

Фрактальная теория и её финансовые приложения для повышения качества профессиональной подготовки в высшей экономической школе

В рамках статьи представлен дидактический потенциал современной фрактальной теории и её финансовых приложений, связанных с моделированием и прогнозированием результатов финансовой деятельности. Целью исследования является выявление основных содержательно-методических особенностей раскрытия фрактальной теории и её финансовых приложений в практике профессиональной подготовки студентов экономических университетов. Результаты анализа научно-популярной и научной литературы по фрактальной теории и её приложениям позволили уточнить её дидактический потенциал в системе высшего экономического образования. Использование элементов технологического подхода в высшей экономической школе позволили сконструировать учебный процесс по фрактальной теории и её финансовым приложениям в виде системы микроцелей базового уровня, служащей ориентиром для организации и планирования результатов учебно-познавательной деятельности студентов экономического бакалавриата. Привлечение различных приёмов и методов теории педагогических технологий, основанной на установлении и исследовании закономерностей учебного процесса как результата научного познания процесса образования человека, а также финансовые факультеты РЭУ им. Г. В. Плеханова и Финансового университета при Правительстве РФ как база опытно-экспериментальной работы позволили выявить отношение студентов к фрактальной теории и её приложениям, провести первичную апробацию фрактальной теории как нового элемента содержания математической подготовки, а также направления совершенствования учебного процесса по прикладным математическим дисциплинам. Особое внимание уделяется механизмам развития компетенций студентов в области принятия решений в условиях риска и неопределённости, осмысленного выбора методов исследования финансовых ситуаций, требующих принятия оптимальных решений. Представлена система микроцелей базового уровня, состоящая из тринадцати микроцелей и позволяющая преподавателю

математических дисциплин конструировать инвариантное содержание в области фрактальной теории и её приложений для высшей экономической школы. Также акцентируется внимание на необходимость актуализации методической работы преподавателей математических дисциплин по проектированию и конструированию учебного процесса. В том числе задаваемого представленной в данной статье системой микроцелей базового уровня, регламентирующей учебный процесс на языке учебно-познавательной деятельности студента экономического бакалавриата. Отмечается, что сложные преобразования, происходящие в современном обществе, затрагивают различные аспекты социальных и финансово-экономических отношений, повышают требования к методической, проектной и технологической культуре преподавателя математических дисциплин. Среди перспектив исследования указаны разработка критериев отбора цифровых инструментальных средств для поддержки фрактальной теории и её финансовых приложений как элемента содержания профессиональной подготовки, а также разработка и последующая реализация программы дополнительного профессионального образования по альтернативным подходам к принятию решений в финансовой сфере. Содержание статьи может быть полезно для реализации прикладного, профессионального усиления преподавания обязательных математических дисциплин для студентов, обучающихся по направлению «Экономика» различных направленностей (Математические методы в экономике, Мировая экономика, Финансы и кредит и др.), так и для постановки новых учебных дисциплин по выбору студентов, а также совершенствованию содержания программ дополнительного профессионального образования, связанных с количественным обоснованием принимаемых решений.

Ключевые слова: фрактал, теория принятия решений, финансовая математика, математическая подготовка, педагогическая технология, система микроцелей, бакалавр экономики.

Dmitry A. Vlasov^{1,2}, Petr A. Karasev², Alexander V. Sinchukov²

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Fractal Theory and Its Financial Applications for Improving the Quality of Professional Training at The Higher School of Economics

The article presents the didactic potential of modern fractal theory and its financial applications related to modeling and forecasting of financial performance.

The purpose of the study is to identify the main content and methodological features of the disclosure of fractal theory and its financial applications in the practice of professional training of students of economic universities. The results of the analysis of popular science and scientific literature on fractal theory and its applications allowed

us to clarify its didactic potential in the system of higher economic education. The use of elements of the technological approach at the Higher School of Economics made it possible to construct the educational process on fractal theory and its financial applications in the form of a system of micro-goals of the basic level, which serves as a guideline for organizing and planning the results of educational and cognitive activity of students of the Bachelor of Economics. Involvement of various techniques and methods of the theory of

