

DOI: 10.34020/2073-6495-2020-3-100-113

УДК 519.2; 338.2

НЕИЗВЕСТНЫЕ СВОЙСТВА ВЫРУЧКИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Белых В.В.

Новосибирский государственный университет
экономики и управления «НИНХ»
E-mail: v.v.belykh@gmail.com

Несмотря на большое количество исследований, посвященных экономической неопределенности, предприятия по-прежнему остаются заложниками непредвиденных обстоятельств. Этому способствует управление, ориентирующееся на прогноз средних значений выручки, тогда как наиболее серьезные последствия вызваны случайными колебаниями объемов продаж. В фокусе настоящего исследования математическая модель выручки в условиях неопределенности спроса, которая может быть использована при разработке методики планирования на основе разделения детерминированной и случайной компонент сбыта.

Ключевые слова: планирование, стохастический процесс, темп роста, сезонность, логнормальное распределение, стационарность, статистическая независимость, корреляционные связи.

UNKNOWN PROPERTIES OF ENTERPRISES REVENUE

Belykh V.V.

Novosibirsk State University of Economics and Management
E-mail: v.v.belykh@gmail.com

Despite the large amount of research devoted to economic uncertainty, enterprises are still held hostage by unforeseen circumstances. This is facilitated by management focused on forecasting average revenue values, while the most serious consequences are caused by random fluctuations in sales. The focus of this study is a mathematical model of revenue under conditions of uncertainty in demand, which can be used to develop planning methods based on separation, deterministic and random components of sales.

Keywords: planning, stochastic process, growth rate, seasonality, lognormal distribution, stationarity, statistical independence, correlation relationships.

1. ВВЕДЕНИЕ

Утверждение о недостаточной изученности свойств выручки может показаться преувеличением, так как ее прогноз служит исходной точкой планирования операционной деятельности предприятий. Причина заключается в том, что основные усилия экономистов направлены на расчет наиболее вероятных значений объемов продаж. Прогресс в этом направлении связан с построением моделей временных рядов, точно учитывающих циклические (сезонные, недельные) и событийные (праздничные дни) компоненты спроса [3]. Спонтанные отклонения выручки от ожидаемых значений анализируются только с целью верификации модели. При таком подходе случайные возмущения рассматриваются как белый шум, оставаясь второ-

степенным объектом изучения. Из-за этого стохастический компонент выручки остается малоизученным, что не соответствует его важности. Если предприятие не готово к случайным колебаниям объемов сбыта, его способность к погашению текущих обязательств находится под угрозой.

Статистический анализ остатков модели становится более значимым, когда он служит способом изучения стохастических свойств выручки. На фондовом рынке непредсказуемость цен имеет фундаментальное значение. Чтобы объяснить этот феномен, понадобилась гипотеза эффективного рынка. Неопределенность выручки характеризует рынок товаров и услуг. На него нельзя механически перенести концепции, разработанные применительно к биржевым товарам. Идеал фондового рынка, на котором «цены обеспечивают точные сигналы для распределения ресурсов» [7, р. 383], не подходит к анализируемой ситуации, так как игнорирует объемы продаж¹. Помимо связи с планированием, неопределенность выручки ставит вопрос о справедливом вознаграждении. Если ее величина труднопредсказуема, как и цена акций, то насколько сильно зарплата сотрудников отдела сбыта должна зависеть от наблюдаемых результатов, чтобы они получали вознаграждение за свой вклад в увеличение объема продаж, а не за удачу.

Значительное количество теоретических и эмпирических знаний накоплено в отношении неопределенности финансовых рынков, где в моделях ценообразования широко применяется геометрическое броуновское движение и процессы Леви [4]. Нами будет показано, что модели на базе процессов с дисперсией, прямо пропорциональной времени (как у броуновского движения), недостаточно точно описывают стохастический компонент выручки. В теоретической части настоящей работы содержится отсылка к модели на основе геометрического реверсивного процесса, обладающей уникальной способностью моделировать дисперсию. Эмпирический анализ выручки осуществлялся путем тестирования справедливости статистических гипотез, следующих из этой модели. Похожий метод исследования применялся при изучении свойств остатка денежных средств на счетах предприятий [6], где проверялись статистические гипотезы, следующие из модели на базе процесса Бернулли [10].

