

## **БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ И ПЕРЕХОД К НОВОМУ ФИНАНСОВОМУ ПОРЯДКУ**

**СИГОВА Мария Викторовна, д.э.н., профессор<sup>1</sup>,**

**КЛЮЧНИКОВ Игорь Константинович, д.э.н., профессор<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Международный банковский институт», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Международный банковский институт», Санкт-Петербург, Россия

Адрес для корреспонденции: И.К. Ключников, 191023, Невский пр., 60  
Санкт-Петербург, Россия

Тел. + 7 (921) 904 20 84. Электронная почта: igorkl@list.ru

### **Аннотация**

В статье анализируется воздействие больших данных на перестройку финансов и переход к новому финансовому порядку. Современные концепции и модели показывают и объясняют значительное разнообразие поведения финансовых посредников и регуляторов на рынке. Однако они не дают удовлетворительного ответа на вопрос о том, как управлять современными данными, почему отсутствует возможность их полной формализации и как справиться с решением задач по управлению финансовой сферой в условиях резкого роста информационного потока. Самое главное – они не объясняют условия, направления и последствия воздействия больших данных на развитие финансов.

В статье выдвигается идея о кризисе финансовой науки, который возник под воздействием больших данных, и недостатках традиционных подходов при их обработке и анализе. Преодоления кризиса возможно в направлении развития новых подходов, технологий и вычислительных методов, а также построения новых модельных рядов, позволяющих учитывать высокочастотные потоки сверхбольших данных и проводить с ними комплексную работу.

### **Ключевые слова**

Высокоскоростная торговля, большие данные в финансах, финансы, эконометрика, финансовая математика, неопределенность, хаос.

## **BIG DATA AND THE TRANSITION TO A NEW FINANCIAL ORDER**

**SIGOVA Maria V., Doctor of Economics, Professor<sup>1</sup>**

**KLUCHNIKOV Igor K., Doctor of Economics, Professor<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Autonomous nonprofit organization of higher education  
«International Banking Institute», Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Autonomous nonprofit organization of higher education  
«International Banking Institute», Saint-Petersburg, Russia

Address for correspondence: Kluchnikov Igor K., 191011, St. Petersburg,  
Nevsky pr., 60, St. Petersburg, Russia

Tel. + 7 (921) 904 20 84. E-mail address: igorkl@list.ru

## **Abstract**

The article analyzes the driving forces and directions for the restructuring of financial theory, and financial practices due to the emergence of ultra-high-speed trade associated with extremely large data. Modern concepts and models show and explain the significant diversity in the behavior of financial intermediaries and regulators in the market. However, they do not give a satisfactory answer to the question of how to manage modern data, why there is no possibility of their full formalization and how to cope with the tasks of managing the financial sphere in the conditions of a sharp increase in the information. But most importantly, they do not explain the conditions, directions and consequences of the impact of large data on the development of finance.

The article examines a peculiar crisis of financial science. It is based on the inability of old methods to conduct financial calculations of modern data and analyze rapidly changing information. It is shown that overcoming the crisis is possible in the direction of the new financial technologies and computational methods development, as well as the construction of the new model series that allow to take into account ultra-high-speed flows of extremely large data and carry out complex work with them.

## **Keywords**

Ultra-high-speed trading, big data in finance, finance, econometric, financial mathematics, uncertainty, and chaos.

## **Введение**

В статье рассматривается воздействие больших данных на финансовые перспективы. Переход финансовой отрасли к широкому использованию больших данных привел к коррекции многих статистических приемов и прогнозных моделей, подготовил новые методы работы с информацией, изменил не только вычислительные процедуры, но и финансовые потоки и технологии. По данным International Data Corporation, специализирующейся на рынке ИТ-технологий, цифровая вселенная удваивается каждые два года. Экспоненциальный рост информации обусловлен множеством факторов, среди которых выделяются новые решения для хранения данных и подключение различных устройств к Интернету (в том числе развитие Интернета вещей). Общемировой объем данных в 2010 г. составил 1,2 трлн ГБ, в 2015 г. – 7,9, а, по прогнозам, в 2020 – 44 трлн ГБ [1]. Информационный взрыв совпал со снижением стоимости сбора и обработки данных, а также значительным ростом вычислительных мощностей. Это в свою очередь повысило доступность информации и вызвало быстрое расширение информационной сферы. Ожидается дальнейшее ускорение развития информационных процессов и расширение их привлечения в финансы. Так, оборот отрасли данных в 2026 г. составит 84,69 млрд долл. (в 2011 г. он составлял всего 7,6 млрд долл.) [2]. Рост больших данных оказал преобразующее влияние на развитие финансовых

услуг и способствовал реорганизации финансовой индустрии. Работа с большими данными непосредственно основана на цифрации хозяйства. В настоящее время уровень цифрации финансовой сферы достиг 39%, что незначительно выше среднего уровня – 37% [3].

По оценкам международной консалтинговой компании McKinsey & Co., большие данные вместе с цифрацией и глобализацией являются ведущими тенденциями, способными переформатировать как операционный, так и стратегический контекст бизнеса [4] и, по нашему мнению, изменить финансовый порядок. За последние четверть века всеобщая цифрация информации и привлечение больших данных существенно поменяли финансовую отрасль. Изменения затронули продуктовую линейку, услуги, расчеты, взаимоотношения с клиентами и биржевую торговлю, а также деятельность надзорных органов. В целом все нововведения привели к переформатированию финансов и изменению привычных параметров, определяющих их устойчивость. Отношение к большим данным, а также управленческие, технические и культурологические перспективы их использования в финансах разных стран существенно различаются. По некоторым оценкам, финансовая сфера Европы все еще находится на ранней стадии внедрения цифровых технологий и сервисов, а также использования больших данных в биржевой торговле и организации целого ряда финансовых услуг. В этом плане передовые позиции занимают финансы США. Например, в Северной Америке около половины всей биржевой торговли осуществляют роботы, активность которых основана на скоростной обработке больших массивов информации; инвестиционное консультирование и выбор финансовых продуктов также происходит преимущественно с использованием автоматизированных устройств, работающих с большими данными; США опережают другие страны по использованию блокчейновых технологий и криптовалют в розничном обороте, организации расчетов, минуя банки, привлечению новых механизмов массового инвестирования, что требует широкого применения больших данных. По оценкам McKinsey, к 2025 г. цифрация будет способствовать дополнительному вкладу в ВВП США суммы от 1,6 до 2,2 трлн долл., причем значительная часть вклада придется на финансы [5].