pedagogical technologies based on the establishment and study of the laws of the educational process as the results of scientific knowledge of the process of human education, as well as financial faculties of the Plekhanov Russian University of Economics and the Financial University under the Government of the Russian Federation as the basis of experimental work allowed to identify the attitude of students to fractal theory and its applications, to conduct primary testing of fractal theory as a new element of the content of mathematical training, as well as directions for improving the educational process in applied mathematical disciplines. Special attention is paid to the mechanisms of development of students' competencies in the field of decision-making in conditions of risk and uncertainty, a meaningful choice of methods for studying financial situations that require optimal decisions. A system of micro-goals of the basic level is presented, consisting of thirteen micro-goals and allowing a teacher of mathematical disciplines to design invariant content in the field of fractal theory and its applications for higher economic school. Attention is also focused on the need to update the methodological work of teachers of mathematical disciplines on the design and construction of the educational process. Including the base level set by the system of micro-goals presented in this article, which regulates the educational process in the language of educational and cognitive activity of a

student of an economic bachelor's degree. It is noted that the complex transformations taking place in modern society affect various aspects of social, financial and economic relations, increase the requirements for the methodological, design and technological culture of a teacher of mathematical disciplines. The prospects of the study include the development of criteria for the selection of digital tools to support fractal theory and its financial applications as an element of the content of professional training, as well as the development and subsequent implementation of a program of additional professional education on alternative approaches to decision-making in the financial sector. The content of the article can be useful for the implementation of applied, professional strengthening of the teaching of compulsory mathematical disciplines for students studying in the direction of "Economics" of various directions (Mathematical methods in economics, World Economy, Finance and Credit, etc.), and for the formulation of new academic disciplines of students' choice, as well as improving the content of programs of additional professional education related to the quantitative justification of decisions.

Keywords: fractal, decision theory, financial mathematics, mathematical training, pedagogical technology, micro-goal system, bachelor of economics.

Введение

Актуальность проблемы исследования связана с необходимостью уточнения роли фрактальной теории в контексте повышения качества принимаемых финансовых решений, потребностью в расширении модельных представлений студентов экономического бакалавриата о нелинейной динамике финансовых рынков, необходимостью поиска путей включения современного математического содержания в практику профессиональной подготовки студента экономического университета. Усложнение финансово-экономических отношений требует вооружения студентов неоклассическими методами для последующей практической реализации комплексного подхода к исследованию проблем и ситуаций, возникающих в будущей профессиональной деятельности [4]. Заметим, что большинство таких проблем и ситуаций носят сложный, вероятностный характер, по форме и содержанию отличаются от типовых учебных задач, составляющих инвариантное ядро профессиональной подготовки студента экономического университета, и требуют от их участников развитых компетенций в области приня-

тия решений в условиях риска и неопределенности. В работах [6, 17] указывалось на необходимость совершенствования программ высшего образования в контексте современных требований рынков образовательных услуг и профессионального общества, востребованность дополнительных глав математических дисциплин для повышения конкурентоспособности выпускников.

Однако изучение опыта реализации профессионально-образовательных программ ведущих экономических университетов (РЭУ им. Г. В. Плеханова, Финансового университета при Правительстве Российской Федерации и др.) и результаты интервьюирования преподавателей, реализующих данные программы, позволяют сделать вывод, что простое расширение содержания профессиональной подготовки не сопровождается достижением желаемого результата — обеспечением необходимого уровня конкурентоспособности выпускников на рынке труда. На связь процесса развития математической культуры обучающихся с современными достижениями в науке указывается в статье [15], кроме того, авторами уточнено понятие «математическая грамотность». Отмечается, что такие

понятия, как фрактал требуют особого внимания со стороны преподавателей математических дисциплин, методистов, педагогов-исследователей, разработчиков программного обеспечения учебного назначения.

Можно констатировать определенную перегруженность содержания профессиональной подготовки будущих экономистов, в частности в математических дисциплинах имеет место преобладание абстрактно-формального содержания, зачастую дублирующегося в рамках нескольких учебных дисциплин, а также доминирование типовых приёмов, методов построения и исследования финансово-экономических моделей, имеющих ограниченное применение в реальной практике принятия финансовых решений. Новое решение, предлагаемое в данной статье и заключающееся в технологической методике раскрытия фрактальной теории в высшей экономической школе, направлено на преодоление указанных недостатков в профессиональной подготовке будущих экономистов.

Проблема исследования

В качестве проблемы исследования выступает недостаточная разработанность методики

раскрытия фрактальной теории в высшей экономической школе, обращение к которой на уровне математических дисциплин носит в сложившейся педагогической практике спонтанный, фрагментарный характер, вследствие чего на уровне социально-экономических дисциплин фрактальная теория не находит соответствующей инструментальной реализации. Таким образом, в качестве постановки задачи исследования принимаются элементы технологической методики раскрытия фрактальной теории в высшей экономической школе с учётом достижений экономической науки и достижений теории педагогических технологий.

