

УДК 336.7  
<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-1-112-121>

## Информационная энтропия финансов и механизмы ее преодоления

Мария Викторовна Сигова<sup>1</sup>, Игорь Константинович Ключников<sup>2✉</sup>,  
Ирина Александровна Никонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет),  
Долгопрудный, Московская обл., Россия

<sup>1, 2, 3</sup> Международный банковский институт имени Анатолия Собчака, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> [sigovamv@ibispb.ru](mailto:sigovamv@ibispb.ru)

<sup>2</sup> [igorkl@list.ru](mailto:igorkl@list.ru)✉

<sup>3</sup> [irina\\_nikonova@mail.ru](mailto:irina_nikonova@mail.ru)

### Аннотация

**Цель.** Определить место больших данных в современных финансах, а также провести анализ их роли в экстремальном насыщении финансовой системы.

**Задачи.** Провести краткий обзор современного состояния и перспектив использования больших данных финансовыми учреждениями; предложить общую характеристику причинно-следственных связей информационных потоков и трансформации организационной структуры финансовых учреждений при переходе на работу с большими данными; показать возможности оценки информационного перенасыщения финансовых учреждений посредством использования концепции энтропии, а также условия и перспективы перехода к управлению информационной энтропией.

**Методология.** Методологической базой исследования служат общенаучные методы исследования (анализ, синтез, индукция, дедукция), в частности анализ работы с данными в финансовых учреждениях, движения информации (сбора, хранения, переработки, использования и повторного использования данных), анализ процессов в информационной сфере, устранения шумовых проблем и учета рисков.

**Результаты.** Представлены основные стратегии и подходы перехода к работе с большими данными. Определены методы преодоления ряда проблем, сдерживающих эффективное освоение быстрого роста информации в финансовых учреждениях. Предложен набор инструментов и процедур анализа информационных процессов на финансовых рынках, а также механизмов управления перестройкой работы с данными; приведен пример перехода к работе с большими данными. Авторы рекомендуют применять концепцию энтропии, которая позволяет проводить измерение риска, неопределенности и шумовых помех на финансовых рынках и в транзакциях, а также оценивать возможности и масштабы использования финансовыми учреждениями больших данных.

**Ключевые слова:** большие данные, энтропия, финансы, финансовая культура

**Для цитирования:** Сигова М. В., Ключников И. К., Никонова И. А. Информационная энтропия финансов и механизмы ее преодоления // *Экономика и управление*. 2022. Т. 28. № 2. С. 112–121. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-2-112-121>

# Information entropy of finance and mechanisms for overcoming it

Mariia V. Sigova<sup>1</sup>, Igor K. Klioutchnikov<sup>2✉</sup>, Irina A. Nikonova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudnyy, Moscow region, Russia*

<sup>1, 2, 3</sup> *International Banking Institute named after Anatoliy Sobchak, St. Petersburg, Russia*

<sup>1</sup> *sigovamv@ibispb.ru*

<sup>2</sup> *igorkl@list.ru✉*

<sup>3</sup> *irina\_nikonova@mail.ru*

## Abstract

**Aim.** The presented study aims to determine the place of big data in modern finance and to analyze its role in the extreme saturation of the financial system.

**Tasks.** The authors briefly overview the current state and prospects of big data use by financial institutions; provide a general description of the causal relationships of information flows and the transformation of the organizational structure of financial institutions in their transition to working with big data; outline the possibilities for assessing the information overload of financial institutions based on the concept of entropy, as well as the conditions and prospects for the transition towards information entropy management.

**Methods.** As a methodological basis, this study uses general scientific research methods (analysis, synthesis, induction, deduction), including analysis of data management in financial institutions and information flows (collection, storage, processing, use, and reuse of data), as well as analysis of processes in the infosphere, elimination of noise problems, and risk accounting.

**Results.** Major strategies and approaches for the transition to working with big data are presented. Methods for overcoming a number of problems hindering efficient management of the rapid growth of information in financial institutions are determined. A set of tools and procedures for analyzing information processes in financial markets and mechanisms for managing the restructuring of data management are proposed. An example of the transition to working with big data is given. The authors recommend applying the concept of entropy, which makes it possible to measure risk, uncertainty, and noise interference in financial markets and transactions and to assess the possibilities and scope of big data use by financial institutions.