Под воздействием цифрации и больших данных формируется новая финансовая культура общества. Растущая цифровая грамотность и доступность аналитических инструментов с электронными носителями способствуют развитию культуры, основанной на цифровых коммуникациях. Базовыми «техническими» характеристиками такой культуры в финансовой сфере являются следующие: онлайн-режим доступа к финансовым продуктам и

услугам; удаленные и молниеносные финансовые коммуникационные, в том числе расчетно-платежные, отношения; формальная доступность к неограниченным кредитным ресурсам, а также устранение элитарной окраски с банковской и биржевой деятельности и внедрение кредитно-финансовых услуг в повседневный розничный оборот. В результате меняется сознание и поведение компаний, государства и населения.

В статье предпринята попытка показать, как на базе больших данных формируется современный цифровой финансовый порядок, который оказывает огромное воздействие на дальнейшее развитие общества, преобразует его культуру, ведет к становлению новой финансовой бизнес-модели. Статья носит постановочный характер – она предлагает наметить некоторые концептуальные и практические подходы, необходимые для понимания места финансов в системе «хаос – порядок».

## **Результаты исследования**

### **1. Основные свойства-характеристики больших данных в финансах**

В финансовой экономике данные выступают «материальной» основой активности, служат мерой богатства и продуктивности, оценивают затраты труда и капитала, характеризуют объемы потребления и накопления, а также предназначаются для различных вычислений, сравнений и управленческих решений. Финансовые данные не только сами выступают мерой активности, но и передают важные импульсы в хозяйство, а также являются средствами коммуникации и распределения ресурсов. В конечном счете данные, которые обращаются в финансовой системе, так же, как поступающие в последнюю и вытекающие из нее, оказывают влияние на текущую и будущую стоимость денег, определяют эффективность их обращения и характеризуют уровень стабильности и устойчивости как всей финансовой системы, так и ее составных частей.

Любые изменения в финансах меняют статус-кво сложившейся системы финансовой стабильности и привычного порядка, и с этой точки зрения способны вызвать их нарушение [6]. Экспертные оценки угроз для стабильности финансовой системы и будущих цен на финансовом рынке в традиционных условиях и при переходе к большим данным – принципиально разные процессы, но в целом ряде случаев используются схожие методики, опирающиеся на теорию вероятности и финансовую математику, а в более сложных случаях, когда невозможно упорядочить случайные события и вычленив их из хаоса, привлекается найтианская неопределенность, нейронные системы, сетевые способы обработки информации и другие разработки.

В целом большие данные можно представить в виде функции со следующими переменными: объем ( $V_1$ ), разнообразие ( $V_2$ ), скорость ( $V_3$ ), изменчивость ( $V_4$ ), состояние ( $V_5$ ), время ( $T_6$ ) и место (источник) генерации ( $P_7$ ) данных. Первые три характеристики больших данных (объем, разнообразие и скорость) были введены в оборот в 2001 г. в ходе их систематизации, проведенной Дугом Лани – аналитиком ведущей исследовательской и консалтинговой компании в области информационных технологий Gartner [7]. С их помощью объясняли переход от обычных к большим данным (особые характеристики-свойства, которые подчеркивали отличия больших данных от обычных). Достаточно быстро первые три характеристики стали обозначать символом  $V3$  – volume (объем), variety (разнообразие), velocity (скорость). Последующие две характеристики, которые были добавлены два-три года назад, также начинаются с латинской буквы  $V$  – variability (изменчивость) и value (значение). Следуя принятым обозначениям, предлагаем дополнить характеристики больших данных еще двумя отличительными свойствами – временем (time) и местом (place) возникновения данных, которые обозначим следующим образом:  $T_6$  и  $P_7$  соответственно. В силу многофакторного анализа сами большие данные представляют собой достаточно неопределенную величину с разнообразными свойствами, которые достаточно сложно четко характеризовать и тем более измерить. Поэтому переход финансов на большие данные уже в силу информационной энтропии представляет собой достаточно неопределенный процесс, который значительно повышает вероятность случайных событий и возрастания явных и неявных неопределенностей.

Все семь свойств-характеристик больших данных участвуют в поиске цены финансовых активов и требуют организации работы с постоянно растущим объемом информации. Семимерная характеристика больших данных ( $V5 + T + P$ ) позволяет определять практически все основные свойства перехода данных в разряд «большие данные», что необходимо для организации современной финансовой деятельности. Поэтому предлагаем использовать обозначение  $V5 + T + P$  (или  $V5+$ ) для определения перехода финансов на большие данные.

Для финансов чрезвычайно важными являются следующие два свойства: «время» [8] и «место» [9]. С их помощью достигаются специфические характеристики больших данных и отражается сущность финансов. Во-первых, время служит основой для различных временных рядов, выступающих статистической базой финансовых исследований. В этой связи большие данные существенно раздвинули границы финансовой статистики и привлекли в

отрасль новую информацию. Во-вторых, время определяет длительность финансовых циклов и фаз, что в свою очередь позволяет следить за изменениями уровня устойчивости и неопределенности финансов, а также учитывать их постоянное движение между хаосом и порядком. В-третьих, время выступает базовым условием обращения денег и, по сути, определяет кредитные, инвестиционные, рентные, лизинговые отношения.

Проблема места генерации финансовой информации решается на различных уровнях. В частности, она рассматривается применительно к макро- и мезоуровневым задачам – например, в связи с привязкой к определенным финансовым центрам и биржам; возможны также микроэкономические решения, например, при зональной организации финансовых взаимодействий в городской среде и персонализации финансовых запросов.

Большие данные потребовали изменить многие направления работы в финансах. В частности, они способствовали организации особых механизмов отбора и передачи информации, разработки алгоритмов, вычислительных процедур и программных продуктов, позволяющих организовать работу в режиме реального времени. Так, базы данных NewSQL обеспечивают масштабирование NoSQL и фокусируются только на транзакциях; они также вместе с ClustrixDB (при использовании приемов типа Massively Parallel Processing, MPP) обеспечивают быструю аналитику в режиме реального времени, что во многом начинает определять текущую деятельность и биржевую торговлю. При этом происходит совмещение текущих задач на базе постоянно обновляющейся информации с выводом из хранилищ данных с учетом времени их поступления, что необходимо для сравнений, а также оперативных и стратегических решений и организации услуг. Собственно на такой базе строятся современные платформы биржевой высокочастотной торговли (ВЧТ). Поскольку интегрирование и агрегирование относятся к обязательным условиям обработки аналитики в реальном времени, то обычно с них начинается срочный анализ данных.

Навигационные способности ClustrixDB обеспечивают масштабирование не только во времени, но и в пространстве, что позволяет, с одной стороны, всем узлам участвовать во всех типах запросов, с другой стороны, по мнению некоторых экспертов [10], ускоряет аналитику, особенно когда дело касается сложных запросов. В результате появляется возможность выделять, анализировать и использовать для текущих сравнений территориальные особенности поступления данных в режиме реального времени.