Методы исследования

Анализ научно-популярной и научной литературы по *фрактальной теории и её приложениям*, в частности задач финансового анализа с целью уточнения её дидактического потенциала в системе высшего экономического образования;

конструирование учебного процесса по фрактальной теории и её финансовым приложениям в виде системы микроцелей базового уровня, служащей ориентиром для организации и планирования результатов учебно-познавательной деятельности студентов экономического бакалавриата;

приёмы и методы теории педагогических технологий, основанной на установлении и исследовании закономерностей учебного процесса как результата научного познания процесса образования человека.

опрос студентов экономического бакалавриата как метод выявления их отношения к фрактальной теории и её приложениям и сформированного у студентов уровня востребованности методов фрактальной математики в построении и исследовании финансовых моделей, возникающих при изу-

чении профессионально-значимых учебных дисциплин;

метод первичной количественной обработки результатов опроса, полученных в результате опытно-экспериментальной работы на финансовом факультете РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Фрактальная теория и её финансовые приложения для высшей экономической школы: содержательные и методические аспекты

Применение фрактальной теории для финансового анализа, в отличие от классической теории эффективных рынков, предложенной Ю. Фама, акцентирует внимание исследователя на зависимости будущих цен финансовых инструментов от их прошлых изменений. Таким образом, условием для применения фрактальной теории является *глобальная детерминированность процесса ценообразования финансовых инструментов*, его зависимость от «начальных условий», которыми выступают уже доступные исследователю значения.

Развитие представлений будущих экономистов об исследовательских и прикладных возможностях фрактальной теории в прогнозировании динамики финансовых рынков представляет собой важную педагогическую задачу, решение которой требует *модернизации методической системы прикладной математической подготовки будущих экономистов*, в первую очередь в контексте содержания обучения и методов его представления при изучении математических дисциплин. Практика подготовки будущего экономиста, реализуемая в РЭУ им. Г.В. Плеханова, показывает что элементы фрактальной теории на методически адаптированном уровне следует включать в базовые учебные дисциплины образовательных программ будущих бакалавров экономики, среди

которых – «Высшая математика», «Практикум по математическим методам», а приложения фрактальной теории могут быть отражены в содержании таких учебных дисциплин, как «Математика финансовых инструментов», «Математическое обеспечение финансовых решений», «Математические и инструментальные методы в экономике», «Практикум по управленческой аналитике» и др.

Однако для целесообразного и методически обоснованного включения фрактального подхода в практику профессиональной подготовки будущего экономиста необходимо обращать внимание на взаимосвязь значений фрактальной размерности анализируемых временных рядов и их ожидаемых поведений. При этом наиболее доступным для реализации в системе экономического бакалавриата нам представляется *метод минимального покрытия* (фрактальный анализ финансового инструмента на базе вычисления локальных размерностей), выгодно отличающийся от других методов, разрабатываемых в рамках фрактальной математики.

Применение фрактальной теории открывает новые возможности количественного анализа валютного и фондового рынков, а её включение в практику прикладной математической подготовки будущих экономистов позволяет реализовать *принцип вариативности обучения*, расширить модельные представления выпускников экономических университетов. Заметим, что идея использования фрактальной теории для описания динамики рынков является относительно новой и принадлежит Бенуа Мандельброту [8, 9]. В последствии она была инструментально развита Эдгаром Петерс [13, 14], однако к настоящему времени нашла недостаточное отражение в практике профессиональной

подготовки будущих экономистов, о чём свидетельствует анализ программ учебных дисциплин нескольких экономических университетов.

В процессе освоения студентами приложений фрактальной теории должен быть отражен факт, что с учётом общей динамики, приводящей исследователей к фрактальной кривой, локально процесс ценообразования является случайным процессом. Другими словами, в каждом конкретном случае при решении задач важно предусмотреть, что цена финансового инструмента обладает вариативностью развития. Несмотря на эту особенность фрактальная теория финансового анализа занимает свойства фракталов и позволяет использовать их для построения прогнозов и их последующего применения в практике финансовых решений.

Исследователи отмечают, что фрактальные кривые, фракталы и мультифракталы незримо присутствуют практически во всех окружающих нас объектах: в ландшафте, системе кровоснабжения, деревьях, галактиках, управлении, финансах и дидактических системах [16]. Фрактал представляет собой упорядоченный хаос в самом широком смысле (волатильность, изменчивость, турбулентность и т. д.), т.е. хаос, на который наложены определенные правила. Поняв эти правила, исследователь получает важную информацию об окружающей действительности, сможет принимать оптимальные, научно-обоснованные решения.