Цель настоящего исследования – эмпирический анализ статистических свойств выручки. Решение этой задачи осуществляется путем тестирования математической модели выручки предприятия в условиях неопределенности спроса, построенной на основе геометрического реверсивного процесса.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Отправным пунктом настоящего исследования служит модель выручки предприятия, построенной с использованием геометрического реверсивного процесса [1]. Согласно этой модели, логарифм темпа роста выручки $\ln(S_{t+T}/S_t)$ характеризуется математическим ожиданием

$$E[\ln(S_{t+T}/S_t)] = \mu T - \frac{\sigma^2}{2\mu\nu} e^{-\mu\nu t} (1 - e^{-\mu\nu T}) \quad (1)$$

¹ Проблема объема на фондовом рынке более подробно разбирается в [2, с. 21].

и стандартным отклонением

$$\sigma_{T,t} = \sigma \sqrt{\frac{1}{2\mu\nu} \left[(1 - e^{-2\mu\nu t})(1 - e^{-\mu\nu T})^2 + (1 - e^{-2\mu\nu T}) \right]}, \quad (2)$$

где S_{t+T} и S_t – значения выручки в моменты времени $t+T$ и t (время в единицах года); μ , ν и σ – постоянные коэффициенты; $\sigma_{T,t}$ – стандартное отклонение стохастического процесса на промежутке времени от t до $t+T$.

Уравнения (1) и (2) описывают промежуток времени $[t, t+T]$, расположенный на расстоянии t от начала стохастического процесса, соответствующего началу бизнес-деятельности предприятия. Если после его открытия прошло много времени ($t \rightarrow \infty$) из этих уравнений следует, что анализируемая случайная величина описывается математическим ожиданием

$$E[\ln(S_{t+T} / S_t)] \cong \mu T \quad (3)$$

и стандартным отклонением

$$\sigma_T = \sigma_{T,\infty} \cong \sigma \sqrt{(1 - e^{-\mu\nu T})} / \mu\nu. \quad (4)$$

При $\sigma \rightarrow 0$ реверсивный стохастический процесс вырождается в детерминированную зависимость, описывающую тренд, около которого происходят случайные колебания моделируемого показателя. Параметр ν называется коэффициентом реверсии. Он отражает степень упорядоченности стохастического процесса. Чем больше ν , тем сильнее тенденция возвращения случайной величины на линию тренда после шока, вызванного действием непредвиденных факторов. Это приводит к уменьшению стандартного отклонения $\sigma_{T,t}$. Реверсивность отражает усилия менеджмента предприятия по упорядочиванию его бизнес-процессов.

Принимая во внимание (3) и (4), модель временного ряда логарифма темпа роста выручки предприятия с установившимися бизнес-процессами можно описать следующим уравнением

$$\ln\left(\frac{S_n}{S_{n-k}}\right) = \mu k \tau + \sigma \varepsilon_n \sqrt{\frac{1 - \exp(-\mu\nu k \tau)}{\mu\nu}}, \quad (5)$$

где S_n и S_{n-k} – выручка, сформированная в интервалы времени n и $(n-k)$; τ – длительность интервала формирования выручки; ε_n – n -я реализация нормально распределенного случайного числа с нулевым средним значением и единичной дисперсией.

Выручка формируется в течение интервала времени τ , что отличает ее от показателя, представленного одной ценой. Этот интервал задает уровень дискретизации временного ряда (5). Например, при $k=1$ и τ , равной кварталу, уравнение (5) описывает временной ряд логарифма квартального темпа роста квартальной выручки. Время в уравнениях (1) и (5) соотносится между собой следующим образом: $t = (n-k)\tau$, $T = k\tau$. Постоянные коэффициенты μ , ν и σ зависят от интервала формирования выручки. Из-за этого при одновременном рассмотрении разных интервалов формирования будут использованы обозначения с подстрочными индексами, отображающими эту зависимость (см. раздел 3.6. «Влияние корреляционных связей»).

Дисперсия временного ряда (5) равна дисперсии геометрического реверсивного процесса на промежутке времени T , задаваемом сравниваемыми значениями выручки. Принимая во внимание (4), получаем:

$$\sigma_T^2 = \frac{\sigma^2}{\mu\nu} (1 - e^{-\mu\nu T}), \quad (6)$$

где σ_T^2 – дисперсия временного ряда; $T = k\tau$ – время развития геометрического реверсивного процесса. При рассмотрении конкретной ситуации соответствующее время будет прямо указываться в индексе. Например, для квартальной дисперсии получаем $\sigma_{\text{кв}}^2$.