С помощью учета места происходит географическое распределение поступающей информации, что повышает качество обслуживания и управления

финансовыми услугами. В результате рассматриваются территориальные особенности и свойства информации. В целом свойства «время» и «место» позволяют по-новому управлять большими данными. При умелом использовании всех свойств больших данных расширяются финансовые услуги, персонализируется их предложение и происходит переход к точечному механизму их предложения.

## **2. Особенности анализа повторяемости событий в больших данных**

В финансовой сфере важное значение имеет анализ повторяющегося поведения и в связи с этим выяснение условий, причин и вероятности повторяемости (в данной статье мы ограничимся проблемами вероятности). Возможное распределение поведения анализируется с помощью традиционных вероятностных и статистических подходов. Однако в условиях больших данных получают развитие новые методы. В частности, ожидание определенного поведения на финансовом рынке все чаще рассчитывается и конструируется с помощью байесовского динамического моделирования, позволяющего проследить обмен информацией во времени и пространстве. Уникальность данного метода заключается, в частности, в том, что, при соответствующем настрое и выборе переменных с его помощью можно рассчитывать вероятность хакерских атак на сервер финансового учреждения или сбоев в работе банкоматов.

Основной принцип работы с большой базой данных на основе теоремы Байеса очевиден: поиск одинаковых сигналов, требующих значительных расчетных процедур, часто выходящих за пределы возможности даже современной вычислительной техники. Так, заинтересованность банковского клиента с вкладом свыше 1 млн руб. в брокерском счете оценивается, например, в 0,1 (при полной определенности равной 1), что выводится из простого подсчета: каждый 10-й клиент в данной категории держит брокерский счет (для расчетов вводим показатель  $A$ ). В свою очередь каждый 100-й вклад имеет размер свыше 1 млн руб. ( $B$ ). К тому же вклад в банке имеет только каждый 10-й житель ( $C$ ). В таком случае с учетом теоремы Байеса фиксируется количество произошедших событий (открытых брокерских счетов в банках) и определяется их вероятность как в целом, так и для каждого банка. Например, предположим, что  $P(A)$  – количество открытых брокерских счетов в банке, то есть вероятность предположения  $A$  (измеряется в долях);  $P(B)$  и  $P(C)$  – количество событий  $B$  и  $C$  соответственно (измеряется в долях);  $P(A | B)$  – частота наступления события  $A$  при существующем событии  $B$ ;  $P(A | C)$  и  $P(B | C)$  –

частота наступления события  $A$  при существующем  $B$ , а события  $B$  – при существующем событии  $C$ . В данном случае правдоподобие события (правило Байеса) является вероятностью наступления трех событий, что можно представить в виде простого отношения вероятностей этих событий или с помощью более усложненной формулы вывести из определения условного распределения случайных событий. Применительно к нашему случаю вероятность открытия брокерского счета клиентом выводится из вероятности, вытекающей из трех случайных величин, между которыми существуют определенные зависимости.

Возможно также сетевое или графическое построение вероятностной модели. В таком случае применяют следующий способ моделирования: нециклическое определение направленности граф в сетевом несистемном окружении, то есть компоновка конечного числа вершин и ребер происходит так, чтобы каждое ребро было направлено от одной вершины к другой и при этом последовательность перехода была любой. Данный подход резко увеличивает число возможных вариантов решения и требует обработки огромных массивов данных. Такой способ позволяет моделировать множество различных видов информации и на ее основе прогнозировать поведение банковских клиентов и предоставлять различные варианты их активности. Электронная таблица может быть смоделирована с вершиной для каждой ячейки и ребром, когда формула в одной ячейке использует значение из другой. Топологическое упорядочение может использоваться для обновления всех значений ячеек при изменении таблицы. Вся сложность заключается в выборке в огромном массиве данных нужных сигналов, соответствующей их классификации и определении векторной направленности. Для этого необходимо провести классификацию поведения как действующих, так и потенциальных банковских клиентов, исходя из определенных, заранее выбранных критериев.

Широкое применение байесовских методов для расчетов вероятности финансовых событий сдерживает недостаточность практических разработок: с одной стороны, моделей, алгоритмов и программных продуктов, а с другой стороны – поведенческих стереотипов. Проблема заключается в отсутствии как четкой корреляции между байесовской математикой и вероятностным программированием, так и ясных конструктивных построений с учетом финансовой и управленческой культуры. Рост вычислительных мощностей позволяет преодолеть существующие ограничения в вычислительных процедурах. К тому же использование альтернативных маршрутов по вероятностному программированию позволяет найти новые подходы к решению пробле-

мы. Последний путь гораздо полезнее, поскольку он снижает необходимость математического вмешательства на каждом шагу, то есть с повестки дня снимаются многие ограничения, связанные с часто неразрешимым математическим анализом высокочастотных сверхбольших данных и громоздкими вычислительными процедурами, которые выступают в качестве предпосылки для выводов, основанных на байесовском моделировании. Проще говоря, используется особая вычислительная процедура, представляющая собой не обычную последовательность вычислений, а цепочку самостоятельных промежуточных (выполняемых параллельно и автономно) вычислений, объединенных в общий процесс посредством особых приемов. Таким способом преодолеваются многие ограничения, связанные с сохраняющимися ограничениями вычислительных мощностей при работе с большими данными (особенно поступающими с большой скоростью), анализ и применение которых требует быстрой реакции на изменения. Однако в любом случае ограничения возникают в связи со слабой проработкой вопросов, касающихся стратификации финансовой культуры и определения групп и типов поведения участников финансовых взаимодействий.

Таким образом, при работе с сверхбольшим объемом данных используется метод в виде особого вычислительного пути, характеризуемого серией параллельных и скачкообразных вычислений. Такой подход требует совмещения финансовых вычислений с программированием, что редко встречается на практике, поскольку существуют разграничения знаний и углубляется разделение между вычислительными процедурами и программированием. Также наблюдается размежевание между технологией больших данных и пониманием финансового поведения и его классификацией. Если процедуры, связанные с вычислением и программированием, постепенно совершенствуются, то проблемы, связанные со сближением технологий больших данных с финансовой культурой общества, особенно в части стратификации поведения, его классификации и параметризации, еще далеки от решения.