**Keywords:** *big data, entropy, finance, financial culture*

**For citation:** Sigova M.V., Klioutchnikov I.K., Nikonova I.A. Information entropy of finance and mechanisms for overcoming it. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2022;28(2):112-121 (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-2-112-121>

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы показать место и значение больших данных в современных финансах, а также их роль в экстремальном насыщении финансовой системы. Последнее, как установлено, способствует росту кризисных процессов.

Состояние перенасыщения определяется Р. Фишером (1890–1962) как потеря информации, которая возникает при наблюдении любого научного феномена [1]. С точки зрения энтропии, если растет информационная насыщенность рынка, то его энтропия усиливается и возрастают риски, а также растет неопределенность [2]. Многие финансовые аналитики считают, что энтропия помогает лучше оценить информацию и понять риски, чем другие измерения.

Преимущества больших данных в финансовой сфере очевидны:

– во-первых, они расширяют кругозор представителей бизнеса и формируют новые представления о множестве различных феноменов, от клиентских поведенческих моделей до эффективности внутренних процессов и более широких рыночных тенденций. В результате растет возможность принимать более обоснованные решения на основе данных и впоследствии получать лучшие бизнес-результаты;

– во-вторых, большие данные позволяют оптимизировать внутренние процессы с помощью машинного обучения и искусственного интеллекта. В результате происходит переход от ручного труда к машинному, что повышает производитель-

ность труда и снижает эксплуатационные расходы;

– в-третьих, алгоритмическая обработка больших данных повышает экономическую безопасность, снижает риски, но вызывает проблему кибербезопасности. Посредством применения интеллектуальных алгоритмов появляется возможность обнаруживать мошенничество и предотвращать многие вредоносные действия.

Перечисленные преимущества связаны с ростом информационной энтропии, что, в свою очередь, вызывает необходимость понимания данного явления, учета его позитивных и негативных сторон в управленческой деятельности. Понятие «финансовая информация» видится емким, дискуссионным и заслуживающим специальных исследований. Если сузить вопрос до финансовых рынков, то становится очевидным, что разнородность информации, относящейся к ним, также чрезвычайно масштабна. Такая информация структурно неоднородна. Посредством характеристики важных свойств больших данных, при установлении наличия связи между «финансовой теорией», «теорией информации» и «теорией меры» можно узнать механизмы, находящиеся в основе движения финансовой информации.

При господствующей тенденции по глобализации финансов и финансовой информации усиливается их фрагментация, прежде всего между Евразийским сообществом и странами G7, а в рамках последних — между США, континентальной частью Западной Европы и Великобританией. Европа по многим позициям отстает от США в контексте вопросов внедрения технологий и сервисов по организации работы с большими данными [3]. Необходимы, по нашему мнению, незамедлительные действия для использования возможностей огромного потенциала больших данных в европейском и евразийском финансовом мире. Реализация информационного потенциала и ускорение его использования во многом связаны с преодолением информационной энтропии на микро- и макроуровнях.

Феномен «большие данные» в мире финансовых технологий, как известно, связан не только с технической областью. В настоящее время, скорее, это — своеобразный бизнес-императив: открывает новые возможности, ставит значимые проблемы

и выявляет противоречия в финансовом сообществе. В ходе включения больших данных в финансовую жизнь изменяются процессы управления и текущей деятельности. Однако самым главным последствием становится переход на новую стадию развития. Указанная стадия характеризуется информационной энтропией, для преодоления которой необходимы новые механизмы управления и организации, развитые вычислительные процедуры и алгоритмы работы с данными.

В период с 2012 по 2017 г. в стоимостном измерении рынок больших данных возрос от 5,1 до 53,4 млрд долл., и, по прогнозам, к 2025 г. он составит 229,4 млрд долл. [4]. Резкий рост объемов информации происходил практически во всех сферах и на всех уровнях: в электронной торговле, социальных сетях, мобильных устройствах, облаках, в частном и государственных секторах. Такое развитие вынуждает финансовые компании переосмысливать способ ведения бизнеса, перестраивать организационную и сетевую структуру [5]. Для преобразования данных в информацию необходимы новая инфраструктура, сложные аналитические инструменты и вычисления. Кроме того, требуются специальные организационные решения и инвестиции.

