

Фрактальный анализ  
как метод прогнозирования динамики  
стоимости ценных бумаг предприятий  
с учетом их скрытого инновационного потенциала

Вячеслав В. Бурлаков

*Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр»  
Москва, Россия, bur77@mail.ru*

Елена М. Дементьева

*Московский политехнический университет  
Москва, Россия, Lenika98@mail.ru*

Олеся А. Дзюрдзя

*Московский политехнический университет  
Москва, Россия, 7267507@mail.ru*

*Аннотация.* Для осуществления успешной деятельности на фондовом рынке необходимо постоянное прогнозирование состояния рынка и стоимости ценных бумаг. Помимо основных методов, таких как фундаментальный и технический анализ, используемых для прогнозирования событий на рынке, следует уделить серьезное внимание фрактальному анализу. Исследование показало, что помимо простоты и оригинальности данный метод может учитывать достаточно серьезную составляющую стоимости ценных бумаг – скрытый инновационный потенциал предприятия, который в настоящее время находится на достаточно скромном уровне. Тем не менее при создании определенных условий возможна реализация скрытых характеристик инновационного потенциала предприятий, которые обусловят рост стоимости ценных бумаг и всего фондового рынка. В статье рассмотрены основные свойства и природа фракталов, возможности их применения в экономической среде, а также освещены преимущества фрактального подхода при изучении динамики фондового рынка и стоимости ценных бумаг с учетом скрытого инновационного потенциала предприятий.

*Ключевые слова:* фракталы, теория фракталов, фрактальный анализ, финансы, финансовые рынки, рынок ценных бумаг, скрытый инновационный потенциал

*Для цитирования:* Бурлаков В.В., Дементьева Е.М., Дзюрдзя О.А. Фрактальный анализ как метод прогнозирования динамики стоимости ценных бумаг предприятий с учетом их скрытого инновационного потенциала // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2020. № 3. С. 87–98. DOI: 10.28995/2073-6304-2020-3-87-98

## Fractal analysis as a method for predicting the dynamics of the enterprises securities value based on their hidden innovative potential

Vyacheslav V. Burlakov

*All-Russian Research Institute "Center", Moscow, Russia, bur77@mail.ru*

Elena M. Dement'eva

*Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia, Lenuka98@mail.ru*

Olesya A. Dzyurdzya

*Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia, 7267507@mail.ru*

*Abstract.* For success in the stock market, constant forecasting of market conditions and the value of securities is necessary. In addition to the basic methods, such as fundamental and technical analysis, used to predict market events, serious attention should be paid to fractal analysis. The study showed that along with the simplicity and originality, that method can take into account a rather serious component of the securities cost- the enterprise hidden innovative potential, which is currently at a fairly modest level. Nevertheless, when certain conditions are created, it is possible to realize the hidden characteristics of the enterprises innovative potential, which will cause an increase in the value of securities and a growth for the entire stock market. This article discusses the basic properties and nature of fractals, the scope of their application in the economic environment, and also highlights the advantages of the fractal approach in studying the dynamics of the stock market and the value of securities with regard to the hidden innovative potential of enterprises.

*Keywords:* fractals, fractal theory, fractal analysis, finance, financial markets, securities market, hidden innovative potential

*For citation:* Burlakov, V.V., Dementeva, E.M. and Dzyurdzya, O.A. (2020), "Fractal analysis as a method for predicting the dynamics of the enterprises securities value based on their hidden innovative potential", *RSUH/RGGU Bulletin. "Economics. Management. Law" Series*, no. 3, pp. 87-98, DOI: 10.28995/2073-6304-2020-3-87-98

### *Введение*

В современном мире финансовые рынки привлекают огромный общественный интерес. Круг людей, которые интересуются финансовой аналитикой, очень широк и разнится от рядовых трейдеров до аналитиков глобальных корпораций и государственных органов. Исследование отечественной и зарубежной практики функционирования фондовых рынков показывает, что в основе успешной деятельности участников рынка лежит грамотное прогнозирование

его возможного развития. «Определение динамики рынка – одна из главных задач трейдера» [Пискарев 2017]. Существует достаточно большое количество литературы и пособий для осуществления анализа ситуации и прогнозирования возможного развития на рынке. В целом они основаны на использовании технического и фундаментального анализа.