При обработке больших данных байесовский вывод отличается от более традиционного статистического вывода. Поэтому при решении проблем типологии поведения или выявления вероятности, например, хакерской атаки (времени и места инициирования) или открытия брокерского счета в банке разными методами можно получить неодинаковые результаты. При этом подходы к определению вероятностей событий для байесовского и статистического метода разные. Буквально недавно наметились попытки найти корреляционные зависимости между различными результатами анализа, осно-

ванными на байесовских и традиционных статистических выводах, и таким образом рассчитать вероятность вероятностей результатов самих расчетов, а также соответствующих событий.

При первом приближении байесовские методы могут быть интерпретированы как решения при недостаточной (или, скорее, ограниченной – в силу фрагментарности временных рядов, прерывистости наблюдений, сверхбольших объемов данных и временных лимитов их обработки) статистической технике. Байесовское мировоззрение представляет вероятность в виде меры достоверности события, то есть позволяет характеризовать *меру уверенности в происходящем* (в нашем примере – хакерской атаки или открытия брокерского счета), в то время как статистическая техника больше склонна определять *частоту происходящего*. Различия двух методов при оценке вероятности сводятся к акценту в первом случае, скорее, больше на субъективное (поскольку все еще пользуются субъективным критерием при выборке из общего массива данных определенных частей, необходимых для анализа, исходя из поведения существующих и потенциальных банковских клиентов и внешних контрагентов), а во втором – на объективное (поскольку берется весь временной ряд и каждое событие оценивается, исходя из предыдущего опыта). Второй случай неприменим при смене фазы экономического цикла. Кроме того, статистика позволяет разграничивать определенность и случайность, в то время как байесовские методы предполагают ввести еще меру вероятности как в определенности, так и в случайности, а также определить уровень доверия к вероятностной оценке, что более подходит при межфазной (при переходе в другую фазу экономического цикла) оценке случайности.

Возможна альтернативная интерпретация вероятности: частотность (*frequentist*), известная как более классическая версия статистики, предполагающая, что вероятность – это долгосрочная частота событий (отсюда и присвоенный ей титул). Например, вероятность ошибок банкоматов в рамках частотной философии интерпретируется как частота в долгосрочной перспективе соответствующих событий. Такой подход имеет логический смысл для многих вероятностей в финансовой сфере (классическим примером выступает страхование). Однако его становится труднее осмыслить, если события не имеют долговременной повторяемости и тем более, когда они случаются впервые (например, исчезновение в 2014 г. ведущей биткоиновой биржи *St. Vex*). Частично ответ на данный вопрос дают подходы к проблеме с позиции найтианской неопределенности. Правда, возможен альтернативный метод – расчет вероятности отсутствия отклонений в поведении или в череде

привычных событий (уровень вероятности соблюдения или нарушения порядка в событийном ряду, например, прохождение процедуры кредитования – от одобрения заявки и получения ссуды до своевременных выплат и полного погашения задолженности). Такой подход возможен также при поиске перспектив в финансовой сфере – новых событий (явлений). Например, при оценке вероятности смены привычной кредитной политики – переход от регулирования процентной ставки к нестандартным процедурам, которые могут изменить соотношение сил между фондовым и денежным рынками, либо привести к приливу в страну или оттоку из нее капитала, либо изменению денежной массы и росту инфляционных ожиданий. Однако процентную ставку меняют достаточно редко, а привычная денежная-кредитная политика была бессменной на протяжении последних 75 лет. Приверженцы частотного подхода в статистике обходят многие моменты, ссылаясь на альтернативные реальности, и выводят частоту появления как основу и принимают выводы на аксиоматичном уровне. Но в реальной жизни все может произойти иначе, поскольку никто не отменял возникновения не учитываемых возможностей и проблем и поэтому не рассчитываемых привычными методами.

Вывод: частотный финансовый анализ предполагает проведение выборочного статистического анализа в больших массивах данных. Он сводится к приложению статистических приемов при выборке из больших баз данных отдельных массивов с подчеркнутой частотой событий, особой структурой либо имеющих определенную пропорцию данных (структурную аналогию и т.п.). Основным альтернативным подходом к статистическим выводам является байесовский метод. К нему нередко прибегают при поиске оптимальных решений, что расширяет его применение, в частности, при сравнении вероятностей негативных случайностей в разных сценариях развития финансов [11].

В финансах начинают применять и другие альтернативные методики. В частности, метод фидуциальной вероятности (мера доверия любому заданному значению неизвестного параметра). Он предполагает упрощение процедуры статистической выборки. Кроме того, сама оценка вероятностей проводится с других позиций – на основе поиска обратной вероятности. Такой подход был предложен Р.Э. Фишером (1890–1962). В качестве основы было взято доверие, что во многом предопределило тяготение к нему ряда представителей австрийской экономической школы, а также представителей поведенческих финансов. При этом уровень доверия (вера в возможность того или иного события или сценария) рассчитывается посредством индуктивной

логики [12]. Метод критикуется за то, что он не является вероятностной мерой, поскольку ему не хватает аддитивных свойств [13], что принципиально важно для финансовой среды, которая предполагает постоянную адаптацию финансовых услуг к среде. Кроме того, при измерении необходимы большие временные ряды (достаточность статистических данных при исключении их фрагментарности), что затрудняет его использования при расчетах и параметризации уровня доверия случайности того или иного события, что особенно важно при высокочастотной биржевой торговле.

В общей финансовой системе развитие происходит между хаосом и порядком. С переходом на большие данные возрастает роль учета различных вероятностных событий в стратегическом и текущем управлении финансами. С одной стороны, в основе учета вероятностей тех или иных событий выбираются длинные временные ряды и весь упор делается на расчетах разными способами повторяемости событий, с другой стороны, внедряются методики, которые позволяют вести поиск «нестандартных» случайностей и определять вероятность их наступления.

### **3. От хаоса к порядку в финансовой системе**

Вольно или невольно, но на бытовом уровне мы постоянно занимаемся финансовым моделированием: что купить сегодня, а что потом; где и когда, да и хватит ли на все это денег. Такие вопросы каждый из нас ставит ежедневно. Такие же задачи решают государство, компании, банки, а когда они взаимодействуют друг с другом на международном уровне, то их решения становятся еще более сложным делом. Появляются различные случайности, и круг вопросов, которые надо решать, постоянно расширяется, что повышает неопределенность всего процесса финансового моделирования. Однако посредством различных модельных конструкций население, компании и государство пытаются упорядочить информационные потоки, найти свое место в системе «хаос – порядок» и ориентироваться в быстро меняющемся финансово-информационном потоке. Большие данные существенно раздвигают привычные границы финансового моделирования и расширяют представления о финансах. С одной стороны, они позволяют привлекать в процесс принятия решений более широкий круг данных, что повышает надежность оценок текущего состояния и перспектив развития, а с другой стороны, рост событийного ряда, повышение разнообразия случайностей и инновационных преобразований усиливает состояние неопределенности всей системы. В качестве компенсатора срабатывал эффект инновационной деструкции финан-

сов, который все чаще становится определяющим развитие. Так, рост нововведений можно представить в виде неупорядоченной дисперсии случайностей, которые провоцируют неопределенности и движение в сторону хаоса.