Обычно данные разделяют на структурированные и неструктурированные. Ранее основное внимание уделяли структурированным данным. Для их сбора, хранения и анализа применяли соответствующую технику. Однако эти данные были рассредоточены по различным отделам и хранилищам, что затрудняло повторное к ним обращение. Сбор и анализ неструктурированных данных был ограничен и сводился к первичным просмотрам, экспертным оценкам менеджеров, выполняющих соответствующие задачи.

Новая вычислительная техника и передовые алгоритмические решения изменили ситуацию. В результате появились условия для систематизации как структурированных, так и неструктурированных данных, относительно быстрого и легкого их повторного использования, включения в систему мониторинга и анализа. Новые технологии позволили перейти к роботизированной торговле на биржах и в ритейле. Биржевая торговля потребовала учета временных интервалов до долей секунды и молниеносной обработки огромных мас-

сивов данных. В основе больших данных лежит цепочка создания стоимости, которая представляет собой образец воздействия информации на продуктивность канцелярского труда, прибыль финансовых компаний, реакцию на внешние ценовые изменения и предпочтения, а также пример создания стоимости в процессе движения информации.

Несколько лет назад собранные банками и страховыми компаниями большие объемы данных использовались фрагментарно и одновременно. В большинстве случаев они не служили для формирования стратегии и новых бизнес-идей, не участвовали в создании новой стоимости. Кроме того, необходимая для принятия решений информация запаздывала и в большей степени не была доступной в режиме реального времени. Поэтому она не участвовала в механизме принятия текущих и перспективных решений. Информация не только не служила на благо компаниям, но нередко становилась сдерживающим фактором развития. Ее учет отвлекал значительные ресурсы: капиталы, время, квалифицированные кадры, а отдача была зачастую отрицательной. Данное описание относится только к одному из примеров развития информационной энтропии финансов.

Существует множество определений и формулировок энтропии. Нельзя не согласиться с тем, что энтропия используется для измерения информации или неопределенности в отношении возможных результатов. В зарубежных прикладных финансах энтропия трактуется как мера неопределенности случайной величины [6]. Как и понятие бесконечность, энтропия применяется для моделирования и представления степени неопределенности случайной величины. Она используется финансовыми аналитиками и техническими специалистами рынка для установления шансов на определенный тип поведения на фондовом рынке.

Энтропия представляет собой меру беспорядка в финансовой системе, то есть она характеризует состояние в системе координат «хаос — порядок» [7]. Кроме того, может выступать в качестве меры финансового риска или случайности [8]. В финансовой сфере шок может быть вызван как отрицательными новостями, так и положительными. Поэтому он является риском для финансирования. Как прави-

ло, в финансовой сфере риск связан с более высокими доходами и ростом курсовой цены акций и облигаций. Курсовые колебания повышают волатильность, которая ведет к большому разбросу по шкале результатов деятельности. Ценные бумаги с высоким уровнем энтропии относятся к более рискованным, с возможно большим доходом и вероятным убытком. Повышенная энтропия способна обеспечить больший учет риска и привести к большей доходности активов.

Главная проблема перехода к управлению энтропией — это организация непосредственных вычислительных процедур. Среди аналитиков существует множество различных теорий о наилучших способах организации работы с данными и вычислениях в финансах. Например, в производных финансовых инструментах энтропия используется как способ выявления и минимизации риска. В традиционной модели ценообразования опционов Блэка-Шоулза, в свое время изменившей фондовое дело, предполагается, что риск в целом можно хеджировать. Иными словами, все риски могут быть определены и учтены, в частности классифицированы и параметризированы.

Однако такая картина далека от реалий. Чем дальше финансовый продукт расположен от реальных активов, против которых он выпущен, тем сложнее и неопределеннее решается задача. Концепция энтропии может быть применена и представлена в виде переменной. Изложенный подход позволяет исключить случайность, которая возможна при рассмотрении того или иного финансового продукта, что позволяет аналитику изолировать цену производного инструмента.

Другими словами, энтропия выступает как способ определения риска в рамках определенной системы финансовых инструментов. Лучшей переменной признана та, которая наименее отклоняется от физической реальности. В области финансов это может быть представлено с использованием вероятностей и ожидаемых значений. Хотя расчет и развивается, цель ясна; аналитики применяют описанную концепцию, чтобы найти лучший способ оценить сложные финансовые инструменты.