Основными зарубежными сторонниками технического анализа являются Б. Вильямс, Г. Бенджамин, Д. Додд. Ключевые элементы технического анализа достаточно подробно изложены Биллом Вильямсом [Вильямс, Грегори-Вильямс 2015]. Его подходы разделяют Грэхем Бенджамин и Додд Дэвид. Технический анализ позволяет осуществлять прогнозирование цен на основе изменения цен в прошлом [Грэхем, Додд 2016].

Достаточно заметный вклад в развитие технического анализа внес Джек Швагер [Швагер 2001]. Как правило, участник рынка, использующий технический анализ, не считает нужным прибегать к глубокому изучению отчетности, различных рыночных нюансов и складывающейся на рынке конъюнктуры.

Фундаментальный анализ основан на сборе комплекса показателей и охватывает исследование финансово-экономического состояния и инвестиционной привлекательности не только отдельного предприятия, но и целых отраслей. В основном работы, посвященные действию на фондовом и валютном рынках, написаны зарубежными авторами, но если говорить о фундаментальном анализе, то стоит отметить работу отечественного автора и участника рынка В.Н. Лиховидова, внесшего значительный вклад в развитие данного подхода для прогнозирования развития фондового рынка [Лиховидов 2003]. Фундаментальный анализ представляет собой совокупность методов и подходов, позволяющих оценить изменения на рынке и определить дальнейшие направления его развития за счет изучения и использования внешних событий и факторов.

Если говорить об эффективности вышеуказанных и применяемых подходов для анализа и прогнозирования изменения ситуации на рынке, то многое зависит от исследуемого периода времени, макроэкономической ситуации, политических решений. В какие-то моменты времени более эффективен технический анализ, в какие-то моменты – фундаментальный. На наш взгляд, наибольшего результата можно достигать, используя совокупность данных видов анализа. В этом случае точность оценки и прогнозирования рыночной ситуации может быть наиболее высокой.

В то же время необходимо отметить, что ни один из наиболее часто используемых подходов не особо принимает во внимание

такую существенную составляющую роста стоимости ценных бумаг, как инновационный потенциал предприятий и, в частности, его скрытый инновационный потенциал, который способен оказать значительное влияние на развитие инвестиционной привлекательности предприятия, а следовательно, и рост стоимости его акций. Скрытый инновационный потенциал содержит скрытые идеи, реализация которых позволит повысить инновационный потенциал предприятия, его стоимость и привлекательность [Бурлаков 2018]. Важность и необходимость использования инновационного фактора показана в работе В.М. Кутового и Ю.В. Попкова [Кутовой, Попков 2019].

Ценность инновационного потенциала состоит в возможностях предприятия для его эффективной реализации. Поэтому перед предприятием стоит задача не только в выявлении и оценке имеющегося инновационного потенциала, но и в его реализации в кратчайший период времени [Бурлаков 2018].

Отметим, что в последнее время в работах зарубежных аналитиков, осуществляющих деятельность на фондовых рынках, стал применяться новый метод прогнозирования – фрактальный анализ. Первым, кто применил термин «фрактал» для торговли на валютном рынке, был Билл Вильямс.

В условиях нестабильной экономики целесообразно разрабатывать и совершенствовать методы прогнозирования кризисных ситуаций как для рынка акций и ценных бумаг, так и в рамках конкретной отрасли и для отдельно взятых предприятий. Современная экономическая теория доказала несостоятельность традиционных линейных моделей поведения рынков. Рынок – живая система, и, как и всякая живая система, он носит непредсказуемый, даже хаотичный характер, что, в свою очередь, обуславливает необходимость поиска альтернативных методов моделирования и исследования. Человечество всегда интересовалось законами поведения таких сложных, непоследовательных и практически непредсказуемых объектов. Котировки акций, валютные курсы, цены на фьючерсы, опционы и прочие финансовые инструменты – это лишь малая часть того, на чем может заработать деньги квалифицированный специалист. Существует множество способов анализа событий, но одна методика выделяется среди них своей уникальностью – фрактальный анализ.

