

## **ПРЕДВИДЕТЬ НЕПРЕДВИДЕННОЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИАСКО ФОНДОВОГО РЫНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНТРОПИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

**КАРАСЕВА Екатерина Ивановна, к.э.н.,<sup>1</sup>**

**КАРАСЕВ Василий Владимирович, к.т.н.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт технологий предпринимательства,

Кафедра информационных технологий предпринимательства,

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Кафедра прикладной информатики и моделирования экономических процессов, Между-  
народный банковский институт им. А. Собчака, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>ИПМаш РАН, Санкт-Петербург, Россия

Адрес для корреспонденции: Е.И. Карасева, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Мор-  
ская, д. 67., каб. 52-16, тел.: + (812) 710-65-35. E-mail: matatkakate@gmail.com

### **Аннотация**

Статья содержит теоретическое исследование и описание алгоритма решения задачи прогнозирования фиаско фондового рынка, вызванного нефинансовыми и другими факторами. Фиаско рынка рассматривается как случайное событие, отличающееся неперiodичностью и внезапностью появления, поскольку возникает вследствие действия множества неучтенных факторов. Методы технического и фундаментального анализа бесполезны для решения этой задачи, поэтому предлагается использование методов системного анализа. Авторы описывают способ решения задачи путем численного расчета величины энтропии информационного пространства поисковых запросов. Уменьшение энтропии Реньи, связанное с увеличением числа поисковых запросов, содержащих ключевые термины предметной области, свидетельствует о наступлении фиаско фондового рынка в ближайшее время. В статье приведен алгоритм динамического расчета энтропии Реньи, позволяющий прогнозировать редкие события, которые отражены в статистических данных в объеме, недостаточном для построения эконометрических и статистических моделей.

### **Ключевые слова**

Фондовый рынок, риск, неопределенность, прогнозирование, фиаско, коллапс, энтропия Реньи, информационное пространство, частота, алгоритм, технология.

## **PREDICT THE UNEXPECTED: THEORETICAL FOUNDATIONS FOR THE FORECASTING OF THE STOCK MARKET FIASCO USING ENTROPY OF INFORMATION SPACE**

**Ekaterina I. KARASEVA, Candidate in Economic Science<sup>1</sup>,**

**Vasily V. KARASEV, Candidate in Technical Science<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Entrepreneurship Technologies,  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Department of Applied Informatics and Economic Processes Modeling,  
International Banking Institut named after A. Sobchak, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup>IPME RAS, Saint-Petersburg, Russia

Address for correspondence: E.I. Karaseva, 190000, Saint-Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, d. 67., kab. 52-16, Phone: + (812) 710-65-35. E-mail: matatkakate@gmail.com

### **Abstract**

The paper contains a theoretical study and algorithm for decision the problem of forecasting the stock market fiasco caused by non-financial and other factors. The market fiasco is considered as a casual event, which is non-periodical and sudden one, and appears due to the action of many unforeseen factors. Methods of technical and fundamental analysis are useless for this problem, therefore, authors are proposing the use system analysis methodology. The authors describe a method for decision the problem by numerical calculation the entropy of the information space of search queries. The decrease in Renyi's entropy, associated with an increase the number of search queries, containing key words of the subject area, indicates the possibility of the stock market fiasco in the near future. The paper describes an algorithm for the dynamic calculation of the Renyi's entropy, which allows to predict rare events that are reflected in the statistics in insufficient amount to build econometric and statistical models.

### **Keywords**

Stock market, risk, uncertainty, forecasting, fiasco, collapse, Renyi's entropy, information space, frequency, algorithm, technology.

*«Нет ничего более постоянного, чем непредвиденное»*

Поль Валери

### **Введение**

События последних нескольких месяцев, драматичные для мировой экономики, выявили ряд системных проблем, стоящих перед мировой наукой в области управления, прогнозирования, анализа данных и принятия решений. Возникла острая необходимость в разработке принципиально новых технологий прогнозирования и управления риском в экономических системах, способных прогнозировать появление «черных лебедей» [1], т. е. редких и непредсказуемых событий, которые не учитывались в исторических данных прошлых лет на обозримом временном горизонте.

Чтобы смягчить последствия фиаско фондового рынка (уменьшить потери ресурсов) или попытаться вообще избежать их, требуется заранее пред-

сказать наступление этого нежелательного события. Заманчивой выглядит перспектива разработать информационную технологию прогнозирования фиаско рынка (провала рынка, рыночного шока), чтобы снизить неопределенность [2] и быть предупрежденным в будущем о внезапном коллапсе рынка и изменении структуры экономических отношений.