Дисперсии геометрического реверсивного процесса при нулевом коэффициенте реверсии и геометрического броуновского движения равны между собой и описываются уравнением

$$\sigma_T^2 = \sigma^2 \cdot T. \quad (7)$$

Сопоставление уравнений (6) и (7) показывает, что в отличие от геометрического броуновского движения, при $T \rightarrow \infty$ дисперсия геометрического реверсивного процесса ограничена значением $\frac{\sigma^2}{\mu\nu}$.

Чтобы проверить справедливость модели (5) проанализируем эмпирические временные ряды, построенные с использованием данных о выручке предприятий, существующих длительное время.

3. ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ

Протестируем модель (5) на временных рядах квартальной и годовой выручки семи предприятий (табл. 1). Критерий включения предприятия в выборку заключался в доступности его бухгалтерской отчетности за возможно больший период времени (2-й столбец). Сравнительно много эмпирических данных имеется в отношении квартальной выручки (3-й столбец). На величину этого показателя влияет сезонный фактор. При переходе к годовым значениям временные ряды становятся короче, однако влияние сезонности отсутствует. Статистические гипотезы рассматриваются на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Задача тестирования заключается в проверке модели на уровне отдельных предприятий, без распространения результатов на отрасли, которые они представляют. Расчеты выполнены с помощью Excel (графический материал, оценка основных числовых характеристик случайных величин), StatPlus (тесты на нормальность) и EViews (тесты на стационарность и автокорреляцию).

3.1. Сезонный фактор

Рассмотрим графически плотность распределения логарифма квартального темпа роста квартальной выручки ПАО «Гайский ГОК» (рис. 1). Предприятие занимается добычей и переработкой медно-колчеданных руд. Чтобы выделить вклад сезонных колебаний, используется диаграмма с накоплением. На ней показаны полигоны частот с привязкой к одному из четырех кварталов, расположенные в порядке возрастания средних значений.

Таблица 1
Проверка нормальности плотности распределения логарифма темпа роста (квартальная выручка, сезонный фактор исключен, уровень значимости $\alpha = 0,05$)

Предприятие	Период (годы)	Описательная статистика						Нормальность			
		Объем выборки**	Среднее, %	Стандартное отклонение, %	Асимметрия (Фишера)	Экссес (Фишера)	Критерий Колмогорова-Смирнова	Критерий Д'Агостино Асимметрия	Критерий Д'Агостино Экссес	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ПАО «Гайский ГОК»	2003–2017	55	3,7	10,5	-0,01	-0,33	Принята	Принята	Принята		
ПАО «ПБТФ»*	1999–2017	73	3,0	36,1	0,16	0,04	Принята	Принята	Принята		
ПАО «Аэрофлот»	1998–2016	73	4,5	13,2	-0,17	-0,98	Принята	Принята	Отклонена		
АО «Воркутауголь»	2005–2013	32	1,90	18,2	-0,22	-0,42	Принята	Принята	Принята		
ОАО «Сургутнефтегаз»	1998–2016	70	5,4	23,6	-0,04	2,68	Принята	Принята	Отклонена		
ПАО «РЖД»	2004–2016	48	1,9	5,1	-0,34	0,88	Принята	Принята	Принята		
АО «Учалинский ГОК»	1998–2011	52	7,8	16,7	0,94	1,40	Отклонена	Отклонена	Принята		

* ПАО «Преображенская база тралового флота».

** Объем выборки после исключения выбросов: ПАО «Аэрофлот» – опущено значение, равное 77 %, наблюдавшееся в IV квартале 1998 г., АО «Учалинский ГОК» – опущены два значения, равные 66 и – 64 %, наблюдавшиеся соответственно во II квартале 1998 г. и IV квартале 2000 г.

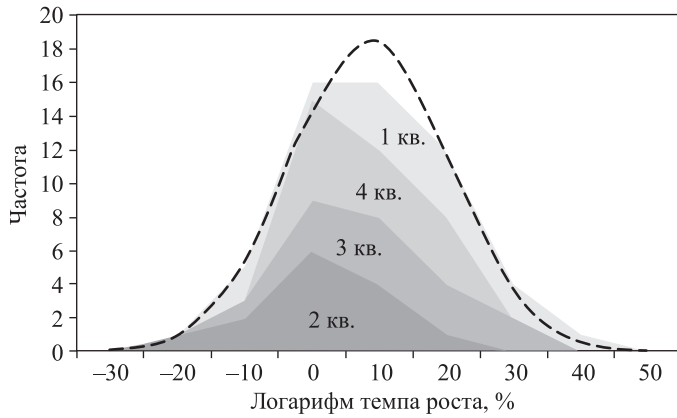


Рис. 1. Полигоны частот логарифма темпа роста квартальной выручки ПАО «Гайский ГОК».