## *Основная часть*

Охарактеризуем основные составляющие концепции применения фрактального анализа к прогнозированию динамики стоимости ценных бумаг предприятий с учетом их скрытого инновационного потенциала. Целью предлагаемого подхода является учет при осуществлении фрактального анализа скрытых возможностей инновационного потенциала предприятия, что позволит осуществлять более точную оценку стоимости акций предприятия, а также вариантов дальнейшего направления движения.

Основная идея предлагаемого подхода заключается в том, что на фондовом рынке наилучшего результата добиваются те участники, которые обладают более точной картиной прогнозирования динамики изменения рынка и окружающей среды.

Фрактал – геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком [Мандельброт 2009]. Само понятие «фрактал» упирается в теорию хаоса, поскольку в динамике фрактал имеет очень хаотичный характер, и такая хаотичность присуща всем экономическим системам.

Фрактальный анализ – совокупность методов исследования поведения финансовых рынков с помощью знания свойств о фрактальной природе. Фрактальный анализ очень часто применяется на финансовых и фондовых рынках [Михайленко 2019]. Его применение является одним из самых эффективных методов анализа финансовых рынков, и основывается он на использовании принципа рекурсии – определения какого-либо объекта или процесса внутри самого процесса или объекта [Алмазов 2009]. С помощью рекурсии и рекурсивной связи в динамическом ряду фрактальный анализ позволяет описать динамику исследуемых процессов, выявить связь между экономическими объектами и явлениями, определяющими поведение исследуемой экономической системы, и дают возможность с достаточной точностью спрогнозировать возможные тенденции развития экономических систем.

Фракталы имеют определенные отличительные черты и свойства, которые возможно измерить, а также свойства, которые являются желательными в моделировании поведения той или иной экономической системы [Фишер 2002]. Поэтому смело можно утверждать, что фракталы применимы в экономике, поскольку сама по себе экономика – живая система, а все, что является живой системой – есть фрактал.

Несмотря на хаотичность и беспорядочность характера, поведение фрактала возможно предугадать, зная то, что практиче-



Рис. 1. Колебание цены акции ПАО «ГАЗПРОМ»<sup>2</sup>

ски все экономические явления самоподобны [Жуликов, Жуликова 2015].

Самоподобие – самое главное и самое важное свойство фрактала. Самоподобие означает, что части одного большого фрактала связаны с целым, то есть, если уменьшать фрактал, можно увидеть, что каждая его отдельно взятая часть повторяет сама себя и весь фрактал в целом. Иными словами, разные временные интервалы будут самоподобны. На рис. 1 показан типичный рыночный график колебания цены акции на примере ПАО «ГАЗПРОМ» во времени<sup>1</sup>. Видно, что цена совершает постоянные колебания и образует структуры повторяющегося характера. Просматривается такая картина всегда и на всех рынках, независимо от временного отрезка.

Из свойства самоподобия фрактала следует вывод, что рыночные фракталы обладают «памятью» о своих «начальных условиях». Таким образом, фрактальный анализ утверждает, что будущие цены зависят от прошлых изменений.

<sup>1</sup> История с Газпромом 2019 – История с Газпромом [Электронный ресурс]. URL: <http://dartstrade.ru/tag/%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC/> (дата обращения 28 апр. 2020).

<sup>2</sup> История с Газпромом...

Также рыночные диаграммы обладают фрактальной размерностью, и фрактальная размерность рыночной диаграммы всегда находится в интервале  $1 < D < 2$ .

