е. Фракталы : пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 254 с.
16. Global Risks 2012, Seventh Edition. [Electronic resource]. URL: <http://wef.ch/globalrisks2012> (time access 29.03.2012).
17. Hurst H. E. Long-term storage capacity of reservoirs. Trans. Am. Soc. Civ. Eng. // Transactions of the American Society of Civil Engineers. — 1951. — V.116. — P. 770-808.

### Информация об авторах

**Быстрой Геннадий Павлович** (Екатеринбург, Россия) — доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей и молекулярной физики, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (620083, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51, e-mail: [gennadyi.bystrai@usu.ru](mailto:gennadyi.bystrai@usu.ru)).

**Лыков Иван Александрович** (Екатеринбург, Россия) — аспирант кафедры общей и молекулярной физики, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (620083, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51, e-mail: [john-winner@yandex.ru](mailto:john-winner@yandex.ru)).

**Никулина Наталья Леонидовна** (Екатеринбург, Россия) — кандидат экономических наук, научный сотрудник центра экономической безопасности, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: [nikulinanl@mail.ru](mailto:nikulinanl@mail.ru)).

**G. P. Bystray, I. A. Lykov, N. L. Nikulina**

### Risks assessment and forecasting long time rows of economic indicators

*This paper reviews main approaches to risk assessment. The authors accented attention on the nonlinear approach to the theory of risks. It is proposed to define economic risk as the probability of threats that could have material adverse effect on the economic system under study and to change its current state.*

*The method and the program product designed by the authors integrate a wide range of indicators of economic and financial activities at the regional level in the program-technical complex. This paper describes a new method for assessing synergistic and prediction of risk over long time rows of economic indicators at the regional level, including methods of nonlinear and chaotic dynamics, enabling a pseudo-phase and phase portraits, to determine the volatility, to calculate fractal characteristics and predict the behavior of socio-economic indicators with modernized method of Hurst, to model based on recovery probability distribution function of non-equilibrium potential function, to determine the local and global stability of the regional economy and to identify risks as the probability of the threats of an economic nature.*

**Keywords:** economic risk, synergetic method, forecasting of economic indicators, modernized method of Hurst

### References

1. Azriliyan A. N. (Ed) (1994). Bol'shoy ekonomicheskiy slovar' [Big Economic Dictionary]. Moscow, Fund «Pravovaya kul'tura» (Legal Culture).
2. Bystray G. P. (2011). Termodinamika neobratimyykh protsessov v otkrytykh sistemakh [Thermodynamics of irreversible processes in open systems]. Moscow, Izhevsk: Scientific-Research Center «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika» [Regular and Chaotic Dynamics].
3. Bystray G. P., Kuklin A. A., Tsibul'skiy V. R. (2006). Novye ekonomicheskie teorii: fizicheskaya ekonomika [New economic theories: physical economics]. Trudy II Vserossiyskogo simpoziuma po ekonomicheskoy teorii [Proceedings of the II All-Russian Symposium on Economic Theory]. Yekaterinburg, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 58-83.
4. Bystray G. P., Nikolaeva E. V., Zhurkina A. V., Rybalko A. A. (2001). Valyutnye rynki. Matematicheskoe modelirovanie khaoticheskikh sostoyaniy [Foreign exchange markets. Mathematical modeling of chaotic states]. Yekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.
5. Vorob'ev Yu. L., Malinetskiy G. G., Makhutov N. A. (2000). Upravlenie riskami i ustoychivoe razvitiye. Chelovecheskoe izmeneniye [Risk management and sustainable development. The human dimension]. Obshchestvennyye nauki i sovremennost' [Social Sciences and Contemporaneity], 4, 150-162.
6. Glushchenko V. V. (2008). Vvedeniye v krizisologiyu. Finansovaya krizisologiya. Antikrizisnoye upravleniye [Introduction to crisisology. Financial crisisology. Anti-crisis management]. Moscow, self-employed entrepreneur Glushchenko V. V.
7. Glushchenko V. V. (2011). Krizisologiya: obshchaya teoriya krizisa, obraz postkrizisnogo budushchego, kriterial'nyy podkhod k issledovaniyu i riskovaya teoriya firmy, paradigm intellektual'nogo upravleniya riskami [Crisisology: a general theory of crisis, the image of the post-crisis future, the criteria approach to the study and risk theory of the firm, the paradigm of intelligent control over risks]. Moscow, self-employed entrepreneur Glushchenko V. V..
8. Bystray G. P., Korshunov L. A., Nikulina N. L., Lykov I. A. (2010). Diagnostika i prognozirovaniye sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov v ramkakh nelineynoy dinamiki [Diagnostics and prognostication of socio-economic development of regions within the non-linear dynamics]. Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Tyumen State University], 4, 164-170.
9. Malinetskiy G. G., Kurdyumov S. P. (2001). Nelineynaya dinamika i problem prognoza [Non-linear dynamics and prognosis problems]. Vestnik RAN [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 3.
10. Metodicheskie rekomendatsii i materialy po razrabotke prognoza nauchno-tehnologicheskogo i sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii do 2030 goda (Materialy seksiy Koordinatsionnogo soveta Rossiyskoy akademii nauk po prognozirovaniyu) (2010). Moscow, INES [Institute for Economic Strategies].
11. Metody analiza riskov [Risks analysis methods]. Available at: <http://www.risk24.ru/metodianaliza.htm>.