Объем выборки – 55, среднее – 3,7 %, стандартное отклонение – 11,5 %, критерий χ^2 Пирсона на уровне значимости $\alpha = 0,05$ –9,49, наблюдаемое значение критерия χ^2 Пирсона – 0,96 (гипотеза о нормальности принимается), количество интервалов группирования равно 7 (определено по правилу Стерджеса)

Например, полигон второго квартала описывает рост выручки во втором квартале по отношению к первому. Пунктиром показан график частот, соответствующий нормальному распределению с такими же средним значением и стандартным отклонением, как у исходной выборки, не разбитой на кварталы. Результаты тестирования с применением критерия χ^2 Пирсона свидетельствуют о нормальности эмпирического распределения (рис. 1). Вклад сезонности можно оценить, сопоставив стандартные отклонения квартальной выручки до исключения сезонности ($\sigma_{\text{кв}} = 11,5 \%$, рис. 1) и после ($\sigma_{\text{кв}} = 10,5 \%$, табл. 1). Из-за того, что тестируемая модель не учитывает влияние сезонности при анализе квартальных временных рядов ее влияние будет исключаться путем введения фиктивных переменных.

3.2. Логнормальность плотности распределения

Согласно модели (5) плотность распределения логарифма темпа роста выручки должна соответствовать нормальному закону. На практике это условие соблюдается не в полной мере. Эмпирические данные свидетельствуют, что функция плотности некоторых предприятий обладает значительными коэффициентами асимметрии и эксцесса (табл. 1, 6-й и 7-й столбцы). Статистическая значимость таких отклонений подтверждается соответствующими тестами на нормальность (8–10-й столбцы). В отношении четырех из семи предприятий все примененные нами тесты свидетельствуют о нормальности анализируемых случайных величин. Непостоянство знака при аномальных значениях коэффициента эксцесса говорит о несистематическом характере отступления от нормальности. Таким образом итоги тестирования показывают, что плотность распределения темпа роста выручки предприятия подчиняется логнормальному закону или может быть им описана в качестве первого приближения.

3.3. Стационарность временного ряда

Другое условие, при выполнении которого можно говорить о соответствии модели (5) реальному процессу, заключается в стационарности временного ряда. Результаты применения расширенного теста Дики–Фуллера в отношении модели со свободным членом без тренда свидетельствуют, что анализируемые временные ряды не имеют единичного корня (табл. 2, 2-й и 3-й столбцы). Рассмотрим временной ряд логарифма квартального темпа роста квартальной выручки ПАО «Гайский ГОК» за период времени с 2003 по 2017 г. (рис. 2). Результаты t - и F -тестирования подтверждают гипотезы о равенстве среднего значения и дисперсии первой и второй частей временного ряда (табл. 2, строка ПАО «Гайский ГОК», 4–9-й столбцы). Стационарность сохраняется не во всех случаях. Из анализа выручки других предприятий следует, что в отличие от средних значений, волатильности двух из семи временных рядов нестационарные (4–6-й столбцы). Дисперсии логарифмов темпов роста выручки ПАО «РЖД» и АО «Учалинский ГОК» в первом периоде времени больше, чем во втором.

Таблица 2

Проверка стационарности временного ряда (квартальная выручка, сезонный фактор исключен, уровень значимости $\alpha = 0,05$)

Предприятие	Расширенный тест Дики–Фуллера ($DF_{кр} \geq -2,98$)		Двухвыборочный двусторонний F -тест для дисперсий*			Двухвыборочный двусторонний t -тест для среднего**		
	$DF_{факт}$	Единичный корень	$F_{кр}$	$F_{факт}$	Стационарность	$t_{кр}$	$t_{факт}$	Стационарность
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПАО «Гайский ГОК»	-8,18	Отсутствует	0,46	0,66	Принята	2,01	1,07	Принята
ПАО «ПБТФ»	-14,29	Отсутствует	1,96	1,50	Принята	1,99	0,001	Принята
ПАО «Аэрофлот»	-4,92	Отсутствует	0,51	0,83	Принята	1,99	-0,35	Принята
АО «Воркутауголь»	-4,68	Отсутствует	2,98	1,60	Принята	2,05	-1,07	Принята
ОАО «Сургутнефтегаз»	-12,01	Отсутствует	0,50	0,77	Принята	2,00	1,78	Принята
ПАО «РЖД»	-7,27	Отсутствует	2,31	2,69	Отклонена	2,02	0,72	Принята
АО «Учалинский ГОК»	-7,25	Отсутствует	2,23	2,79	Отклонена	2,02	1,19	Принята

* $F > 1$ указывает, что дисперсия первой половины ряда больше, чем второй, и наоборот.