В последнее время финансовый мир все больше полагается на модели, которые становятся более сложными, разнообразными и направленными на учет различных специфик функционирования и решаемых задач. В теории моделирование призвано больше улавливать реальности и отражать их в различных математических конструкциях. На практике происходит расширение рамок между реальным хозяйством и финансовыми моделями, призванными его отражать.

Радикальная настройка и постоянные эксперименты, с одной стороны, и рост неустойчивости и новые бизнес-модели, с другой стороны, являются новыми признаками конкуренции, в основе которой вовлечение в деятельность все большего объема данных. В этих условиях проблема порядка сводится не к конструированию устоявшихся схем и застывших моделей, а к постоянному маневрированию и поиску нового. Тем самым в основе порядка, основанного на больших данных, находятся не старые принципы стабильности и устойчивости, основанные на консерватизме, а новые, в основе которых – непрерывность изменений и инноваций. То есть поиск финансовой определенности и порядка идет в направлении развития управления и порядка в рамках растущей неопределенности системы. В результате резко раздвигаются границы между хаосом и порядком, что предполагает также переход к работе со случайностями как с возможными перспективными направлениями развития.

Одним из главных тормозов на пути внедрения больших данных, согласно исследованию McKinsey, являются недостатки в цифровой культуре, в частности, предполагающие в больших данных видеть хаос вместо порядка [14]. Соответственно работа по упорядочиванию и системности превращается в беспорядочную деятельность и отбор случайных событий. В таких случаях вместо, с одной стороны, выборки повторяющихся и системообразующих событий, а с другой стороны, учета вероятностей смены трендов и превращения незначимых событий в определяющие переходят либо к работе со случайными выборками, либо к абстрагированию от преимуществ, которые предоставляют большие данные. Тем не менее в целом преобладает тенденция по превращению больших данных в новые корпоративные активы наряду с деньгами и капиталами, то есть развитие идет в том же направлении, как в прошлом формировались бренды, которые со временем получили соответ-

ствующую денежную оценку и нередко стали представлять собой существенную часть стоимости многих корпораций.

В целом состояние хаоса на микроуровне сводится к неплатежеспособности и банкротству компаний. Существует значительное число различных формул и моделей, которые предполагают анализ и выявление потенциальной неплатежеспособности и возможности банкротства. Состояние порядка предполагает достаточную ликвидность и выполнение обязательств компании. В этом плане большие данные значительно расширили разрыв между хаосом и порядком, поскольку в микроуровневом управлении возросло число показателей, находящихся между хаосом и порядком. Их комбинация в каждом конкретном случае может характеризовать тенденцию как к хаосу, так и к порядку. Однозначное решение возможно только на крайних полюсах системы – при полном прекращении выполнения обязательств (или отсутствии такой возможности) и при полной ликвидности, которая возникает только при наличии существенных свободных денежных ресурсов у компании.

Под воздействием больших данных на макроуровне также существенно возрастает интервал между хаосом и порядком и раздвигаются границы, в рамках которых господствуют случайности и доминируют неопределенности. По мере роста финансовых перегревов (пузырей), усиления тенденций в направлении крахов и кризисов среди экономистов усиливаются споры об уровне рациональности и эффективности финансового рынка. Данные споры связаны с попытками решить основной вопрос финансовой теории и практики: финансовый рынок рационален и эффективен, как это предполагает современная финансовая теория, или он иррационален и неэффективен, как это считает поведенческая теория и во многом австрийская экономическая школа. Это один из крупнейших споров финансовой науки. И от его решения во многом зависит будущий механизм финансового регулирования – сохранятся ли его базовые условия, опирающиеся на рыночную рациональность или государственное регулирование, либо их следует трансформировать в сторону рыночной нерациональности и неопределенности. В целом хозяйственная практика сдвигается в сторону неопределенности и, соответственно, движется в направлении хаоса.

Обработка больших массивов данных позволяет финансовой компании понять, кто является лучшей целью и соответствует критериям для конкретного продукта, на кого надо направлять ту или иную рекламу, в какой сфере следует развивать активность, а в какой сокращать присутствие. Возникает множество переменных и растут объемы слабо формализуемых данных, ко-

торые непрерывно и с большой скоростью поступают в финансовую систему. Используя аналитику и «интеллектуализацию» данных, финансовые учреждения интерпретируют в широком диапазоне внутренние и внешние данные о клиентах, в том числе их привычки, почерпнутые из сообщений в социальных сетях. Такой подход позволяет производить более своевременные и целенаправленные действия, повышать качество и точечную направленность обслуживания.

Интернет представляет собой огромный склад информации и предлагает дополнительные выгоды для потребителей и поставщиков продуктов и услуг. Одновременно он вынуждает финансовые учреждения пересмотреть традиционный подход к информации и перейти к привлечению больших данных к текущему управлению. Финансы можно представить в виде информационных потоков, выраженных в стоимостной форме. Резкий их рост является новым феноменом, который нуждается в изучении не только финансовой наукой, но и математикой, статистикой, эконометрикой, а также информатикой и программированием. Главное заключается не в определении данного феномена, а в анализе его действия – механизмах использования в финансовом хозяйстве и воздействия на финансовую теорию. Если техническая сторона больших данных в части организации работы с ними в финансах достаточно часто является предметом исследования [15], то воздействие больших данных на состояние финансов и особенно на их стабильность нуждается в изучении. Вместе с тем развертывающаяся финансово-информационная революция и масштабы ее влияния на все общество требуют более обстоятельных обобщений и перехода к систематическому изучению, в том числе с позиции системы «хаос – порядок».

Для финансов работа с информацией – ее поступление, перемещение, извлечение данных и их обработка – является «производством». Дело в том, что деньги и финансовые активы выступают в виде соответствующей информации, которая является базой для финансов и естественным их состоянием. Огромные массивы данных служат для самых разнообразных вычислений. Они используются прежде всего для параметризации неопределенности (в основном в виде рисков и случайностей) и активов [16].