### **Цель исследования**

С развитием информационных технологий в распоряжение аналитиков поступило внушительное количество методов прогнозирования рыночных показателей и индексов, одно перечисление которых займет не меньше половины данной статьи. Подробный аналитический обзор этих методов представлен в [3].

Для корректного решения задач исследования следует четко разделять понятия «экономический кризис» и «фиаско рынка». Под фиаско (провалом) рынка подразумевается возникновение ситуации, при котором изначально устоявшееся рыночное равновесие не является эффективным по Парето [4]. При этом эффективность по Парето может нарушаться как в одном, так и сразу в нескольких рыночных механизмах, например, нерациональное поведение экономических агентов, неэффективное распределение ресурсов (вызванное, например, картельным сговором), неконкурентным поведением потребителей и производителей и пр.

Под экономическим кризисом, как правило, имеется в виду процесс резкого и значительного снижения уровня производства [5]. Кризисы носят периодический характер, являясь естественной фазой экономического цикла [6], в связи с чем их прогнозирование сопряжено с меньшими трудностями [7], чем прогнозирование фиаско рынка. В нашей статье мы постулируем теоретические основы информационной технологии прогнозирования фиаско (коллапса) рынка, которое является случайным событием, отличается непериодичностью и внезапностью наступления.

Причины фиаско рынка могут быть разнородными по своей природе, а не только экономическими или политическими [8]. Как показали события последних месяцев, фиаско рынка может оказать влияние на экономику по масштабу сравнимое с экономическим кризисом и привести к структурным изменениям в экономических отношениях. Угроза пандемии способствует формированию нового типа экономики – вирусологии, где возрастает роль информационных технологий и информационных связей между субъектами экономики, что способствует более глубокой цифровизации экономических отношений.

Целью нашего исследования является разработка теоретической базы и алгоритма как основы технологии прогнозирования фиаско (коллапса) рынка с использованием концепции энтропии информационного пространства поисковых запросов. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Описание логистической функции для моделирования ценовых скачков, всплесков, случайных выбросов на графиках изменения финансовых показателей;

2. Описание и анализ методики расчета индекса неопределенности глобальной информационной политики;

3. Определение множеств исходных данных для динамического расчета величины энтропии информационного пространства поисковых запросов;

4. Выбор и обоснование формулы расчета энтропии информационного пространства.

5. Разработка алгоритма прогнозирования фиаско фондового рынка.

Объектом проводимого авторами исследования является структура информационного пространства, предмет исследования - технология прогнозирования с использованием энтропии информационного пространства.

### **Теоретические основы и алгоритм прогнозирования**

Для прогнозирования экономических параметров существует значительное количество инструментов [3], многие из них основаны на анализе временных рядов [9].

На графиках цен и доходностей можно наблюдать иногда всплески, ценовые скачки, которые характеризуются как случайные выбросы. После такого резкого изменения величин (временные рыночные шоки) следует период стабилизации, после чего процесс изменения случайной величины вновь становится стационарным.

В случае фиаско рынка после такого всплеска следует продолжительный переходный процесс, а затем либо процесс затухания, либо, в большинстве случаев, рынок приходит снова к условно стабильному состоянию и временной ряд вновь обретает черты периодичности и стационарности.

Такой всплеск и период стабилизации лучше всего моделируется логистической кривой (сигмоидом) [10], которая задается функцией:

$$f(x) = \frac{Mf(x_0)}{(M-f(x_0))e^{-rx} + f(x_0)}, \quad (1)$$

где  $e$  – натуральный логарифм (число Эйлера),  
 $f(x_0)$  – значение функции в начальный момент времени ( $f(x_0) \neq 0$ ),  
 $r$  – коэффициент крутизны кривой (скорость логистического роста),  
 $M$  – максимальная величина роста.

Прогнозировать изменение экономических параметров при фиаско рынка можно, если своевременно и правильно определить параметры логистической функции. Однако это можно выполнить, когда коллапс рынка уже наступил и нам известны пиковые значения, амплитуда и период всплеска, т.е. выполнив апостериорный анализ. Для задачи прогнозирования фиаско рынка такой анализ в большинстве случаев бесполезен, поскольку каждый провал фондового рынка характеризуется своими причинами и имеет в своей основе индивидуальный характер развития событий (сценарий). Соответственно, величины  $r$  и  $M$  до наступления коллапса неизвестны.