** $t_{факт} > 0$ указывает, что среднее значение первой половины ряда больше, чем второй, и наоборот.

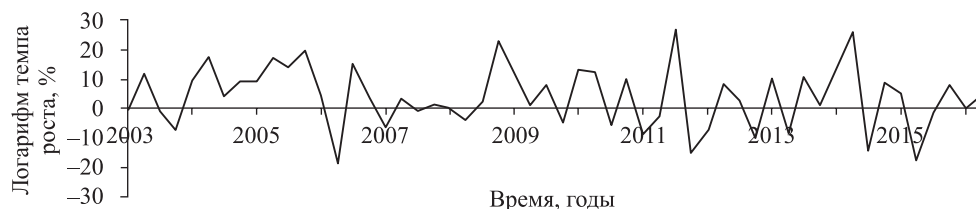


Рис. 2. Временной ряд логарифма темпа роста квартальной выручки ПАО «Гайский ГОК»

3.4. Статистическая независимость

Из модели (5) следует, что логарифмы темпа роста выручки статистически независимы. Проверим выполнение этого условия в отношении временного ряда, рассмотренного в предыдущем разделе, проанализировав его автокорреляционную функцию (рис. 3). Пунктирными линиями показана величина стандартного отклонения белого шума на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Из графика автокорреляционной функции следует, что за редким исключением она располагается в пределах, задаваемых величиной стандартного отклонения. Несмотря на то, что при некоторых значениях лага коэффициенты автокорреляции статистически более значимы, заключение об отсутствии статистической связи достаточно строгое, так как похожие отклонения встречаются при рассмотрении автокорреляционной функции временного ряда, полученного при моделировании белого шума. Этот вывод нельзя распространить на все предприятия. Применение критерия Дарбина–Уотсона позволило обнаружить отрицательную автокорреляцию в двух из семи рассмотренных случаев (табл. 3, 6-й столбец).

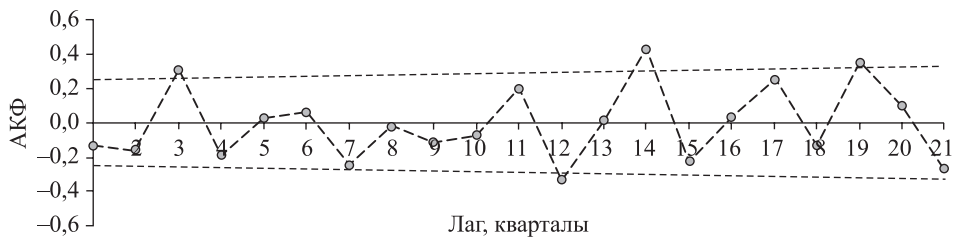


Рис. 3. Автокорреляционная функция (АКФ) логарифма темпа роста квартальной выручки ПАО «Гайский ГОК»

3.5. Траектории накопления дисперсии

В настоящем разделе рассматривается зависимость дисперсии от времени развития стохастического процесса, а не от календарного времени как при анализе стационарности. Согласно уравнениям (6) и (7), динамика накопления дисперсии логарифма темпа роста выручки чувствительна к виду стохастического процесса, лежащего в основе формирования показателя. Обратимся к эмпирическим данным, для чего рассмотрим дисперсию временных рядов, у которых промежуток времени между значениями выручки задается разным числом интервалов формирования (рис. 4). Ломаные линии показывают фактическую динамику накопления дисперсии логарифма темпа роста квартальной выручки. Для удобства сопоставления значения нормируются на величину годовой дисперсии $\sigma_{\text{год}}^2$. Заметны существенное отклонение эмпирических графиков от диагональной прямой, передающей дисперсию геометрического броуновского движения (у рассматриваемых предприятий этот эффект проявляется с разной силой) и их близость к теоретическим кривым реверсивного процесса. Значения коэффициента реверсии ν находились методом наименьших квадратов. Видно, что с увеличением реверсивности максимум дисперсии достигается быстрее. В табл. 4 даны значения стандартных отклонений, использованные при построении графиков, приведенных на рис. 4.