Кредит и финансы — это не просто деньги и капитал, а информационные потоки. Их движение оказывает воздействие на хозяй-

ство не меньшее, чем перемещение стоимости, да и стоимость как таковая включена в понятие данных. Информационную энтропию финансов можно свести к участию инноваций, с одной стороны, в экономическом росте, с другой — в рыночной неопределенности и неустойчивости.

Цифровизация трансформирует работу с клиентскими данными, хранением информации. Изменяется работа и надзорных органов. Они вынуждены реагировать на большие данные в финансовой отрасли [9]. Быстрый рост объемов данных стал существенной проблемой не только для финансовой практики, но и для финансовой теории. Он вызвал пересмотр целого ряда положений, ускорил разработку нового модельного ряда и сложных алгоритмов финансовой математики.

Большие данные наиболее перспективны для финансовой сферы. Не обладая физическими продуктами для производства, финансовые учреждения оперируют информацией, являющейся важнейшим «производственным» активом. Другой их актив — деньги. Он также, по своей сути, построен на информации. Перемещение денег всегда связано с передачей данных. Бизнес банков изобилует транзакциями, каждая из которых ведет к перемещению стоимости и постоянно добавляет еще одну строку в огромный, быстро растущий массив данных финансовой отрасли.

Переход биржевой торговли и электронного ритейла на робототехнику, внедрение специальных программных продуктов требуют высокоскоростной обработки огромных массивов данных и организации быстрой реакции на любые изменения. Чрезвычайно требовательная клиентская база настаивает на общении в любое время суток, желает получать более разнообразные услуги и по-новому получать обслуживание. Несмотря на то, что финансовые компании создали большие массивы структурированных клиентских данных, мир неструктурированных данных стал еще большим и значимым источником информации о клиентах.

Банковские служащие, финансовые консультанты, аудиторы, менеджеры по связям, инвестиционные банкиры, кредитные бюро, страховщики и многие другие сотрудники фронт-офисов начинают получать свободный доступ к подробной информации о продуктах и клиентах. Новые данные не-

обходимы для того, чтобы принимать более обоснованные решения, одновременно обеспечивая выполнение указаний регуляторов в отношении нормативных требований к отчетности. Вместе с тем банковская и финансовая отрасли не защищены от воздействия социальных сетей, поскольку в последних обсуждают их репутацию и бренды.

Поэтому создание и использование данных выходят далеко за рамки возможностей контроля любой финансовой компании. В таких условиях для многих финансовых компаний остается открытым вопрос о том, как собрать и использовать всю необходимую информацию, чтобы получить конкурентные преимущества. Его решение во многом позволяет перейти от энтропии к урегулированию в финансово-информационной сфере. Одним из направлений данного перехода служит процесс внедрения технологии, позволяющей организовать работу с большими данными. Последние предоставляют финансовым учреждениям возможность перейти к работе по созданию индивидуальных профилей клиентов. Банковские клиенты непрерывно генерируют астрономические объемы данных посредством миллионов транзакций. Основной объем данных в финансовой сфере генерируется клиентами, во взаимодействии с отделами продаж и представителями службы поддержки либо путем транзакций. Эти две формы клиентских данных обладают исключительной ценностью.

Так, данные, полученные в ходе транзакций, формируют четкое представление о покупательских привычках клиентов. На их базе строятся поведенческие модели. Эти данные затем применяют для разработки профилей клиентов. С их помощью отслеживают тенденции, прогнозируют поведение. В итоге происходит лучшее понимание поведения клиентов. Как следствие, уменьшаются проблемы и сокращаются разрывы между финансовыми учреждениями и их клиентами. Аналитика больших данных позволяет переходить к исследованию больших наборов данных и с их помощью находить закономерности в поведении и предпочтениях клиентов. Во многом изложенная проблема решается с помощью привлечения данных из социальных сетей.

Финансовые учреждения получают возможность переходить к новым сценариям

использования данных, таким как создание новых потоков доходов за счет персонализированных рекомендаций клиентам и рекомендательных систем в социальных сетях. В результате увеличивается эффективность и возрастают конкурентные преимущества, а также повышается безопасность и качество обслуживания клиентов.