Освоение фрактальной геометрии связано с развитием способности определять необычное в совершенно обыденных вещах. Знакомство студентов с фракталами позволяет вооружить их альтернативными методами принятия решений, приучить к осмыслению границ применения стандарт-

ных методов, широко распространенных к настоящему времени в экономической высшей школе.

Обратимся далее к содержательно-методическим особенностям финансовых приложений фрактальной теории. Финансовые рынки принято считать неотъемлемой частью современной экономики, связанной с привлечением и перераспределением капитала. Возможность получения дохода инвесторами сочетается с возможностью актуализации рисков различной природы, в ряде случаев приводящей к полной потере денежных средств. Эти обстоятельства объясняют востребованность методов анализа и прогнозирования динамики количественных характеристик финансовых инструментов (доходность, риск, уровень инновационности и др.) Среди детально разработанных к настоящему времени методов укажем методы фундаментального и технического анализа, большинство из которых нашли инструментальную реализацию, что не требует от инвестора или лица, принимающего решение (ЛПР), серьезного уровня математической подготовки.

Указанная особенность не распространяется на *методы стохастического моделирования*, также применяемые для анализа финансовых рынков. Заметим, что вопрос об эффективности различных методов является дискуссионным, что актуализирует *проблему выбора оптимального метода* (разнообразие финансовых ситуаций обуславливает потребность в различных методах принятия финансовых решений, а реализация различных методов приводит к противоречивым результатам, что способно ограничить множество имеющихся альтернатив, однако затрудняет принятие окончательного решения). Также актуальна проблема сочетания различных методов в одном

исследовании финансового инструмента (или портфеля финансовых инструментов).

Заметим, что общей рекомендацией, выполнение которой способствует повышению качества принимаемых решений, является рекомендация *уточнения информационной ситуации принятия финансовых решений*, проявляющейся в виде колебаний спроса, нестабильностью социально-политической ситуации, изменениями курсов национальных валют и др. В научной литературе принято выделять четыре возможные информационные ситуации:

- информационная ситуация полной определенности;
- информационная ситуация частичной неопределенности (рисковые модели);
- информационная ситуация полной неопределенности;
- информационной ситуация целенаправленной неопределенности, возникающая в теоретико-игровых моделях [3].

Многообразие информационных ситуаций стимулирует развитие различных методов принятия решений, в том числе на основе фрактальной теории. Далее обратимся к анализу предсказательных возможностей фрактальной математики, имеющим существенное значение для повышения качества профессиональной подготовки будущего экономиста.

Раскрытие предсказательных возможностей фрактальной математики для анализа финансового рынка выступает важным условием повышения качества профессиональной подготовки будущего экономиста. На финансовых рынках двумя наиболее распространенными торговыми стратегиями, используемыми инвесторами, являются импульс по покупке и импульс на продажу. Если финансовый инструмент в динамике своей доходности демонстрирует *импульс* (или трендовое поведение), его цена

в текущем периоде с большей вероятностью увеличится (или уменьшится, в зависимости от анализируемой финансовой ситуации и выбранного периода анализа), если она уже увеличилась (уменьшилась) в предыдущем периоде анализа.

Фрактальная теория финансовых рынков не исключает, а требует количественного анализа ежедневной динамики финансовых инструментов, реализуемого инвестором посредством проведения технического анализа и применения эконометрических методов и моделей (финансовая эконометрика).

Фрактальная теория финансовых рынков обращает внимание на *горизонты инвесторов*, роль ликвидности и влияние информационной базы на весь цикл принятия финансового решения. Под инвестиционным горизонтом принято понимать период времени, необходимый инвестору для достижения поставленных финансовых целей, выраженных в значениях количественных характеристиках (доходность, риск, инновационность и др.), причём на протяжении этого периода времени инвестор держит свою сделку открытой.

В условия применения фрактальной теории рынок следует считать стабильным, если он состоит из инвесторов с разными инвестиционными горизонтами, имеющими одинаковую информационную базу для принятия финансовых решений. Принято считать, что финансовые кризисы происходят, когда инвестиционные стратегии имеют тенденцию сходиться к более и более коротким временным горизонтам.