Для прогнозирования случайных событий, таких как фиаско фондового рынка, происходящих под влиянием неидентифицированных (неучтенных) вовремя факторов, традиционные методы, основанные на анализе временных рядов, неприменимы.

Фундаментальный анализ [11] здесь также бесполезен, так как он использует только финансовые и производственные показатели, в то время как фиаско рынка может произойти по множеству случайных и непредсказуемых причин, в том числе и нефинансового характера.

Сложная нетривиальная задача решается применением междисциплинарного подхода [12], далекого от традиционных методов технического и фундаментального анализа, но основанного на методах системного анализа, исходные данные которого представляют собой большой массив информации (BigData).

Наша идея заключается в том, чтобы построить технологию прогнозирования фиаско (коллапса) фондового рынка на основе численного расчета энтропии информационного пространства.

Информационное пространство можно рассматривать как организованную структуру, в которой имеются готовые области и способы их использования для достижения поставленных целей. Информационному пространству присуще также свойство отражательности. Это свойство определяет информацию как метод связи человека с окружающей средой и как первый этап адаптации человека к среде обитания и (или) ее дальнейшего преобразования через деятельность.

Под информационным пространством мы понимаем совокупность баз данных (БД), включающий в себя содержание множества публикаций аккредитованных средств массовой информации (СМИ), содержание информационных сайтов, блогосферы и социальных сетей.

Энтропия представляет собой меру неопределённости некоторой системы [13].

В нашей интерпретации, энтропия информационного пространства характеризует неопределенность содержания текстов публикаций в СМИ и блогосфере и вариабельность их тематики.

В стабильном периоде, характеризующемся низкой волатильностью, СМИ пишут о разнообразных темах, вариабельность и энтропия высокая. В случае появления некоторых проблем и роста волатильности рынка СМИ уделяют большее внимание этим проблемам, следовательно, содержание публикаций СМИ характеризуется сходной тематикой, вариабельность снижается, энтропия также снижается. Возросшая частота использования одинаковых терминов различными СМИ делают содержание публикаций более предсказуемыми.

На этом свойстве построена методика расчета показателя неопределенности экономической политики ЕРУ[14, 15, 16]. Для расчета количественного показателя ЕРУиспользуются три параметра:

1. Частота упоминания в СМИ специальных ключевых терминов, например: «риск», «неопределенность», «непредсказуемость», «волатильность», «коронавирус», «кризис». Чем чаще встречаются эти термины в прессе, тем важнее это явление становится для людей, бизнесменов и политиков.

Причем содержание блогосферы, социальных сетей и прочих источников здесь не принимается в расчет по двум основным причинам. Первая связана с большой вероятностью организованных информационных вбросов. Безусловно, аккредитованные СМИ могут быть также заангажированы и субъективно освещать события, однако в случае массовости темы и разнополярности мнений агентов, контролирующих различные СМИ, мы получим в итоге усредненную сбалансированную оценку событий, близкую к действительности. Аккредитация также налагает на СМИ некоторые нормы поведения и подачи материала, что позволяет сделать вывод о большей надежности этих источников.

Вторая причина заключается в том, что аккредитованные СМИ подвергаются гораздо большему репутационному риску [17, 18], чем другие источники, что влечет за собой более высокий уровень объективности.

2. Количественные расхождения в прогнозах, построенных по различным математическим моделям. Например, если экономисты много спорят о том, каким будет будущая программа государственных расходов или какими будут процентные ставки, это является признаком того, что в стране существует достаточно высокий уровень неопределенности экономической политики. Третий параметр является качественным, он отражает содержание отчетов управления Конгресса США по бюджету, которые составляют временные меры налогового кодекса и которые тоже отражают неопределенность.

В настоящий момент EPU представляет собой семейство индексов, превратившихся в важный фактор, с которым необходимо считаться при выборе инвестиционной стратегии [16]. Семейство включает в себя мировой индекс, индексы стран и региональные индексы. При желании можно определить местные индексы, например, для конкретного субъекта федерации.

Значения индекса EPU несколько запаздывают, так как основаны на анализе публикаций в прессе, возникающих после того, как нежелательное событие произошло. Поскольку значения мирового индекса EPU обновляются с частотой в один месяц, то и временной лаг составляет примерно около месяца.