Таблица 3

Проверка автокорреляции первого порядка (уровень значимости $\alpha = 0,05$)*

Предприятие	Квартальная выручка (сезонный фактор исключен)						Годовая выручка**					
	d_n	$d_{\text{факт}}$	$4-d_b$	$4-d_n$	Автокорреляция	d_b	$d_{\text{факт}}$	$4-d_b$	$4-d_n$	Автокорреляция		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
ПАО «Гайский ГОК»	1,60	2,24	2,40	2,47	Отсутствует	<1,36	1,78	>2,64	>2,92	Отсутствует		
ПАО «ПБТФ»	1,65	2,97	2,35	2,41	Отрицательная	1,38	1,82	2,62	2,87	Отсутствует		
ПАО «Аэрофлот»	1,65	2,97	2,35	2,40	Отрицательная	1,38	2,28	2,62	2,87	Отсутствует		
АО «Воркутауголь»	1,50	1,73	2,50	2,63	Отсутствует	<1,36	2,52	>2,64	>2,92	Отсутствует		
ОАО «Сургутнефтегаз»	1,64	2,39	2,36	2,42	Не определено	1,38	1,58	2,62	2,87	Отсутствует		
ПАО «РЖД»	1,58	2,29	2,42	2,51	Отсутствует	<1,36	1,85	>2,64	>2,92	Отсутствует		
АО «Учалинский ГОК»	1,60	1,72	2,40	2,48	Отсутствует	1,38	1,88	2,62	2,87	Отсутствует		

* $d_n, d_b, d_{\text{факт}}$ – нижняя и верхняя границы, фактическое значение статистики Дарбина–Уотсона.

** Числа со знаками < и > показывают примерные границы статистики Дарбина–Уотсона для выборок с числом членов меньше 15.

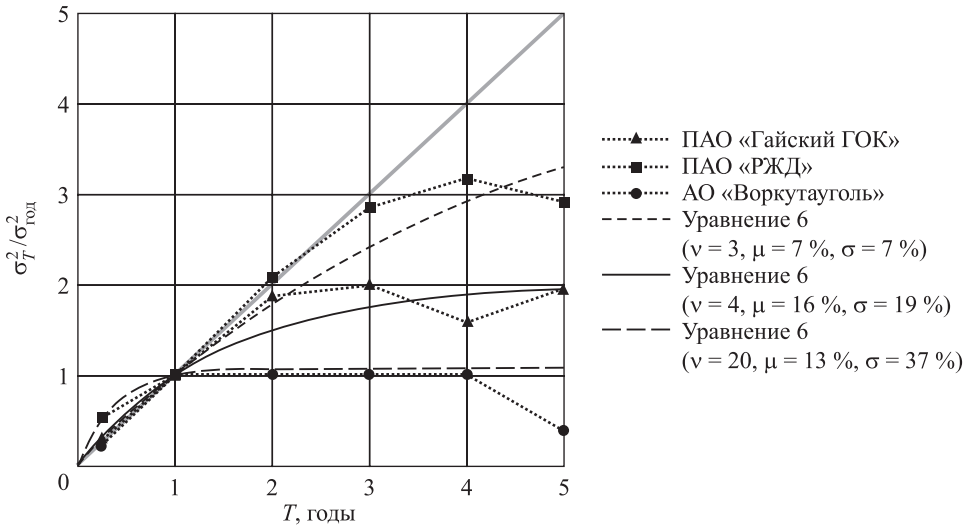


Рис. 4. Траектории накопления дисперсии

Таблица 4

Стандартное отклонение логарифма темпа роста в зависимости от времени, %
(квартальная выручка, сезонный фактор исключен)

Предприятие	Квартал	Полгода	9 месяцев	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
ПАО «Гайский ГОК»	11	14	16	19	26	27	24	26
ПАО «ПБТФ»	36	37	39	41	46	49	47	45
ПАО «Аэрофлот»	13	16	23	21	26	29	30	31
АО «Воркутауголь»	18	28	34	37	38	38	38	23
ОАО «Сургутнефтегаз»	24	27	32	36	42	43	50	51
ПАО «РЖД»	5,1	6,8	6,9	6,9	10	12	12	12
АО «Учалинский ГОК»	17	29	36	43	55	57	57	45