Начиная знакомство с элементами фрактальной математики и услышав от преподавателя о возможностях фрактальной теории, даже высоко мотивированные студенты часто испытывают за-

труднения и теряют познавательный интерес, так как ожидают сложную и абстрактную математику. Однако включение методически адаптированных вопросов в области фрактальной математики и привлечение новых цифровых инструментальных средств, поддерживающих принятия финансовых решений на основе фрактальной теории, позволяют избежать указанные крайности. Опрос студентов финансового факультета Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова показывает, что около 80% из них, специально не изучая фракталы и фрактальные кривые, уже знают, что они относятся к повторяющемуся рисунку, возникающему на фоне более крупных и хаотичных ценовых движений финансовых инструментов. Пятнадцать процентов студентов знакомы с фракталом как примером недифференцированной кривой, который приводил им преподаватель при изучении связи между непрерывностью и дифференцируемостью функций.

Отметим, что в опросе участвовало 154 студента, изучающих учебную дисциплину «Анализ рисков» на третьем году обучения в экономическом бакалавриате и уже изучивших базовые математические дисциплины. При этом более 95% студентов отметили дефицит компетенций в области фрактальной теории и высказали желание осваивать финансовые приложения фрактальной теории, а том числе в контексте анализа рисков ситуаций. Однако около 60% опрошенных студентов заявили, что испытывают повышенную тревожность при изучении новых математических понятий, и не уверены в возможности их использования в практике принятия решений в рамках будущей профессиональной деятельности. Перечисленные особенности стимулируют поиск новых

подходов к реализации элементов фрактальной математики в профессиональной подготовке будущих выпускников экономических университетов. В качестве такого подхода нами выбран *технологический подход* [1, 12], нашедший широкое распространение в высшей школе и педагогических исследованиях по проблемам повышения качества высшего образования.

Одним из результатов реализации технологического подхода в контексте исследования стала система микроцелей, позволяющая *задать учебный процесс на языке учебно-познавательной деятельности студента* и созданная на основе рекомендаций, представленных в монографии [11] и статьях [20, 21]. Заметим, что в данной статье представлена *система микроцелей базового уровня*, выступающая инвариантом реализуемого на уровне высшей экономической школы содержания, и в настоящее время ведется работа созданию системы микроцелей продвинутого уровня по конструированию и реализации содержательно-методической линии «Фрактальная теория и её приложения» на основе новой системы микроцелей.

Микроцель 1. Иметь представление о фрактале как о множестве, обладающим свойством самоподобия.

Микроцель 2. Анализируя данные торговых сессий уметь выделять фракталы, состоящие из пяти и более фрагментов (шаблонов, образцов).

Микроцель 3. В процессе анализа доходностей финансового инструмента (портфеля финансовых инструментов) уметь выделять «медвежий разворот», который возникает при наличии фрагмента с наибольшим максимумом посередине и двумя меньшими максимумами с каждой стороны.

Микроцель 4. В процессе анализа доходностей финансового инструмента (портфе-

ля финансовых инструментов) уметь выделять «бычий разворот», который возникает при наличии фрагмента с наименьшим минимумом посередине и двумя большими минимумами с каждой стороны.

Микроцель 5. Уметь приводить примеры идеальных фрагментов фракталов и сопоставлять их с реальной финансовой ситуацией, отраженной в архиве торгов.

Микроцель 6. Понимать границы применения и недостатки фрактальной теории в анализе финансовых ситуаций, в частности учитывать, что фракталы представляют собой запаздывающие индикаторы.

Микроцель 7. Уметь сочетать применение фракталов с другими индикаторами, приёмами и моделями финансового анализа.

Микроцель 8. Выбирать временные интервалы, в том числе рассматривать финансовые данные на более длинных временных интервалах, применение которых уменьшает число фрактальных сигналов, что облегчает определение торговых возможностей инвестора.

Микроцель 9. Иметь представление о приёмах, позволяющих контролировать риск финансовых решений, принимаемых на основе фрактальной теории.

Микроцель 10. Уметь идентифицировать фракталы различных видов при анализе финансовой информации различной степени достоверности. Понимать, что фрактал не идентифицируется до тех пор, пока цена финансового инструмента не начнет расти с достигнутого ранее минимального значения.

Микроцель 11. Владеть стратегией использования фракталов в комплексе с уровнями коррекции Фибоначчи, традиционно используемыми в практике принятия финансовых решений.

Микроцель 12. Осуществлять правильный уровень кор-

рекции Фибоначчи и выявлять фрактальный разворот при соблюдении условий, значимых для инвестора.

Микроцель 13. Уметь использовать фрактальную теорию для фиксации прибыли от инвестирования в финансовые инструменты и портфели финансовых инструментов.