Если провести анализ публикаций аккредитованных СМИ и просчитать частоту употребляемых ключевых терминов, то можно определить величину энтропии информационного пространства. Но энтропия информационного пространства СМИ изменяется также после определенного события, приведшего к фиаско рынка, т. е. имеет заведомо апостериорный характер.

Оценить вероятность фиаско фондового рынка априори можно путем анализа поисковых запросов в информационном пространстве. В работе [19] авторы изучали связь между тональностью сообщений в интернете (публикации в СМИ и соцсетях) и изменениями доходности конкретных акций. Использовались данные о 3238 акций в период с 2005 по 2009 год. Авторы выяснили связь между числом публикаций и количеством обсуждений и объемом торгов, причём акции разных компаний демонстрируют разную чувствительность к тональности публикаций (авиакомпания более чувствительны к тональности медиа, ИТ-компании — в меньшей степени). Авторы подчеркивают, если строить стратегии на основе анализа публикаций СМИ, блогов или соцсетей, то они показывают лучшие результаты на коротких интервалах, так как быстро рынок реагирует на новости [20].

Инструмент GoogleDomesticTrends позволяет с помощью анализа популярных поисковых запросов предсказывать фиаско рынка [21].

Что касается нефинансовых факторов, приводящих к фиаско рынка, то прогнозирование других событий, вызванных причинами нефинансового характера (например, распространением вирусной инфекции), также возможно на коротких горизонтах планирования при помощи анализа популярных запросов средствами контекстного анализа данных [22]. Так, например, сервис Google Flu Trends позволяет путем анализа поисковых запросов прогнозировать эпидемию гриппа на коротком горизонте (примерно за две недели до ее начала).

В этих инструментах заложен единый принцип анализа состояния предметной области. Для каждой области выявляется набор характерных ключевых слов, затем строится график по количеству поисковых запросов. По графику анализируется интерес публики к той или иной области и можно предположить, как изменится в связи с этим состояние рынка.

Тем не менее, среди специалистов существует определенный скептицизм по поводу практического применения этих инструментов [23].

Скептицизм вызван неточностью предсказаний, которые, по нашему мнению, объясняются тем, что вышеперечисленные инструменты анализируют частоты отдельных запросов, в то время как резкое возрастание частоты ряда запросов само по себе не может свидетельствовать о назревающем событии, а может быть следствием информационных вбросов.

Для преодоления этой проблемы мы предлагаем учитывать не только увеличение частоты запросов, включающих ключевые термины, а также и увеличение частот запросов с терминами, имеющими высокую корреляцию с ключевыми, при условии, что их частота превысит некоторую установленную величину – частотный порог. Учет таких запросов с терминами, является важной частью анализа информационного пространства и позволяет учесть значимость второстепенных факторов [24], влияющих на прогнозируемое событие.

Поисковые запросы являются частью информационного пространства, по которой можно судить о вероятном будущем изменении всего пространства. Иными словами, как показывает практика, поисковые запросы – хороший опережающий индикатор состояния системы (как фондового рынка, так и общества в преддверии вирусной пандемии). Пространство поисковых запросов также обладает энтропией, изменение которой сигнализирует о скором изменении энтропии информационного пространства.

Мы предлагаем прогнозировать фиаско фондового рынка на основе динамического расчета энтропии информационного пространства поисковых

запросов, уменьшение энтропии свидетельствует о скором обвале рынка, увеличение – об укреплении стабильного состояния. Следует отметить, что в термодинамике мы имеем сходную картину - при неравновесном (необратимом) процессе (все реальные физические процессы необратимы) - чем ближе состояние системы к равновесному (стабильному), тем больше энтропия [25]. Стабильное состояние характеризуется максимальной энтропией.

Для расчета энтропии мы вводим конечное множество ключевых терминов  $ST = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ , связанных с конечным множеством негативных факторов различной природы  $\Psi$ . Обозначим через  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$  множество всех терминов, частота которых в поисковых запросах превышает некоторый установленный частотный порог  $w_{ad}$ , при этом  $ST \subseteq Z$ .