Сбор, обработка, извлечение из хранилищ необходимых данных и их анализ становятся особыми задачами управления и требуют специфических подходов и организационных приемов. Уникальность решения данных задач позволяет организационно выделять их в особые кластерные формы, в рамках которых можно интегрировать самые разнообразные подходы, организа-

ционные и управленческие приемы, механизмы сбора, обработки и хранения данных и конструировать информационные и управленческие модели. Облачная форма организации кластеров больше подходит для открытых баз больших данных. Переход к кластерной форме организации больших данных открывает дополнительные возможности для коллективного пользования финансовой информацией, в частности, новых инвестиционных и кредитных решений посредством краудфандинга и народного IPO, а также прямых расчетов (с использованием блокчейновых технологий), минуя посредников (банки, классические платежные системы и расчетные клиринги) по типу P2P (между физическими лицами), B2B (между юридическими лицами) и B2C (между населением и бизнесом) [17].

В настоящее время в нашей стране только появляется ощущение возможности учреждения технологических кластеров (облачных и стационарных) по обработке сверхбольших объемов высокочастотных слабоформализуемых финансовых данных. Вместе с тем от дальнейшего развития данного направления во многом зависят успехи новых технологий в освоении финансового рынка и позиции России на мировой финансовой арене. Страны и учреждения, которые поставят задачу по стимулированию развития данного направления, выиграют и получают значительные приоритеты в финансовой сфере и, следовательно, смогут повысить ее эффективность и конкурентные позиции и на такой основе ускорить экономическое развитие и рост благосостояния населения.

С позиции здравого смысла рост объема финансовой информации вполне предсказуем и поддается структурированию. Если финансы представить в виде определенного информационного массива, в котором происходит движение от хаоса к порядку и обратно, то задача сводится к упорядочиванию системы «хаос – порядок». Такой подход соответствует цикличности развития. На макроуровне движение идет от финансового кризиса к росту и буму, за которым следует спад и кризис (цикл от низшей к низшей точке – от кризиса к следующему кризису или же от верхней к верхней – от бума к следующему буму); на микроуровне – от устойчивости и стабильности к неплатежам, банкротствам и дефолтам. Задача сводится к поиску условий перехода от хаоса к порядку и выяснению различных экзогенных и эндогенных воздействий на систему, определению силы данных воздействий и уровней их вероятности. Многое зависит от скорости и объема перерабатываемых данных, от источников их генерации (внутри самой системы и вне ее). Особенностью современных финансов является рост неопределенности, что повы-

шает значение отклонений и случайностей, которые не всегда укладываются в привычные рамки рыночного поведения. Присутствие таких «случайностей» становится одной из основных причин слабой формализации растущего объема информации, а также сбоев и ошибок. Необходимость учета случайностей выдвигает новые требования к работе с финансовыми данными. От правильного настроя всей системы данных и формализации и учета случайностей во многом зависит корректность работы с большими данными.

#### **4. Проблемы упорядочивания хаоса в финансах**

В XVIII в. случайность объясняли человеческой невежественностью. Позднее подход к ней изменился – за каждой случайностью стали искать закономерность. Поиск был направлен в сторону определения как вероятности случайности, так и причин изменений в системе «хаос – порядок». Математики замечали как за хаосом, так и за порядком особые детерминированные процессы. Для их выделения из общей массы информации и измерения каждое событие классифицировали и присваивали ему меру определенности (или неопределенности). Таким способом вычисляли вероятность его наступления. При этом постоянно сталкивались с проблемами либо нехватки, либо перенасыщенности данными. Резкий рост скорости поступления данных и не менее быстрое наращивание их объема, повышение разнородности и необходимость учета слабо поддающихся структурированию и формализации данных значительно усложняло работу и выдвигало задачи разработки более совершенных информационных, вычислительных и аналитических технологий. Под их воздействием произошел пересмотр как отношений к данным, так и места информационных служб в системе управления. В результате были подготовлены предпосылки для временного упорядочивания финансового рынка его участниками и регуляторами, владеющими новыми вычислительными инструментами.

Более ста лет назад один из основателей теории хаоса Анри Пуанкаре (1854–1912) предложил специальный инструментарий для расчета вероятности событий. Предложенные им приемы быстро нашли применение на биржах, а затем распространились на все финансы. Его последователи научились работать с существенно большими объемами данных. Так постепенно в науке происходил переход к методологическому и концептуальному обеспечению работы с большими данными. В финансовой сфере большие массивы информации имеют существенное значение при определении цен на многие фиктивные активы и прежде всего на фьючерсы и опционы; их анализ необ-

ходим при определении возможных параметров будущих цен и сценариев движения финансовых активов. Но еще более важное значение они имели при организации работы с розничными клиентами в Интернете, а также в биржевых процессах, особенно при переводе торговли на робототехнику и специальные программные продукты, позволяющие осуществлять высокоскоростную биржевую торговлю, при которой реакция на изменение цен оценивается в доли секунд.

Успехи финансовой математики и вычислительных технологий отчасти способствовали переходу к этапу относительной стабилизации рынка, который наблюдался на начальной стадии прихода больших данных (1980–2008 гг.). В тот период многие стремились найти закономерности в череде финансовых событий и поступающих данных и тем самым перейти к моделированию связей и зависимостей. Господствовал подход простой экстраполяции текущих тенденций на будущее. Причем в вычисления вовлекались все большие объемы данных, что создавало видимость объективности прогнозов и не вызывало сомнений в их правдоподобности. Однако быстро выяснилось, что работа с данными на разных фазах цикла требует различных приемов и методов обработки, а прогнозы, составленные на фазе роста, не сбываются на фазе падения. Одни и те же данные по-разному срабатывали на противоположных фазах финансового цикла, что требовало различных подходов к их учету, обработке и анализу, а также выбору и применению прогнозных и других моделей.

За последние два столетия на базе теории вероятностей, математической статистики и организации работы с данными (прежде всего с различными временными рядами стихийных и финансовых событий) возникла новая отрасль – страхование; кроме того, получили широкое распространение арбитражные сделки, технический биржевой анализ, рейтингование, а также моделирование финансовых ситуаций и прогнозы финансовых процессов. Новые подходы позволили не только перейти к формализации и упорядочению случайных событий финансового рынка, но и подойти к ним с разных позиций и приступить к работе с огромными массивами данных. С позиции упорядочения случайных событий финансы имеют два полюса – порядок и хаос, в рамках которых происходило все развитие. Государственное и рыночное регулирование чаще оперировали терминами «стабильность» (под которым подразумевался порядок в системе, для определения которого в теории применяли понятие «эффективный» финансовый рынок) и «нестабильность» (крайняя точка – хаос, то есть раз-

рушение системы). В теории эффективного рынка закладывалась идеальная модель стабильного рынка, состояние которого было упорядоченным. На макроуровне финансовая упорядоченность (соответствовавшая стабильности) приравнивалась к сбалансированному государственному бюджету (в узком плане) и бесперебойному функционированию денежно-кредитной и финансовой системы (в широком плане); на микроуровне – к соблюдению финансовых обязательств юридического или физического лица. Переходы от хаоса к порядку и обратно соответствуют финансовой цикличности: каждая фаза цикла характеризует конкретное состояние системы «хаос – порядок»; полюсами системы являются бум и кризис – с пиковыми нагрузками не только на экономику, но и на информацию (объемы, скорость, достоверность и летучесть – быстроту изменений направлений движения). Две крайние позиции цикла (бум и кризис) представляют собой антиподы финансового порядка и стабильности, но характеризуют данные явления по-разному, а также оказывают разно-порядковые воздействия на финансовую систему и все хозяйство. К порядку в большей мере относится стадия умеренного роста, а также в ряде случаев депрессивное состояние, когда минимизируются объемы данных, минимизируется летучесть и периодически значимые события [18].