Обсуждение результатов

Фрактальная теория и её финансовые приложения обладают значительным дидактическим потенциалом, в частности позволяют расширить модельные представления студентов экономических университетов, а также вооружить их альтернативными приёмами и методами анализа финансовой динамики, позволяющими по-новому организовать процесс принятия финансовых решений. При этом встраивание элементов содержательно-методической линии «Фрактальная теория и её приложения» возможно уже в основные математические дисциплины, реализуемые в соответствии с образовательными программами экономических университетов.

Актуальными проблемами являются *обеспечение сбалансированности теоретической и практической компонент* профессиональной подготовки будущего экономиста, в том числе в системе прикладной математической подготовки, *совершенствование логической структуры учебного процесса на основе алгебры микроцелей* (добавление или исключение одной или нескольких микроцелей, объединение или разбиение микроцелей, изменение последовательности реализации микроцелей, выделение нескольких вариантов индивидуальных образовательных траекторий достижения микроцелей [5], сокращение временного разрыва в реализации смежных микроцелей и др.)

Особый интерес представляет также *методиче-*

ская работа преподавателя математических дисциплин с представленной системой микроцелей базового уровня, задающей учебный процесс на языке учебно-познавательной деятельности студента экономического бакалавриата. Заметим, что сложные преобразования, происходящие в современном обществе и затрагивающие различные аспекты социальных и финансово-экономических отношений, *повышают требования к методической, проектной и технологической культуре преподавателя математических дисциплин.* Среди перспектив исследования укажем разработку *критериев отбора цифровых инструментальных средств* для поддержки фрактальной теории и её финансовых приложений как элемента содержания профессиональной подготовки, а также разработку и последующую реализацию *программы дополнительного профессионального образования* по альтернативным подходам к принятию решений в финансовой сфере.

Заключение

Подводя итоги проведенного исследования, перечислим основные содержательно-методические особенности развития представлений студентов экономического бакалавриата о фрактальной теории и её финансовых приложениях, учёт которых в высшей экономической школе способствует повышению качества обучения.

Во-первых, следует создать организационно-дидактические условия для обеспечения понимания студентами, что фракталы и фрактальные кривые выступают в финансовом анализе в качестве запаздывающих индикаторов, т.е. индикаторов построенных на усредненных значениях количественных характеристик финансовых инструментов, сглаживающих данные торгов

и предоставляющие исследователю информацию без рыночных шумов, незначительных откатов и импульсов. Отметим, что в контексте темы исследования представляют интерес рекомендации, представленные в статьях [2, 7].

Во-вторых, по причине возможности некорректной идентификации фракталов при анализе данных торгов даже при рассмотрении задач учебного характера важно акцентировать внимание студентов на необходимости сочетания фрактального подхода с другими индикаторами, методами принятия финансовых решений или стратегиями инвестора, базирующимися на его субъективных предпочтениях. Другими словами, при организации учебно-познавательной работы студентов важно отразить идею комплексного подхода, а не полагаться в процессе принятия финансового решения

исключительно на результат, полученный в результате применения фрактальной теории. Полезными для отражения в учебном процессе данной содержательно-методической особенности являются задачи и упражнения, представленные в учебных пособиях [10, 18, 19].

В-третьих, в процесс знакомства студентов экономического бакалавриата с принятием финансовых решений на основе фрактальной теории важно включить достаточное количество визуализаций различного уровня сложности, позволяющих понять, что увеличение временного интервала повышает надежность разворота цены финансового инструмента, а также уменьшает количество сигналов для инвестора.

В-четвертых, в условиях сокращения часов на аудиторную работу можно рекомендовать рассмотреть со студентами не-

сколько готовых учебных кейсов, среди которых обязательно должна быть представлена торговля финансовым инструментом на основе краткосрочных фракталов в направлении долгосрочных. Если данные торгов содержат значительные восходящие тренды, то следует обратить внимание на механизмы использования длинных торговых сигналов. В случае наличия значительных нисходящих трендов следует обратить внимание на механизмы использования коротких торговых сигналов.

В-пятых, важно указать на инструментальную поддержку основ фрактальной теории в большинстве графических платформ для анализа финансовой информации и предусмотреть возможность знакомства с их интерфейсом и функционалом, предпочтительно во время самостоятельной внеаудиторной работы.