Реализация финансовой стратегии аналитики больших данных отвечает интересам любого финансового учреждения. Однако она не лишена проблем. Так, устаревшим техническим системам не хватает инфраструктуры для перехода к анализу больших данных. Рост их объема создает дополнительную нагрузку на устаревшие системы, что не позволяет им расширять аналитику. Поэтому финансовым учреждениям рекомендуется модернизировать существующие системы, прежде чем переходить к внедрению больших данных.

Управление качеством данных становится приоритетом финансовых учреждений. Даже при модернизации системы неточные, непоследовательные и неполные, а также повторяющиеся и дублирующиеся или устаревшие данные искажают результаты и снижают эффективность перехода на большие данные. До цифровых технологий большая часть данных вводилась и изымалась из хранения вручную, что вызывало риски человеческих ошибок.

Проверка и консолидация данных до ввода их в новую систему — одна из существенных проблем работы с большими данными. Их консолидация имеет решающее значение, если имеющийся массив данных дополняют новыми базами. Для анализа и эффективного использования данных, разбросанных в системе, необходима их консолидация в центральной репозитории.

Финансовые учреждения регулярно находят новые способы реализации возможностей аналитики больших данных. В основе этого — технологические, организационные и управленческие инновации. Среди них к ведущим относятся две инновации: модели машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ). Они объединяют большие данные и позволяют провести автоматизацию для оптимизации управления качеством данных, а также перейти к сегментации клиентов, сокращению ошибок и упрощению группирования, просмотра данных о продуктах и предпочтениях клиентов.

Принимая и внедряя бизнес-ориентированный подход к большим данным, финансовая организация способна повысить производительность и инвестиции в ИТ, добиться большего успеха в достижении бизнес-стратегии. Тщательно продуманный подход к большим данным состоит из следующих шагов-этапов:

1. *Идея*. После того, как бизнес-проблема проверена в аспекте возможности применения технологии больших данных, и определено, выбрано бизнес-решение, в котором в качестве приоритета признано использование больших данных, обсуждаются потенциальные технические решения. Их предоставляет новая технология. При жизнеспособности идеи, с учетом новой технологии, переходят к следующему шагу. Если идея нереалистична, то продолжается «мозговая атака» в направлении альтернативных решений.

2. *Инкубатор*. Создание среды малого масштаба для проведения проверки концепции на мини-идеях, которые прошли этап формирования. Организация частных решений с тем, чтобы они могли стать точками роста для реализации общей идеи и проверки ее эффективности. Работа с бизнес-единицами для согласования и определения цены реализации. Причем, если частные решения реализованы, то переходят к следующему шагу, если они не реализованы, то рассматривают альтернативные варианты-решения или идеи.

3. *Операционные транзиты* (решения, разработанные на этапе «инкубация») принимают для стандартного процесса разработки программного обеспечения. Решения переносят из среды разработки в производственную среду.

4. *Осознание* — понимание ценностей и возможностей их использования в финансовом деле. Процесс переноса в бизнес реализованных функций.

Для постоянного улучшения возможностей больших данных следует сосредоточиться на повышении производительности конторского труда в соответствии с отзывами сотрудников и тенденциями рынка. При использовании больших данных акцент перемещается к решению следующих задач. Среди них — повышение емкости хранилища данных, доступности и легкости их изъятия из хранилищ, человеческий капитал, развитие вычислительных процедур, аналитических решений,

быстрота использования и реагирования на изменения.

После ввода в эксплуатацию новых технологий возможности и решения должны переоценены по регулярному графику (например, ежеквартально, ежегодно) до тех пор, пока не будет полностью реализована поставленная задача или не будет определено, что ее полная реализация не требуется. Параметризация в финансовой экономике сводится к измерению времени (например, сроков кредитования, кредитных и биржевых сделок), неопределенности, оценке ликвидности активов и информации [10]. Эти категории участвуют в определении текущей стоимости денег, которая выражена в будущих деньгах; оказывают существенное воздействие на эффективность финансовой деятельности в целом и выражают ее результаты. Все категории конструируются и идентифицируются. В основе этой работы находится сбор, хранение, перемещение и обработка данных.