Допустим, в момент времени  $t$  каждый из терминов  $s_i, i = 1, \dots, k$  имеет частоту появления в сообщениях  $\omega_i, i = 1, \dots, k$ . Если мы будем рассматривать пространство запросов в отдельные моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_m$ , то в каждый момент времени мы получим свой вектор частот  $\{\omega_{1t_1}, \omega_{2t_1}, \dots, \omega_{kt_1}\}, \{\omega_{1t_2}, \omega_{2t_2}, \dots, \omega_{kt_2}\}, \dots, \{\omega_{1t_m}, \omega_{2t_m}, \dots, \omega_{kt_m}\}$ .

Поскольку объем запросов по всему миру огромен, то можем допустить, что частоты  $\omega_i, i = 1, \dots, k$  близки объективным величинам вероятностей  $p_i$  с которой термин  $s_i$  в момент времени  $t$  будет обнаружен во множестве сообщений. Вектору терминов-значений  $\{z_1, z_2, \dots, z_n\}$  соответствует вектор вероятностей  $\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ .

Случайная величина  $S$  принимает значение  $s_i, i = 1, \dots, k$  из набора  $\{s_1, s_2, \dots, s_k\}$  с вероятностью  $p_i, i = 1, \dots, k$ .

Для анализа пространства запросов мы будем использовать обобщенную энтропию Реньи [26, 27], описывающую количественное разнообразие случайности запросов. Энтропия Реньи вычисляется по формуле:

$$H_a(S) = \frac{1}{1-a} \cdot \ln\left(\sum_{i=1}^n p_i^a\right), \quad (2)$$

где  $p_i = P(S = s_i)$  – вероятность того, что дискретная случайная величина  $S$  окажется равна соответствующему возможному значению  $s_i$ ;

$n$  – общее число различных возможных значений случайной величины  $S$ , т. е. количество заданных терминов  $z_i$ , для которых  $\omega_i > w_{ad}, i = 1, \dots, n$ ;

$a$  – заданное действительное число, удовлетворяющее требованиям  $a \geq 0, a \neq 1$ .

Теоретически, когда ситуация стабильна и фиаско рынка в ближайшее время не намечается, мы имеем равномерное распределение и вероятности близки между собой настолько, что их можно считать равными, т. е.  $p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1/n$ , энтропия Реньи равна  $H_a(S) = \ln n$ . Иначе, энтропия начинает снижаться при возрастании  $a$ . Энтропия Реньи используется в экологии и статистике как индексы разнообразия, а также в квантовой теории информации, где она является мерой сложности.

В нашей задаче формула энтропии Реньи нужна для частных случаев:

1.  $a = 0$ , получаем  $H_a(S) = \ln n$ , где  $n$  – мощность области возможных значений конечной случайной величины  $S$ , т. е. это количество различных терминов, принадлежащих множеству возможных значений  $Z$ .

2.  $a = 1$ , в этом случае получаем информационную энтропию Шеннона:

$$H_1(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln(p_i) \quad (3)$$

Алгоритм динамического анализа информационного пространства запросов выглядит как регулярная последовательность следующих действий:

1. Определяем множество  $\Psi$  - все возможные факторы, которые могут послужить причиной внезапного фиаско (коллапса) рынка;

2. Определяем множество  $ST = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$  - ключевые термины, связанные с множеством  $\Psi$ .

3. Определяем множество  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$  - множество терминов, имеющих высокую степень корреляции с ключевыми терминами, частота которых в поисковых запросах превышает заданный порог  $w_{ad}$ .

4. С использованием инструментов семантического анализа запросов определяем частоты  $\omega_i$ , и оценки вероятностей  $p_i$  для терминов  $s_i, i = 1, \dots, k$ .

5. Рассчитываем численное значение энтропии  $H_a(S)$  по формуле (2) со значением  $a = 0$ , либо  $a = 1$  в зависимости от значений  $p_i, i = 1, \dots, k$ .

Если наблюдаем снижение энтропии относительно предыдущего значения, то это сигнализирует о последующем фиаско рынка.

### **Заключение**

Предлагаемый метод таит в себе неплохой потенциал для практического применения, однако есть ряд проблем, которые еще необходимо исследовать:

1. Временной горизонт прогнозирования. Точных численных оценок нет, имеются только эмпирические данные, полученные из результатов применения инструментов GoogleTrends;

2. Рекомендации по выбору величины  $w_{ad}$  могут быть разработаны только после многократного апробирования алгоритма. В настоящий момент авторы могут только посоветовать выбирать это значение методом последовательного приближения, исходя из результатов предварительного семантического анализа запросов. Правильный выбор значения позволит снизить размерность задачи, не теряя при этом информативности и полноты множества. Чтобы дать точные рекомендации нужно провести дополнительные исследования.