Не менее важным свойством фракталов является масштабная инвариантность (скейлинг). Это свойство соотносится со свойством самоподобия и говорит о том, что некая фигура сохраняет свой вид при изменении всех расстояний и промежутков времени в одинаковое число раз [Палювина 2019].

Более подробно остановимся на исследовании и прогнозировании поведения экономических систем с помощью математических методов.

Динамические ряды данных, которые описывают поведение экономических систем, в разных масштабах имеют схожий вид, то есть самоподобны. Поэтому для характеристики самоподобной структуры используют показатель самоподобия (фрактальной размерности)  $D$  Феликса Хаусдорфа.

Для того чтобы охарактеризовать динамику, нужно определить следующие состояния:

- пессиментность (трендостойкость) – возможность долгосрочного хранения состояния (тренда);
- независимый, случайный процесс;
- антиперсистентность – быстрая смена направления временного ряда;
- скрытые возможности и характеристики инновационного потенциала предприятия.

Определение того или иного состояния динамики возможно лишь при определении показателя Гарольда Эдвина Херста – ведущего специалиста своего времени в этой области. Показатель Херста используется для определения влияния предыдущих значений динамического ряда на его будущие значения, то есть помогает определить будущую тенденцию, основываясь на прошлой [Зиненко 2012].

Показатель фрактальной размерности будет тесно связан с показателем Херста, который дает возможность определить свойства динамики экономической системы соотношением:

$$H = D - 2, \quad (1)$$

где  $H$  – показатель Херста;  $D$  – показатель самоподобия.

Часто показатель Херста тесно связывают с методом нормированного размаха –  $R/S$  анализом [Зиненко 2012]. Поскольку для надежного определения показателя Херста по классической формуле потребуются ряды данных, в которых содержится до несколь-

ких тысяч значений, это очень усложняет работу любого аналитика. Именно поэтому рекомендуется использовать метод нормированного размаха, заключающийся в определении размаха временных рядов. С помощью этого анализа можно увидеть, что любой временной ряд имеет конечную память и что существует точка, где теряется память о прошлом. Херст определил свой показатель как 0,5.

В зависимости от полученного результата можно делать выводы о персистентности или случайности изучаемых данных, о наличии непериодических циклов, долговременной памяти и так далее. На рынке существуют три принципиально разных режима:

- если показатель Херста равен 0,5, то это значит, что данные имеют случайный характер (короткую память);
- если  $0,5 < H < 1$ , то ряд имеет долговременную память, т. е. имеет сильную зависимость от начальных условий. Следовательно, это значит: то, что происходит сегодня, напрямую воздействует на будущее;
- если  $0 < H < 0,5$  (антиперсистентный результат), то это значит, что за падением последует резкий взлет, а за ростом последует внезапное падение, т. е. отсутствует устойчивость.

Для более наглядного представления рассмотрим значение показателей Херста известных российских компаний (табл.).

*Таблица*

Значения показателя Херста\*

Компания	Аэрофлот	Газпром	АВТОВАЗ	ВТБ
Показатель Херста	0,624	0,552	0,574	0,577

\* Составлено авторами<sup>3</sup>

Как мы видим, у всех четырех компаний показатель больше 0,5. Основываясь на этих данных, можно сделать вывод, что временные ряды имеют долговременную память, то есть являются персистентными и обладают фрактальными свойствами. Обобщив, можно сделать вывод, что основная задача показателя Херста – отличить случайный ряд от неслучайного.

Несмотря на то что сам Херст определил значение своего показателя в 0,5 для сравнительно краткосрочных временных рядов, исследования многих ученых говорят о том, что динамике рыноч-

<sup>3</sup> Вычисление коэффициента Херста [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mql5.com/ru/articles/2930> (дата обращения 28 апр. 2020).



ных цен соответствуют показатели намного больше 0,5. Во-первых, это обусловлено тем, что динамика рыночных цен не является случайной. Во-вторых, неопределенное влияние оказывает скрытый инновационный потенциал предприятий. На наш взгляд, стоит определять показатель как

$$\alpha * 0,5, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – индекс скрытого инновационного потенциала.