Литература

1. Абдуразаков М.М., Есаян А.Р., Монахов В.М. Прогностический потенциал оптимизационной методологии и технологии проектирования методической системы обучения с наперед заданными свойствами // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3–2. С. 6–10.
2. Быканова О.А., Филиппова Н.В. Особенности преподавания дисциплин экономико-математического профиля в вузе // Перспективы науки. 2019. № 12(123). С. 237–241.
3. Власов Д.А. Введение в теорию игр. М.: Инфра-М, 2022. 222 с.
4. Власов Д.А. Особенности комплексного использования количественных методов в финансовой сфере // Системные технологии. 2020. № 1(34). С. 133–139.
5. Гриншкун В.В., Заславский А.А. Иерархическая структура алгоритмов построения индивидуальных образовательных траекторий // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2021. № 4(58). С. 15–20.
6. Карасев П.А., Чайковская Л.А. Совершенствование программ высшего образования в контексте современных требований рынков образовательных услуг и профессионального сообщества // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 3. № 2. С. 3–9.
7. Липагина Л.В. Проблемы изучения будущими экономистами математических дисциплин в реалиях цифрового образования // Современная математика и концепции инновационного математического образования. 2018. Т. 5. № 1. С. 347–352.
8. Мандельброт Б. Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2009. 400 с.
9. Мандельброт Б., Хадсон Р. Л. (Не)послушные рынки. Фрактальная революция в финансах. М.: Вильямс, 2006. 408 с.
10. Мастяева И. Н., Горемыкина Г. И., Семенихина О. Н. Методы оптимальных решений. М.: Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУРС», 2016. 384 с.
11. Монахов В.М. Введение в теорию педагогических технологий. Волгоград: Перемена, 2006. 365 с.
12. Муханов С.А., Муханова А.А. Проектирование образовательного процесса по математике в контексте всемирной инициативы CDIO // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2015. № 1(17). С. 52–57.
13. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. М.: Интернет-трейдинг, 2004. 304 с.
14. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. М.: Мир, 2000. 333 с.

15. Смирнов Е.И., Абатурова В.С. Математическая грамотность как результат освоения обучающимися современных достижений в науке // Ярославский педагогический вестник. 2021. № 6(123). С. 29–37.

16. Смирнов Е.И., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А., Симонова О.В. Наглядное моделирование этапов проявления сущности математических понятий и методических процедур // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия физико-математическая. 2018. № 1(317). С. 87–93.

17. Сухорукова И.В., Чистякова Н.А. Формирование дополнительных глав по дисциплине ТВиМС для повышения конкурентоспособности выпускников // Актуальные проблемы

преподавания математики в техническом вузе. 2020. № 8. С. 243–248.

18. Фомин Г.П., Карасев П.А. Математика в экономике: 813 задач с комментариями и ответами: учебное пособие. М.: КноРус, 2019. 368 с.

19. Фомин Г.П., Чайковская Л.А., Максимов Д.А. Риски в экономике. М.: КноРус, 2021. 256 с.

20. Baker M. The Roles of Models in Artificial Intelligence and Education Research: A Prospective View // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2020. № 11. С. 122–143.

21. Anderson T., Shattuck J. Design-based research: a decade of progress in education research? // Educational Researcher. 2012. № 41(1). С. 16–25.

References

1. Abdurazakov M.M., Yesayan A.R., Monakhov V.M. Prognostic potential of optimization methodology and technology for designing a methodical learning system with predetermined properties. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye* = Modern information technologies and IT education. 2016; 12; 3-2: 6-10. (In Russ.)

2. Bykanova O.A., Filippova N.V. Peculiarities of teaching disciplines of economic and mathematical profile at the university. *Perspektivy nauki* = Prospects of science. 2019; 12(123): 237-241. (In Russ.)

3. Vlasov D.A. *Vvedeniye v teoriyu igr* = Introduction to game theory. Moscow: Infra-M; 2022. 222 p. (In Russ.)

4. Vlasov D.A. Features of the integrated use of quantitative methods in the financial sector. *Sistemnyye tekhnologii* = System Technologies. 2020; 1(34): 133-139. (In Russ.)

5. Grinshkun V.V., Zaslavskiy A.A. Hierarchical structure of algorithms for constructing individual educational trajectories. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya* = Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series: Informatics and informatization of education. 2021; 4(58): 15-20. (In Russ.)

6. Karasev P.A., Chaykovskaya L.A. Improvement of higher education programs in the context of modern requirements of educational services markets and the professional community. *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya* = Economics and Management: Problems, Solutions. 2017; 3; 2: 3-9. (In Russ.)

7. Lipagina L.V. Problems of studying mathematical disciplines by future economists in the realities of digital education. *Sovremennaya matematika i kontseptsii innovatsionnogo matematicheskogo obrazovaniya* = Modern mathematics and concepts of innovative mathematical education. 2018; 5; 1: 347-352. (In Russ.)