Тем не менее, ввиду значительной мощности множества  $Z$ , изложенные теоретические разработки и алгоритм могут быть использованы в системах искусственного интеллекта управления рисками, поддерживающих технологию обработки и анализа больших данных.

Предлагаемый алгоритм может применяться и в сложных технических системах в случае перевода процессов функционирования крупных производственных корпораций в единое информационное пространство в рамках концепции «Индустрия 4.0» [28]. В этом случае, изменение энтропии в больших объемах данных может свидетельствовать о накапливающихся проблемах (эффект «снежного кома»), которые со временем найдут выход в системе производства и управления корпорацией через неконтролируемые функционально слабые места (так называемый эффект «дырок швейцарского сыра» [29]) и проявятся в коллапсе или системном сбое процессов функционирования корпорации.

#### Список источников

1. **Тaleb Н.Н.** Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости [Текст] / пер. с англ. В. Сонькина, А. Бердичевского, М. Костионовой, О. Попова под редакцией М. Тюнькиной. – М.: Издательство КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2011. – 528 с.
2. **Baker S.R., Bloom N., Davis S. J., Terry S.J.** COVID-Induced Economic Uncertainty // NBER Working Paper Series // National Bureau Of Economic Research, Cambridge, 2020, 16 p.
3. Международная практика прогнозирования мировых цен на финансовых рынках (сырье, акции, курсы валют) / под ред. **Я. М. Миркина**. – М.: Магистр, 2014. – 456 с.

4. **Батор Ф.М.** Анатомия провала рынка. Вехи экономической мысли. Экономика благосостояния и общественный выбор. – СПб.: Экономическая школа, 2004. – Т. 4. – С. 251–292.
5. **Гукасьян Г.М.** Экономика от «А» до «Я»: Тематический справочник / Г.М. Гукасьян. – Москва: ИНФРА-М, 2009. – 480 с.
6. **Шумпетер Й.** Экономические циклы. – М.: Неон, 1996. – 768 с.
7. **Moore G.H.** Statistical Indicators of Cyclical Revivals and Recessions // National Bureau of Economic Research – Princeton University Press, 1961. – Т. 1. – С. 184–260.
8. **Макконнелл К.Р.** Экономика: принципы, проблемы и политика: Учебник / Макконнелл К.Р., Брю С.Л., Флинн Ш.М., – 19-е изд., англ. – Москва: НИЦИНФРА-М, 2017. – 1028 с.
9. **Shumway R.H., Stoffer D.S.** Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Fourth Edition / Springer, 2016. – 558 p.
10. **Ramos R.A.** Logistic Function As a Forecasting Model: It's Application To Business And Economics. International Journal of Engineering and Applied Science, March 2013, Vol. 2, N. 3, pp. 29–36.
11. **Graham B., Dodd D.** Security Analysis: Sixth Edition, Foreword by Warren Buffett, McGraw-Hill Irwin, 2008. – 766 p.
12. **N24.RU** Новостное агентство Ямала. Сбылось предсказание тигра из Красноярского зоопарка об исходе выборов на Украине [Эл. ресурс]. <https://n24.ru/novosti/2019/04/23/sbylos-predskazanie-tigra-iz-krasnoiarского-zooparka-ob-iskhode-vyborov-na-ukraine/> (дата обращения 03.05.2020, 7.20).
13. **Зубарев Д.Н., Морозов В.Г.** Энтропия // Физическая энциклопедия: [в 5 т.] / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия (т. 1–2); Большая Российская энциклопедия (т. 3–5), 1988–1999.
14. Economic policy uncertainty [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.policyuncertainty.com/> (Дата обращения: 05.04.2020).
15. Global EPU Index through May 2017 [Электронный ресурс]. – URL: [https://policyuncertainty.com/media/Global\\_Annotated\\_Series.pdf](https://policyuncertainty.com/media/Global_Annotated_Series.pdf) (Дата обращения: 05.04.2020).
16. **Сюэцзюнь Ч.** Индекс неопределенности экономической политики и волатильность фондового рынка Китая применительно к России / Ч. Сюэцзюнь, М. Тянь, Ш. Янь // Инновации и инвестиции. – 2019. – №9. – С. 99–104.
17. **Акатьева М.Д.** Репутационный риск: оценка современного теоретико-понятийного аппарата // Национальные стандарты учета и отчетности, т. 18, вып. 20, 2015, с. 16–29.
18. **Power M.** The risk management of everything. The Journal of Risk Finance, 5 (3), 2004, pp. 58–65.