На базе решения параметризации финансовой экономики принимают основные решения. В этой связи возрастает значение временного фактора в финансах. Он связан с ростом неопределенности. В таких условиях для каждой сделки требуется организация работы с огромными объемами данных. Эту проблему решают с помощью унификации данных и универсализации механизмов их использования. Изложенный подход расширит клиентскую базу, продуктовую линейку банков и страховых компаний, а также повысит эффективность инвестиций и кредита.

Значимая задача управления — сбор и обработка больших массивов данных. Для ее решения требуются специфические подходы и организационные решения. Среди них — кластерная форма работы с данными, позволяющая интегрировать разнообразные подходы и решения (организационные, управленческие, информационные, поведенческие). Экспоненциальный рост объема финансовых данных связан с различными изменениями в технологии, финансовой системе и обществе. Он вполне предсказуем, и такой процесс поддается упорядочиванию. Однако для этого необходимо решить немало дополнительных вопросов, которые относятся как к урегулированию исследуемой сферы, так и к поиску условий и механизмов работы с неопределенностями в постоянном дви-

жении от хаоса к порядку и обратно [11]. В последнее время существенно возросли неопределенности и случайности. Они во многом обуславливают рост энтропии финансового рынка [12].

Упорядочивание хаотических данных требует изменения организации работы с большими массивами информации. Задача сводится к разработке своеобразного системного кода для учета трех регуляционных механизмов — регулируемых, слаборегулируемых и нерегулируемых. Перечисленные механизмы должны постоянно адаптироваться к изменениям и росту неопределенности. Рост объема данных и их усложнение требуют преобразования кода и изменений в настройках механизмов.

Современная повестка дня выдвигает задачу более полной интеграции больших данных в хозяйственную деятельность и общую социально-культурную среду общества. Замена банковских менеджеров интеллектуальными системами, такими как разговорные финансовые рекомендательные системы и чат-боты, позволяет оптимизировать работу с большими массивами данных. При этом появляются возможности использования их для организации новых финансовых процессов и услуг.

Цифровизация и работа в режиме онлайн вместе с новыми алгоритмами, моделями изменяют информационное инфраструктурное окружение, переводят его основную деятельность из вторичной и обслуживающей в активную и преобразующую всю финансовую активность сферу. Попытки внедрения в эту сферу технологий распределенных реестров вызывают новую социализацию и организацию бизнеса. В итоге формируется своеобразный коллективный интеллект, который выводит на новый уровень работу с большими массивами данных [13].

В результате изменений на макрофинансовом и микрофинансовом уровнях трансформировался сложившийся статус-кво. Такие изменения служат своеобразным шоком, способным вызвать нарушения в системе координат, в основе которой складываются финансовая стабильность и безопасность [14]. В ходе перехода к большим данным экспертные оценки угроз и шоков, их участия в будущих ценах получают принципиально иное значение. Однако они включаются в действующие методики, которые опираются на теорию вероятностей, финансовую математику и эконометрику, а также

современные вычислительные возможности. В последнее время для включения больших данных в аналитический оборот разрабатывают новые алгоритмы и привлекают искусственный интеллект.

Таким образом, финансовая теория и финансовая эконометрика предлагают целый набор инструментов, процедур качественного анализа информационных процессов на финансовых рынках. Определяя важность вычислений, числовых значений и программирования, они не ограничивают исследователей набором показателей, количественным их анализом и отдельными модельными рядами. Решения нередко приходят на базе идеи рациональных ожиданий. Каждый экономический агент имеет собственный набор ожиданий, веры, доверия и круг взаимодействий, что можно представить в виде определенной модели, которой чаще всего приписывают форму ожидания следовать определенному режиму, способу поведения и иметь однотипный механизм работы с большими данными. В процессе работы с большими данными всегда применяют широкий набор вероятностей, распределенных в определенной последовательности, посредством ранжирования которых достигается оптимизация данных и аналитической деятельности при их использовании.

К другим направлениям работы с большими данными, которые способны решать проблемы их энтропии, относятся методы вероятностных вычислений, разработки сценариев развития и максимального правдоподобия. Такие методы повысили эффективность оценки направлений распределения данных и на сложившейся основе дали возможность ввести их в рамки нормального распределения. С этой целью используют обычную функцию правдоподобия выборки, позволяющую в рамках случайных величин определить плотность вероятности и случайности тех или иных событий, а в рамках массива данных — выбрать необходимые в целях дальнейшего использования.