12. Bystray G. P., Korshunov L. A., Lykov I. A., Nikulina N. L., Okhotnikov S. A. (2010). Metody nelineynoy dinamiki v analize i prognozirovanii ekonomicheskikh system regional'nogo urovnya [Methods of non-linear dynamics in the analysis and forecasting of economic systems at the regional level]. Zhurnal ekonomicheskoy teorii [Journal of Economic Theory], 3, 103-114.
13. Solozhentsev E. D. (2006). Stsenarnoe logiko-veroyatnostnoe upravlenie riskom v biznese i tekhnike: izd. 2-e [Scenary logical and probabilistic management of risk in business and technology. Second edition]. Saint Petersburg, «Biznes-pressa» Publ.
14. Vladimirov V. A., Vorob'ev Yu. L. et. al. (2000). Upravlenie riskom. Risk, ustoychivoe razvitiye, sinergetika [Risk management. Risk, sustainable development and synergetics]. Moscow, Nauka.
15. Feder E. (1991). Fraktaly: per. s angl. [Fractals. Translation from English]. Moscow, Mir.
16. Global Risks 2012, Seventh Edition. Available at: <http://wef.ch/globalrisks2012> (accessed on 29.03.2012).
17. Hurst H. E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs. Trans. Am. Soc. Civ. Eng. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 116, 770-808.

### Information about the authors

**Bystray Gennadiy Pavlovich** (Yekaterinburg, Russia) — Doctor of Physics and Mathematics, Professor at the Chair for general and molecular physics, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin» (620083, Yekaterinburg, pr. Lenina, 51, e-mail: gennadyi.bystrai@usu.ru).

**Lykov Ivan Aleksandrovich** (Yekaterinburg, Russia) — PhD student at the Chair for general and molecular physics, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin» (620083, Yekaterinburg, pr. Lenina, 51, e-mail: john-winner@yandex.ru).

**Nikulina Natal'ya Leonidovna** (Yekaterinburg, Russia) — Ph.D. in Economics, research scientist of the Center for economic security, Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya St. 29, e-mail: nikulinanl@mail.ru).

УДК 336

О. С. Сухарев, О. Б. Ильина

## АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТИПА ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОГО СДВИГА

*В статье приводится анализ экономики Калининградской области в период действия на ее территории режима особой экономической зоны. Для анализа использованы методы структурного анализа. Исследование проведено по укрупненным секторам: промышленность, сельское хозяйство, строительство, транспорт и связь, торговля. Особое внимание уделено структурным изменениям в промышленности и ее отраслях. Период анализа составляет 20 лет: с 1990 г. по 2010 г. Наличие структурных сдвигов исследовано по таким параметрам, как величина валового регионального продукта, стоимость основных фондов и объем инвестиций в основной капитал. В результате исследования получена информация о наличии негативных структурных сдвигов по продукту в промышленности и сельском хозяйстве, положительной динамике по сектору торговли и транспорта. Исследовано влияние внешнеторговой деятельности на экономику региона. Показана корреляционная зависимость между ростом регионального продукта и импортом. Дана оценка влияния вступления России в ВТО на состояние экономики Калининградской области и рекомендации по преодолению сложившихся структурных противоречий.*

**Ключевые слова:** Калининградская область, особая экономическая зона, структурные сдвиги, промышленность, сельское хозяйство, строительство, транспорт, торговля, финансовый сектор

В период перестройки системы хозяйствования изменение структуры экономики России происходило стихийно. Отсутствовала целенаправленная политика по формированию сбалансированной системы, способствующей экономическому росту. Разрыв производственно-сбыто-

вых цепочек негативно отразился на экономике всех регионов страны, что спровоцировало их стремление к обособленности от федерального центра. Для Калининградской области «свобода» реализовалась в форме Свободной эко-