19. **Zhang W., Skiena S.** Financial Analysis Using News Data. Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA, 2008, 71 p.
20. **Grisafi S.J.** Market Dynamics: The Mechanics of Financial Engineering. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013, 218 p.
21. **Curmea C., Preisb T., Stanleya H.E., Moat H.S.** Quantifying the semantics of search behavior before stock market moves. PNAS, August 12, 2014, vol. 111, No. 32, pp. 11600–11605.
22. **Семёнова А.В., Корсунская М.В.** Контент-анализ СМИ: проблемы и опыт применения / Под ред. В. А. Мансурова. – М.: Институт социологии РАН, 2010. – 324 с.
23. Эксперимент: Использование GoogleTrends для прогнозирования обвалов фондового рынка // Блог компании ITICapital [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/iticapital/blog/279021/> (дата обращения 07.02.2020, 18.39).
24. **Гладуэлл М.** Переломный момент. Как незначительные изменения приводят к глобальным переменам. Издательство: Альпина Паблишер, 2015. 374 с.
25. **Гленсдорф П., Пригожин И.** Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М., 1973. – 280 с.
26. **Renyi A.** On Measures of Entropy and Information / A. Renyi // Proc. Fourth Berkeley Symposium. – V.1. – Berkeley. Calif.: University of California Press, 1961, pp. 547–561.
27. **Королев О.Л.** Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике: Монография / О.Л. Королев, М.Ю. Кусый, А.В. Сигал / Под ред. В. Сигала. – Симферополь : Издательство «ОДЖАКЪ». 2013. – 148 с.
28. Четвертая промышленная революция: Целевые ориентиры развития промышленных технологий и инноваций // Всемирный экономический форум. Информационный документ. 2019, 49 с.
29. **Foer E.** Метафора катастрофы: как управлять рисками при помощи швейцарского сыра, Theory&Practice, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/7427-metafora-katastrofy-kak-upravlyat-riskami-pri-pomoshchi-shveytsarskogo-syra> (дата обращения 08.05.2020, 23.37).

## References

1. **Taleb N.N.** Chernyj lebed'. Pod znakom nepredskazuemosti [Tekst] / per. s angl. V. Son'kina, A. Berdichevskogo, M. Kostionovoj, O. Popova pod redakciej M. Tyun'kinoj. – М.: Izdatel'stvo KoLibri, Azbuka-Attikus, 2011. – 528 s.

2. **Baker S.R., Bloom N., Davis S. J., Terry S.J.** COVID-Induced Economic Uncertainty // NBER Working Paper Series // National Bureau Of Economic Research, Cambridge, 2020, 16 p.
3. Mezhdunarodnaya praktika prognozirovaniya mirovyh cen na finansovyh rynkah (syr'e, akcii, kursy valyut) / pod red. **Ya.M. Mirkina**. –M. : Magistr, 2014. –456 s.
4. **Bator F.M.** Anatomiya provala rynka. –Vekhi ekonomicheskoy mysli. Ekonomika blagosostoyaniya i obshchestvennyj vybor. — SPb.: Ekonomicheskaya shkola, 2004. – T. 4. – S. 251–292.
5. **Gukas'yan G.M.** Ekonomika ot «A» do «YA»: Tematicheskij spravochnik / G.M. Gukas'yan. –Moskva: INFRA-M, 2009. –480 s.
6. **Shumpeter J.** Ekonomicheskie cikly. – M.: Neon, 1996. –768 s.
7. **Moore G.H.** Statistical Indicators of Cyclical Revivals and Recessions // National Bureau of Economic Research – Princeton University Press, 1961. – T. 1. – C. 184–260.
8. **Makkonnell K.R.** Ekonomiks: principy, problemy i politika: Uchebnik / Makkonnell K.R., Bryu S.L., Flinn SH.M. – 19-e izd., angl. –Moskva :NIC INFRA-M, 2017.–1028 s.
9. **Shumway R.H., Stoffer D.S.** Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Fourth Edition / Springer, 2016.–558 p.
10. **Ramos R.A.** Logistic Function As a Forecasting Model: It's Application To Business And Economics. International Journal of Engineering and Applied Science, March 2013, Vol. 2, N. 3, pp. 29–36.
11. **Graham B., Dodd D.** Security Analysis: Sixth Edition, Foreword by Warren Buffett, McGraw-Hill Irwin, 2008. – 766 p.
12. **N24.RU** Novostnoe agentstvo YAmala. Sbylos' predskazanie tigra iz Krasnoyarskogo zooparka ob iskhode vyborov na Ukraine [El. resurs]. <https://n24.ru/novosti/2019/04/23/sbylos-predskazanie-tigra-iz-krasnoiarskogo-zooparka-ob-iskhode-vyborov-na-ukraine/>(data obrashcheniya 03.05.2020, 7.20).
13. **Zubarev D.N., Morozov V.G.** Entropiya // Fizicheskaya enciklo-pediya: [v 5 t.] / Gl. red. A. M. Prohorov. – M.: Sovetskaya enciklopediya (t. 1–2); Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya (t. 3–5), 1988–1999.
14. Economicpolicyuncertainty [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.policyuncertainty.com/>(Data obrashcheniya: 05.04.2020).
15. Global EPU Index through May 2017 [Elektronnyj resurs]. – URL: [https://policyuncertainty.com/media/Global\\_Annotated\\_Series.pdf](https://policyuncertainty.com/media/Global_Annotated_Series.pdf) (Data obrashcheniya: 05.04.2020).
16. **Syueczyun' Ch.** Indeks neopredelennosti ekonomicheskoy politiki i volatil'nost' fondovogo rynka Kitaya primenitel'no k Rossii / CH. Syueczyun', M. Tyan', SH. YAn' // Innovacii i investicii. – 2019. – №9. – S. 99–104;