Упорядочивание хаоса требует организации работы с огромными информационными массивами. В самом общем плане данный процесс сводится к написанию системного кода поведения неурегулированных механизмов совместного пользования. Однако кодирование не может быть статическим. Оно постоянно адаптируется к смене обстановки и действует в рамках неопределенности. С ростом объема информации меняется код и механизмы его применения. В настоящее время на повестке дня задача по более полной его интеграции в хозяйственную культуру и социально-экономическую структуру общества. В культурологическом плане замена людей электроникой невозможна, но такой подход вполне приемлем как при оптимизации работы с большими объемами данных, так и для вовлечения в оборот вытекающих из этого новых возможностей развития финансовых продуктов и услуг. Цифровые технологии способны поменять инфраструктурное окружение и работу с данными – подключить их к общему культурно-хозяйственному процессу. Например, блокчейновые технологии могут привести к новым формам коммуникации и социальной организации и, в конечном счете, к коллективному интеллекту, что позволит вывести на новый уровень работу с большими данными.

Итак, случайности в финансовой сфере действуют на стороне неопределенности – они способны дестабилизировать систему. При этом направление их воздействия может быть самым различным – от подготовки хаоса до упорядочения. Все зависит от различных конкретных обстоятельств. Так, в одних случаях повышение учетной ставки может стабилизировать развитие и снять ажиотажный спрос, что устраняет проблему бума, а в других – например, при падении производства – ведет к дальнейшему его свертыванию и возможному кризису, что нарушает финансовый порядок. Большие данные внесли существенные изменения в общую модель развития и вызвали существенное нарастание случайных событий, что требует новых подходов к управлению финансами в рамках системы «хаос – порядок».

### **Выводы**

Нередко изучение многих концептуальных подходов оставляет у практика впечатление, что они не дают удовлетворительного ответа на следующие вопросы: какие движущие силы находятся в основе изменений финансов, какие силы определяют их состояние и движение между хаосом и порядком и какое место в этом процессе занимает переход на большие данные? Современные концепции и модели показывают и объясняют значительное разнообразие поведения финансовых посредников и регуляторов на рынке, в частности, их отношение к вкладчикам, кредиторам, инвесторам и предпринимателям. Но, насколько известно, они не дают удовлетворительного ответа на вопрос о том, как управлять сверхчастотными слабоформализуемыми сверхбольшими массивами данных, почему отсутствует возможность их полной формализации и как справиться с решением задач по управлению финансовой сферой в условиях резкого роста информационного потока и повышенной неопределенности. Кроме того, далеко не всегда традиционный подход к моделированию и организации работы с данными позволяет раскрыть их воздействие на денежно-кредитное сознание и финансовую культуру общества. Данные вопросы не могут быть решены как путем дальнейших детализаций и обобщений в рамках традиционных алгоритмов и моделей, которые призваны структурировать и обобщать данные, так и посредством расширения параметров изучения и подключения к работе с большими данными смежных теорий, концепций и инструментов финансовой математики. Однако основным вопросом финансовой науки является уточнение роли больших данных в эффективности и рациональности, а главное – в практической направленности финансовой теории.

В целом большие данные действуют в сторону роста случайностей и неопределенностей в финансах. В этой связи они тяготеют к тенденциям, определяющим хаос системы. Но существует и другая сторона больших данных – они позволяют более детально и глубоко изучать рынок, повышать его прозрачность и выводить на новые основы движения. Данные тенденции направлены в сторону упорядочения финансов и придания им большей стабильности. В данной статье акцент сделан на анализе значения для финансовой науки и практики перехода к работе с большими массивами данных и выяснении механизма их воздействия на установление нового финансового порядка. В этой связи общим выводом является следующее: большие данные открывают перед финансами новые перспективы, расширяя их преобразующий потенциал, но вместе с тем они создают дополнительные проблемы, решение которых связано с привлечением в отрасль новых знаний и приемов.

#### Список источников

1. **Khoso M.** How Much Data is Produced Every Day? // Level. Northeastern University, May 13, 2016 [Online]. URL: <http://www.northeastern.edu/levelblog/2016/05/13/how-much-data-produced-every-day/> (дата обращения: 24.08.2017).
2. **Ferenzy D.** (2016) Digitizing Intelligence: AI, Robots and the Future of Finance. Institute of International Finance, March 3, 2016. P. 3 (15).
3. **Bughin J., LaBerger L, Mellbye A.** The case for digital reinvention // McKinsey Quarterly, February 2017 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-case-for-digital-reinvention> (дата обращения: 25.08.2017).
4. Global Forces // McKinsey Quarterly, June 16, 2017 // [Online] URL: <http://www.mckinsey.com/quarterly/digital-newsstand/2017-issue-2-mckinsey-quarterly> (дата обращения: 25.08.2017).
5. Digital strategy: The economics of disruption // McKinsey Quarterly, November 2, 2016 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/quarterly/digital-newsstand/2016-issue-2-mckinsey-quarterly> (дата обращения: 15.08.2017).
6. **Ключников И.К., Молчанова О.А.** Финансовые инновации: теория и методология исследования / И.К. Ключников, О.А. Молчанова // Ученые записки Санкт-Петербургского академического университета. – 2015. – № 2 (50). – С. 5–13.
7. IDC's Worldwide Storage for Big Data and Analytics Taxonomy // International Data Corporation. Framingham (MA, USA), May 2017. P. 5 (19). // [Online] URL: [www.idc.com](http://www.idc.com) (дата обращения: 25.08.2017).