8. Mandel'brot B. *Fraktaly i khaos. Mnozhestvo Mandel'brot i drugiye chudesia* = Fractals and chaos. The Mandelbrot set and other wonders. Moscow: Regular and Chaotic Dynamics; 2009. 400 p. (In Russ.)

9. Mandel'brot B., Khadson R.L. *(Ne) poslushnyye rynki. Fraktal'naya revolyutsiya v finansakh* = (Un) obedient markets. Fractal revolution in finance. Moscow: Williams; 2006. 408 p. (In Russ.)

10. Mastayeva I.N., Goremykina G.I., Semenikhina O. N. *Metody optimal'nykh resheniy* = Methods of optimal solutions. Moscow: Limited Liability Company KURS Publishing House; 2016. 384 p. (In Russ.)

11. Monakhov V.M. *Vvedeniye v teoriyu pedagogicheskikh tekhnologiy* = Introduction to the theory of pedagogical technologies. Volgograd: Change; 2006. 365 p. (In Russ.)

12. Mukhanov S.A., Mukhanova A.A. Designing the Educational Process in Mathematics in the Context of the Worldwide CDIO Initiative. *Professional'noye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom* = Vocational Education in Russia and Abroad. 2015; 1(17): 52-57. (In Russ.)

13. Peters E. *Fraktal'nyy analiz finansovykh rynkov. Primeneniye teorii khaosa v investitsiyakh i ekonomike* = Fractal analysis of financial markets. Application of chaos theory in investment and economics. Moscow: Internet trading; 2004. 304 p. (In Russ.)

14. Peters E. *Khaos i poryadok na rynkakh kapitala* = Chaos and order in capital markets. Moscow: Mir; 2000. 333 p. (In Russ.)

15. Smirnov Ye.I., Abaturova V.S. Mathematical Literacy as a Result of Mastering Modern Achievements in Science by Students. *Yaroslavskiy pedagogicheskiiy vestnik* = Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2021; 6(123): 29-37. (In Russ.)

16. Smirnov Ye.I., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A., Simonova O.V. Visual modeling of the stages of manifestation of the essence of mathematical

concepts and methodological procedures. Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya fiziko-matematicheskaya = Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of physico-mathematical. 2018; 1(317): 87-93.

17. Sukhorukova I.V., Chistyakova N.A. Formation of additional chapters on the discipline of TViMS to improve the competitiveness of graduates. Aktual'nyye problemy prepodavaniya matematiki v tekhnicheskoy vuzе = Actual problems of teaching mathematics in a technical university. 2020; 8: 243-248. (In Russ.)

18. Fomin G.P., Karasev P.A. Matematika v ekonomike: 813 zadach s kommentariyami i

otvetami: uchebnoye posobiye = Mathematics in Economics: 813 Problems with Comments and Answers: Study Guide. Moscow: KnoRus; 2019. 368 p. (In Russ.)

19. Fomin G.P., Chaykovskaya L.A., Maksimov D.A. Riski v ekonomike = Risks in the economy. Moscow: KnoRus, 2021. 256 p. (In Russ.)

20. Baker M. The Roles of Models in Artificial Intelligence and Education Research: A Prospective View. International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2020; 11: 122-143.

21. Anderson T., Shattuck J. Design-based research: a decade of progress in education research? Educational Researcher. 2012; 41(1): 16–25.

Сведения об авторах

Дмитрий Анатольевич Власов

К.п.н., доцент кафедры математических методов в экономике

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Доцент департамента математики

Финансовый университет при Правительстве

Российской Федерации, Москва, Россия

Эл. почта: DAV495@gmail.com

Петр Александрович Карасев

Кандидат экономических наук, доцент кафедры Высшей математики

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл. почта: petr.karasyov@gmail.com

Александр Валерьевич Синчуков

К.п.н., доцент кафедры Высшей математики

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл. почта: AVSinchukov@gmail.com

Information about the authors

Dmitry A. Vlasov

Cand. Sci. (Pedagogical), Associate professor at the Department of Mathematical methods of Economics

Plekhanov Russian University of Economics

Associate professor at the Department of

Mathematics, Financial University under the

Government of the Russian Federation,

Moscow, Russia

E-mail: DAV495@gmail.com

Petr A. Karasev

Cand. Sci. (Economics), associate professor at the Department of Higher mathematics,

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail: petr.karasyov@gmail.com

Alexander V. Sinchukov

Cand. Sci. (Pedagogical), associate professor at

the Department of Higher mathematics, Plekhanov

Russian University of Economics, Moscow, Russia

E-mail: AVSinchukov@gmail.com