Для финансов существенную роль играют точность, прозрачность и структурирование информации. При решении проблемы, связанной с «большими данными», постоянно происходит борьба между тенденциями к их энтропии и упорядочиванию. Новые технологии оптимизируют такую деятельность. Переход от информационной энтропии к упорядочиванию на микроуровне нередко повышает конкурентоспособность банка и позволяет вывести его в лидеры, а на макроуровне — в целом для финансов — обеспечивает стабилизацию работы финансовой системы.

#### Список источников

1. Zabel S. L. R. A. Fisher and Fiducial Argument // *Statistical Science*. 1992. Vol. 7. No. 3. P. 369–387. DOI: 10.1214/ss/1177011233
2. Hoang-Nguyen-Thuy N., Krishnamoorthy K. Estimation of the probability content in a specified interval using fiducial approach // *Journal of Applied Statistics*. 2021. Vol. 48. No. 9. P. 1541–1558. DOI: 10.1080/02664763.2020.1768228
3. The ups and downs of a PHD project: big data finance // *BigDataFinance*. 2020. 2 January. URL: <https://bigdatafinance.eu/the-ups-and-downs-of-a-phd-project-big-data-finance/> (дата обращения: 15.01.2022).
4. Market Research Report // *Markets and Markets*. 2020. March. URL: <https://www.market-sandmarkets.com/> (дата обращения: 15.01.2022).
5. Olbryś J., Ostrowski K. An Entropy-Based Approach to Measurement of Stock Market Depth // *Entropy*. 2021. Vol. 23. No. 5. P. 568. DOI: 10.3390/e23050568
6. Schwill S. Entropy Analysis of Financial Time Series. A thesis submitted to The University of Manchester for the degree of Doctor in Business Administration. Manchester: Manchester Business School, 2015. URL: [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/84028033/FULL\\_TEXT.PDF](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/84028033/FULL_TEXT.PDF) (дата обращения: 15.01.2022).
7. Klioutchnikov I., Sigova M., Beizerov N. Chaos theory in finance // *Procedia Computer Science*. 2017. Vol. 119. P. 368–375. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.196
8. Pichler A., Schlotter R. Entropy Based Risk Measures // *European Journal of Operational Research*. 2020. Vol. 285. No. 1. P. 223–236. DOI: 10.1016/j.ejor.2019.01.016
9. Набиуллина: ЦБ перейдет к надзору на основе big data // *Прайм*. 2015. 17 сент. URL: <http://1prime.ru/finance/20150917/819274417-print.html> (дата обращения: 15.01.2022).
10. Ключников И. К., Молчанова О. А., Ключников О. И. Вероятность финансовой стабильности и безопасности: концепции и модели // *Финансы и Бизнес*. 2017. № 1. С. 70–81.

11. Сигова М. В., Ключников И. К. Теория финансовых инноваций. Критический обзор основных подходов // Вестник финансового университета. 2016. Т. 20. № 6. С. 85–95.
12. Ключников И. К., Молчанова О. А. Энтропия электронных денег // Учебные записки Санкт-Петербургского академического университета. 2014. № 4 (48). С. 5–17.
13. Ключников И. К., Молчанова О. А. Финансы. Сценарии развития: учебник. М: Юрайт, 2017. 206 с.
14. Сигова М. В., Круглова И. А., Ключников И. К. Подходы к классификации и оценке перспектив финансовой безопасности // Банковское право. 2016. № 6. С. 29–35.