3.6. Влияние корреляционных связей

Формирование выручки предприятия происходит в течение некоторого интервала времени. Из-за того, что интервальность случайной величины не учитывается теоретической моделью, уравнение (6) носит приближенный характер. Проанализируем эту ситуацию путем сравнения волатильности двух временных рядов с различными интервалами формирования выручки. Согласно уравнению (6) соотношение стандартных отклонений двух рядов равно:

$$\sigma_{k_1, \tau_1} / \sigma_{k_2, \tau_2} = \sqrt{(1 - e^{-\mu \cdot v \cdot k_1 \cdot \tau_1}) / (1 - e^{-\mu \cdot v \cdot k_2 \cdot \tau_2})}, \quad (8)$$

где σ_{k_1, τ_1} и σ_{k_2, τ_2} – стандартные отклонения сравниваемых временных рядов; τ_1 и τ_2 – интервалы формирования выручки; k_1 и k_2 – количество промежуточных интервалов между значениями выручки. Цифровые индексы в составе обозначений указывают на их принадлежность к 1-му или 2-му временным рядам.

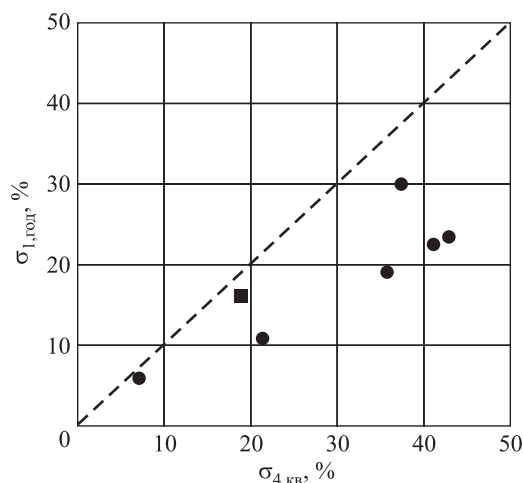


Рис. 5. Влияние корреляционных связей.

■ – данные ПАО «Гайский ГОК», ● – данные ПАО «ПБТФ», ПАО «Аэрофлот», АО «Воркутауголь», ОАО «Сургутнефтегаз», ПАО «РЖД», АО «Учалинский ГОК»

Сопоставим стандартные отклонения логарифмов годовых темпов роста выручки, рассчитанные с использованием годовых и квартальных значений показателя (рис. 5). В первом случае анализируется годовая выручка соседних годовых интервалов, во втором – квартальная выручка интервалов, разделенных четырьмя кварталами. В соответствии с уравнением (8), не учитывающим корреляционные связи, $\sigma_{1,год} = \sigma_{4,кв}$ (графически это соотношение показано с помощью диагональной прямой)². На практике из-за действия корреляционных связей $\sigma_{1,год} < \sigma_{4,кв}$ (эмпирическое соотношение показано точками). Результаты применения двухвыборочного F -теста для дисперсии показывают, что корреляционный эффект не всегда статистически значим (табл. 5). Вместе с тем при финансовом планировании целесообразно использовать результаты расчетов стандартных отклонений выручки с интервалами формирования, соответствующими уровням детализации планов.

Таблица 5

Стандартные отклонения логарифма годовых темпов роста квартальной и годовой выручки (уровень значимости $\alpha = 0,05$)

Предприятие	Выручка		Двухвыборочный F -тест для дисперсии (проверяемая гипотеза $H_0: \sigma_{1,год} = \sigma_{4,кв}$, конкурирующая гипотеза $H_1: \sigma_{1,год} < \sigma_{4,кв}$)
	Квартальная	Годовая	
ПАО «Гайский ГОК»	19	16	Дисперсии одинаковы
ПАО «ПБТФ»	41	23	Для годовой меньше, чем для квартальной
ПАО «Аэрофлот»	21	11	Для годовой меньше, чем для квартальной
АО «Воркутауголь»	37	30	Дисперсии одинаковы
ОАО «Сургутнефтегаз»	36	19	Для годовой меньше, чем для квартальной
ПАО «РЖД»	6,9	6,1	Дисперсии одинаковы
АО «Учалинский ГОК»	43	24	Для годовой меньше, чем для квартальной

² Здесь количество промежуточных интервалов и интервалы формирования выручки прямо указаны в индексах при обозначении стандартных отклонений.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

После знакомства с полученными результатами можно отметить следующее.