17. **Akat'eva M.D.** Reputacionnyj risk: ocenka sovremennogo teoretiko-ponyatijnogo apparata. Nacional'nye standarty ucheta i otchetnosti, t. 18, vyp. 20, 2015, s. 16–29.
18. **Power M.** The risk management of everything. The Journal of Risk Finance, 5 (3), 2004, pp. 58–65.
19. **Zhang W., Skiena S.** Financial Analysis Using News Data. Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA, 2008, 71 p.
20. **Grisafi S.J.** Market Dynamics: The Mechanics of Financial Engineering. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013, 218 p.
21. **Curmea C., Preisb T., Stanleya H.E., Moat H.S.** Quantifying the semantics of search behavior before stock market moves. PNAS, August 12, 2014, vol. 111, No. 32, pp. 11600–11605.
22. **Semyonova A.V., Korsunskaya M.V.** Kontent-analiz SMI: problemy i opyt primeneniya / Pod red. V. A. Mansurova. – M.: Institut sociologii RAN, 2010. – 324 s.
23. Eksperiment: Ispol'zovanie Google Trends dlya prognozirovaniya obvalov fondovogo rynka. Blog kompanii ITI Capital, [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/company/iticapital/blog/279021/> (data obrashcheniya 07.02.2020, 18.39).
24. **Gladuell M.** Perelomnyj moment. Kak neznachitel'nye izmeneniya privodyat k global'nym peremenam. Izdatel'stvo: Al'pina Publisher, 2015, 374 s.
25. **Glensdorf P., Prigozhin I.** Termodinamicheskaya teoriya struktury, ustojchivosti i fluktuacij. – M., 1973, 280 c.
26. **Renyi A.** On Measures of Entropy and Information / A. Renyi // Proc. Fourth Berkeley Symposium. – V.1. – Berkeley. Calif.: University of California Press, 1961, pp. 547–561.
27. **Korolev O.L.** Primenenie entropii pri modelirovanii processov prinyatiya reshenij v ekonomike. Monografiya / O.L. Korolev, M.YU. Kussyj, A.V. Sigal / Pod red. doi. A. V. Sigala. – Simferopol' : Izdatel'stvo «ODZHAK». 2013. – 148 s.
28. Chetvertaya promyshlennaya revolyuciya: Celevye orientiry razvitiya promyshlennyh tekhnologij i innovacij // Vsemirnyj ekonomicheskij forum. Informacionnyj dokument, 2019, 49 s.
29. **Foer E.** Metafora katastrofy: kak upravlyat' riskami pri pomoshchi shvejcarskogo syra, Theory & Practice, 2013 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/7427-metafora-katastrofy-kak-upravlyat-riskami-pri-pomoshchi-shveytsarskogo-syra> (data obrashcheniya 08.05.2020, 23.37).