8. **Елисеева И.И., Соколов Я.В.** Роль категории времени в экономическом анализе /И.И. Елисеева, Я.В. Соколов// Труды Объединенного научного совета по гуманитарным проблемам и историко-культурному наследию. 2004 / Санкт-Петербургский научный центр РАН. – СПб.: Наука, 2005. – С. 202.
9. **Ключников И.К.** Мировые финансовые центры / И.К. Ключников. – 2-е изд. – М: Проспект, 2016. – 280 с.
10. Big Data – Real-Time Analytics Performance with ClustrixDDB, January 14, 201 [Online]. URL:<https://blog.sqlauthority.com/2014/01/14/big-data-real-time-analytics-performance-with-clustrixddb/>(дата обращения: 17.08.2017).
11. **Ключников И.К., Молчанова О.А.** Финансы. Сценарии развития/ И.К. Ключников, О.А. Молчанова: учебник. – М: Юрайт, 2017. – 207 с. (ISBN: 978-5-9916-8768-3).
12. **Zabel S.L.**(1992) Fisher R.A. and Fiducial Argument // Statistical Science, Vol. 7, No. 3 (August), 1992. Pp. 369–387.
13. **Frieden B.R.** (2004) Science from Fisher information. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004. Pp.67–73 (484).
14. **Brown B., Chui M., Manyika J.** Are you ready for the era of «Big data»? McKinsey Quarterly, October 2011 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/are-you-ready-for-the-era-of-big-data> (дата обращения: 18.08.2017).
15. Big Data in Finance and Quantitative Finance, 2017 [Online]. URL: <http://msc.esadeblogs.com/2017/01/18/big-data-in-finance-and-quantitative-finance> (дата обращения: 14.08.2017).
16. **Ключников И.К., Молчанова О.А., Ключников О.И.** Вероятность финансовой стабильности и безопасности: концепции и модели / И.К. Ключников, О.А. Молчанова, О.И. Ключников // Финансы и Бизнес. – 2017. – № 1. – С. 70–81.
17. **Сигова М.В., Ключников И.К.** Теория финансовых инноваций. Критический обзор основных подходов /М.В. Сигова, И.К. Ключников // Вестник финансового университета. – 2016. – №6 (96). – С. 85–96.
18. **Сигова М.В., Круглова И.А., Ключников И.К.** Подходы к классификации и оценке перспектив финансовой безопасности /М.В. Сигова, И.А. Круглова, И.К. Ключников// Банковское право. – 2016 – № 6. – С. 29–35.

## References

1. **Khoso M.** How Much Data is Produced Every Day? // Level. Northeastern University, May 13, 2016 [Online]. URL: <http://www.northeastern.edu/levelblog/2016/05/13/how-much-data-produced-every-day/> (data obrashcheniya: 24.08.2017).

2. **Ferenzy D.** (2016) Digitizing Intelligence: AI, Robots and the Future of Finance. Institute of International Finance, March 3, 2016. P. 3 (15).
3. **Bughin J., LaBerger L, Mellbye A.** The case for digital reinvention // McKinsey Quarterly, February 2017 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-case-for-digital-reinvention> (data obrashcheniya: 25.08.2017).
4. Global Forces // McKinsey Quarterly, June 16, 2017 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/quarterly/digital-newsstand/2017-issue-2-mckinsey-quarterly> (data obrashcheniya: 25.08.2017).
5. Digital strategy: The economics of disruption // McKinsey Quarterly, November 2, 2016 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/quarterly/digital-newsstand/2016-issue-2-mckinsey-quarterly> (data obrashcheniya: 15.08.2017).
6. **Klyuchnikov I.K., Molchanova O.A.** Finansovye innovacii: teoriya i metodologiya issledovaniya / I.K. Klyuchnikov, O.A. Molchanova// Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo akademicheskogo universiteta. – 2015. – № 2 (50). – S. 5–13.
7. IDC's Worldwide Storage for Big Data and Analytics Taxonomy// International Data Corporation. Framingham (MA, USA), May 2017. P. 5 (19). [ Online] URL: [www.idc.com](http://www.idc.com) (data obrashcheniya: 25.08.2017).
8. **Eliseeva I.I., Sokolov YA.V.** Rol' kategorii vremeni v ehkonomicheskom analize /I.I. Eliseeva, YA.V. Sokolov// Trudy Ob'edinennogo nauchnogo soveta po gumanitarnym problemam i istoriko-kul'turnomu naslediyu. 2004 / Sankt-Peterburgskij nauchnyj centr RAN. – SPb.: Nauka, 2005. – S. 202.
9. **Klyuchnikov I.K.** Mirovye finansovye centry / I.K. Klyuchnikov. – 2-e izd. – M: Prospekt, 2016. – 280 s.
10. Big Data – Real-Time Analytics Performance with ClustrixDB, January 14, 2014// [Online] URL:<https://blog.sqlauthority.com/2014/01/14/big-data-real-time-analytics-performance-with-clustrixdb/>(data obrashcheniya: 17.08.2017).
11. **Klyuchnikov I.K., Molchanova O.A.** Finansy. Scenarii razvitiya/ I.K. Klyuchnikov, O.A. Molchanova: uchebnik. – M: YUrajt, 2017. – 207 s. (ISBN: 978-5-9916-8768-3).
12. **Zabel S.L.**(1992) Fisher R.A. and Fiducial Argument // Statistical Science, Vol. 7, No. 3 (August), 1992. Pp. 369–387.
13. **Frieden B.R.** (2004) Science from Fisher information. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004. Pp.67–73 (484).
14. **Brown B., Chui M., Manyika J.** Are you ready for the era of «Big data»? McKinsey Quarterly, October 2011 [Online]. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/are-you-ready-for-the-era-of-big-data> (data obrashcheniya: 18.08.2017).

15. Big Data in Finance and Quantitative Finance, 2017 [Online]. URL: <http://msc.esadeblogs.com/2017/01/18/big-data-in-finance-and-quantitative-finance> (data obrashcheniya: 14.08.2017).
16. **Klyuchnikov I.K., Molchanova O.A., Klyuchnikov O.I.** Veroyatnost' finansovoj stabil'nosti i bezopasnosti: koncepcii i modeli / I.K. Klyuchnikov, O.A. Molchanova, O.I. Klyuchnikov // *Finansy i Biznes.* – 2017. – № 1. S. 70–81.
17. **Sigova M.V., Klyuchnikov I.K.** Teoriya finansovyh innovacij. Kriticheskij obzor osnovnyh podhodov /M.V. Sigova, I.K. Klyuchnikov // *Vestnik finansovogo universiteta.* – 2016. – №6 (96). – S. 85–96.
18. **Sigova M.V., Kruglova I.A., Klyuchnikov I.K.** Podhody k klassifikacii i ocenke perspektiv finansovoj bezopasnosti /M.V. Sigova, I.A. Kruglova, I.K. Klyuchnikov// *Bankovskoe pravo.* – 2016. – № 6. – S. 29–35.