Индекс скрытого инновационного потенциала представляет собой среднюю геометрическую из следующих элементов:

- интеллектуальный потенциал;
- кадровый потенциал;
- материально-технический потенциал;
- рыночный потенциал;
- финансовый потенциал.

Использование средней геометрической обусловлено тем, что данный подход позволит:

- привести к единому знаменателю показатели, измеряемые в различных единицах;
- обеспечит учет динамики отдельных показателей [Бурлаков 2018].

Знание свойства о зависимости будущих цен от начальных условий поможет разработать эффективную стратегию по входу на фондовый рынок той или иной компании и покупке акций и других ценных бумаг.

## *Заключение*

Таким образом, применение классических методов исследования поведения рынка в современных условиях не так эффективно. Современный финансовый и другие виды рынков характеризуются сложностью и непредсказуемостью протекающих в нем процессов. В связи с этим применение теории фракталов и элементов фрактального анализа – очень перспективное направление применения математики с точки зрения прикладных исследований в экономике. Представленная концепция в исследовании характера поведения финансовых и фондовых рынков делает данный подход самодостаточным, однако он требует оптимизации в виде учета скрытого инновационного потенциала предприятия и дальнейших исследований с учетом вышесказанного под индивидуальные торговые условия.

*Литература*

---

- Алмазов 2009 – Алмазов А.А. Фрактальная теория рынка Forex. М.: Admiral Markets, 2009. 296 с.
- Бурлаков 2018 – Бурлаков В.В. Управление инновационным потенциалом предприятия с учетом латентности инноваций. М.: Научный консультант, 2018. – 154 с.
- Вильямс, Грегори-Вильямс 2015 – Вильямс Б., Грегори-Вильямс Дж. Торговый хаос: Увеличение прибыли методами технического анализа. М.: Альпина Паблишер, 2015. 314 с.
- Грэхем, Додд 2016 – Грэхем Б., Додд Д. Анализ ценных бумаг. М.: Вильямс, 2016. 880 с.
- Жуликов, Жуликова 2015 – Жуликов, П.П., Жуликова О.В. Фрактальные формы экономического развития // Экономика образования. 2015. № 1. С. 107–111.
- Зиненко 2012 – Зиненко А.В. R/S-анализ на фондовом рынке // Математические модели социальных и экономических систем. Бизнес-информатика. 2012. № 3 (21). С. 24–30.
- Кутовой, Попков 2019 – Кутовой В.М., Попков Ю.В. К вопросу о важности инновационно-технологического фактора в устойчивом развитии экономической системы // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2019. № 3. С. 94–105.
- Лиховидов 2003 – Лиховидов В.Н. Фундаментальный анализ финансовых рынков. М.: Форекс клуб, 2003. 224 с.
- Мандельброт 2009 – Мандельброт Б.Б. Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. 392 с.
- Михайленко 2019 – Михайленко М.Н. Рынок ценных бумаг: учебник и практикум для академического бакалавриата. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2019. 326 с.
- Палювина 2019 – Палювина А.С. Фрактальный анализ рынка на основе коэффициента Херста // Электронный научный журнал «Вектор экономики». 2019. № 4. С. 1–9.
- Пискарев 2017 – Пискарев Д. Вычисление коэффициента Херста [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mql5.com/ru/articles/2930> (дата обращения 28 апр. 2020).
- Фишер 2002 – Фишер Р. Новые методы торговли по Фибоначчи. М.: Аналитика, 2002. 384 с.
- Швагер 2001 – Швагер Дж. Технический анализ: Полный курс. М.: Альпина Паблишер, 2001. 768 с.

*References*

---

- Almazov, A.A. (2009), *Fraktal'naya teoriya rynka Forex* [Fractal theory of the Forex market], Admiral Markets, Moscow, Russia.
- Burlakov, V.V. (2018), *Upravlenie innovatsionnym potentsialom predpriyatiya s uchetom latentnosti innovatsii* [Management of the enterprise innovative potential with regard to account the latency of innovation.], Nauchnyi konsul'tant, Moscow, Russia.