### References

1. Zabel S.L. R.A. Fisher and Fiducial argument. *Statistical Science*. 1992;7(3):369-387. DOI: 10.1214/ss/1177011233
2. Hoang-Nguyen-Thuy N., Krishnamoorthy K. Estimation of the probability content in a specified interval using fiducial approach. *Journal of Applied Statistics*. 2021;48(9):1541-1558. DOI: 10.1080/02664763.2020.1768228
3. The ups and downs of a PHD project: big data finance. BigDataFinance. Jan. 02, 2020. URL: <https://bigdatafinance.eu/the-ups-and-downs-of-a-phd-project-big-data-finance/> (accessed on 15.01.2022).
4. Market research report. Markets and Markets. Mar. 2020. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/> (accessed on 15.01.2022).
5. Olbryś J., Ostrowski K. An entropy-based approach to measurement of stock market depth. *Entropy*. 2021;23(5):568. DOI: 10.3390/e23050568
6. Schwill S. Entropy analysis of financial time series. A thesis submitted to The University of Manchester for the degree of Doctor in Business Administration. Manchester Business School. 2015. URL: [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/84028033/FULL\\_TEXT.PDF](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/84028033/FULL_TEXT.PDF) (accessed on 15.01.2022).
7. Klioutchnikov I., Sigova M., Beizerov N. Chaos theory in finance. *Procedia Computer Science*. 2017;119:368-375. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.196
8. Pichler A., Schlotter R. Entropy based risk measures. *European Journal of Operational Research*. 2020;285(1):223-236. DOI: 10.1016/j.ejor.2019.01.016
9. Nabiullina: The Central Bank will switch to supervision based on big data. Prime. Sept. 17, 2015. URL: <http://1prime.ru/finance/20150917/819274417-print.html> (accessed on 15.01.2022).
10. Klychnikov I.K., Molchanova O.A., Klychnikov O.I. The probability of financial stability and safety: Concepts and models. *Finansy i biznes = Finance and Business*. 2017;(1):70-81. (In Russ.).
11. Sigova M.V., Klyuchnikov I.K. The theory of financial innovations. A critical review of the principal approaches. *Vestnik Finansovogo universiteta = Bulletin of the Financial University*. 2016;(6):85-95. (In Russ.).
12. Kluchnikov I.K., Molchanova O.A. E-money entropy. *Uchebnye zapiski Sankt-Peterburgskogo akademicheskogo universiteta*. 2014;(4):5-17. (In Russ.).
13. Klyuchnikov I.K., Molchanova O.A. Finance: Development scenarios. Moscow: Urait; 2017. 206 p. (In Russ.).
14. Sigova M.V., Kруглова I.A., Kluchnikov I.K. Approaches to the classification and stimulation of financial security prospects. *Bankovskoe pravo = Banking Law*. 2016;(6):29-35. (In Russ.).

### Сведения об авторах

#### Мария Викторовна Сигова

доктор экономических наук, профессор, ректор<sup>1</sup>, директор Физтех-школы бизнеса высоких технологий<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Международный банковский институт имени Анатолия Собчака

191023, Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

141701, Московская область, Долгопрудный, Институтский пер., д. 9

### Information about Authors

#### Mariia V. Sigova

DSci, PhD in Economics, Professor, Rector<sup>1</sup>, Director of the Phystech-School of High-Tech Business<sup>2</sup>

<sup>1</sup> International Banking Institute named after Anatoliy Sobchak

60 Nevskiy Ave., St. Petersburg 191023, Russia

<sup>2</sup> Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)

9 Institutskiy Ave., Dolgoprudnyy, Moscow region 141701, Russia

**Игорь Константинович Ключников**

доктор экономических наук, профессор,  
профессор кафедры банковского бизнеса  
и инновационных финансовых технологий

Международный банковский институт  
имени Анатолия Собчака

191023, Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60

**Ирина Александровна Никонова**

доктор экономических наук, профессор,  
профессор кафедры экономики и финансов  
предприятий и отраслей

Международный банковский институт  
имени Анатолия Собчака

191023, Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60

Поступила в редакцию 24.01.2022  
Прошла рецензирование 17.02.2022  
Подписана в печать 28.02.2022

**Igor K. Klioutchnikov**

DSci, PhD in Economics, Professor, Professor  
of the Department of Banking Business  
and Innovative Financial Technologies

International Banking Institute named after  
Anatoliy Sobchak

60 Nevskiy Ave., St. Petersburg 191023, Russia

**Irina A. Nikonova**

DSci, PhD in Economics, Professor, Professor  
of the Department of Economics and Finance  
of Enterprises

International Banking Institute named after  
Anatoliy Sobchak

60 Nevskiy Ave., St. Petersburg 191023, Russia

Received 24.01.2022  
Revised 17.02.2022  
Accepted 28.02.2022

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,  
связанных с публикацией данной статьи.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest related to the publication  
of this article.