- Fisher, R. (2002), *Novye metody torgovli po Fibonachchi* [New Fibonacci trading methods], Analitika, Moscow, Russia.
- Grekhem, B. and Dodd, D. (2016), *Analiz tsennykh bumag* [Securities analysis], Vil'yams, Moscow, Russia.
- Gregory-Williams, J. and Williams, B. (2015), *Torgovyi khaos. Uvelichenie pribyli metoda-mi tekhnicheskogo analiza* [Trading Chaos: Maximize Profits with Proven Technical Techniques], Al'pina Publisher, Moscow, Russia.
- Kutovoi, V.M. and Popkov, Yu.V. (2019), "On the importance of the innovative technology factor in sustainable development of an economic system", *RSUH/RGGU Bulletin. "Economics. Management. Law" Series*, no 3. pp. 94–105.
- Likhovidov, V.N. (2003), *Fundamental'nyi analiz finansovykh rynkov* [Fundamental analysis of financial markets], Foreks klub, Moscow, Russia.
- Mandel'brot, B.B. (2009), *Fraktalykhaos. Mnozhestvo Mandel'brota I drugie chudesa* [Fractals and chaos. The Mandelbrot set and other wonders. Research Center "Regular and Chaotic Dynamics"], Regul'yarnaya I khaoticheskaya dinamika, Moscow, Russia.
- Mikhailenko, M.N. (2019), *Rynok tsennykh bumag: uchebnik I praktikum dlya akademicheskogo bakalavriata* [Securities market. Textbook and manual for academic baccalaureate], 2<sup>nd</sup> ed. rev. and enl., Yurait, Moscow, Russia.
- Palyuvina, A.S. (2019), "Fractal market analysis based on the Hurst coefficient", *Elektronnyi nauchnyi zhurnal "Vektor Ekonomiki"*, no 4, pp. 1-9.
- Piskarev, D. (2017), *Vychislenie koeffitsienta Khersta* [Calculating the Hurst coefficient], available at: <https://www.mql5.com/ru/articles/2930> (Accessed 28 April 2020).
- Shvager Dz. *Tekhnicheskii i analiz. Polnyi kurs* [Technical analysis. Complete course], Al'pina Publisher, Moscow, Russia.
- Zhulikov, P.P. and Zhulikova, O.V. (2015), "Fractal forms of the economic development", *Ekonomika obrazovaniya*, no 1, pp. 107–111.
- Zinenko, A.V. (2012), "R / S-analysis in the stock market", *Matematicheskie modeli sotsial'nykh I ekonomicheskikh sistem. Biznes-informatika*, no 3 (21), pp. 24-30.

### *Информация об авторах*

*Вячеслав В. Бурлаков*, кандидат экономических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр», Москва, Россия; 123242, Россия, Москва, ул. Садовая Кудринская, д. 11, стр. 1; bur@mail.ru

*Елена М. Дементьева*, студентка, Московский политехнический университет, Москва, Россия; 107023, Россия, Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38; Lenuka98@mail.ru

*Олеся А. Дзюрдзя*, старший преподаватель, Московский политехнический университет, Москва, Россия; 107023, Россия, Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38; 7267507@mail.ru

*Information about the authors*

*Vyacheslav V. Burlakov*, Cand. of Sci. (Economics), associate professor, All-Russian Research Institute “Center”, Moscow, Russia; bldg. 1, bld. 11, Sadovaya Kudrinskaya Str., Moscow, Russia, 123242; bur@mail.ru

*Elena M. Dement'eva*, student, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia; bld. 38, Bol'shaya Semenovskaya Str., Moscow, Russia, 107023; Lenuka98@mail.ru

*Olesya A. Dzyurdzya*, senior lecturer, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia; bld. 38, Bol'shaya Semenovskaya Str., Moscow, Russia, 107023; 7267507@mail.ru