Во-первых, данные описательной статистики показывают, что стандартное отклонение логарифма темпа роста квартальной выручки в несколько раз больше среднего значения (см. табл. 1, 4-й и 5-й столбцы), что указывает на доминирование стохастического компонента над трендовым. Следовательно, при квартальном планировании амплитуда случайных колебаний более важный показатель по сравнению с ожидаемым значением.

Во-вторых, темп роста выручки приближенно описывается логнормальным законом (табл. 1, 8–10-й столбцы). Это распределение известно экономистам как следствие закона пропорционального роста. Например, распределение числа предприятий по величине выручки близко к логнормальному [11]³. В настоящей работе показано, что таким же образом можно описать выручку отдельного предприятия.

В-третьих, временные ряды логарифма темпа роста выручки многих предприятий стационарны (см. табл. 2, 2-й и 3-й столбцы). В отношении дисперсии этот вывод не так однозначен. У некоторых предприятий она снижалась с течением времени (табл. 2, 4–6-й столбцы). Если предположить, что в период 1998–2016 гг. экономика РФ двигалась от рецессии к стабилизации, то такую динамику дисперсии можно объяснить сменой стадии делового цикла и контрциклическим изменением уровня экономической неопределенности [5].

В-четвертых, автокорреляция логарифма темпа роста выручки в некоторых случаях оказалась статистически значимой и отрицательной (см. табл. 3, 2–6-й столбцы). Требуется дополнительное исследование причин возникновения этого эффекта. Например, отрицательная автокорреляция чистых денежных потоков предприятий была объяснена нестандартными платежами, когда за крупным поступлением следует сопоставимое по размеру списание [6]. Переход к годовой выручке приводит к исчезновению статистической связи (табл. 3, 7–11-й столбцы), подтверждая предположение о непредсказуемости объемов сбыта. Похожие результаты были получены в работе [9], позволившие сформулировать концепцию «беспорядочного роста» предприятий.

В-пятых, зависимость дисперсии от времени развития стохастического процесса у логарифма темпа роста квартальной выручки более слабая по сравнению с логарифмической доходностью финансовых активов (см. рис. 4). Эту особенность можно объяснить упорядоченностью бизнес-процессов предприятий.

В-шестых, поскольку объем эмпирических данных ограничен сроком жизни предприятия, исследуемые временные ряды были довольно короткими. По этой причине некоторые выводы, например заключение о логнормальной плотности распределения темпа роста выручки, можно оспаривать, допустив что соответствующая гипотеза была бы отклонена при увеличении размера выборки.

³ Первоисточник с формулировкой закона пропорционального роста [8].

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неопределенность спроса отражается на всех финансовых показателях предприятия, построенных на основе выручки, поэтому финансовое планирование с разделением детерминированной и случайной компонент сбыта (наравне с группировкой расходов на постоянные и переменные) должно стать обычным инструментом экономистов-практиков. Соответствующую методику можно разработать на основе математической модели выручки предприятия в условиях неопределенности спроса, протестированной в настоящей работе.

Литература

1. *Белых В.В.* Математическая модель выручки предприятия в условиях неопределенности спроса // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. № 1. С. 100–113. DOI: 10.31857/S042473880008560-5.
2. *Бухвалов А.В.* Асимметрия между инсайдерами и аутсайдерами: проблемы двойственности оценки активов компаний // Российский журнал менеджмента. 2008. Т. 6. № 4. С. 17–48.
3. *Тимофеев В.С., Колесникова А.Ю.* Прогнозирование продаж предприятия розничной торговли // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. № 3. С. 48–63.
4. *Ширяев А.Н.* Финансовые инновации в стохастической экономике // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. № 1. С. 87–94.
5. *Bloom N., Floetotto M., Jaimovich N., Saporta-Eksten I., Terry S.J.* Really Uncertain Business Cycles. NBER Working Papers. 2012. № 18245.
6. *Emery G.W.* Some empirical evidence on the properties of daily cash flow // Financial Management. 1981. Vol. 10. № 1. P. 21–28.
7. *Fama E.F.* Efficient capital markets: A review of theory and empirical work // Journal of Finance. 1970. Vol. 25. № 2. P. 383–417.
8. *Gibrat R.* Les Inegalite Economiques. Paris: Librairie du Recueil Sirey, 1931.
9. *Little I.M.D.* Higgledy piggedly growth. Oxford: Institute of Statistics, 1960.
10. *Miller M.H., Orr D.* A Model of the Demand for Money by Firms // The Quarterly Journal of Economics. 1966. Vol. 80. № 3. P. 413–435.
11. *Sutton J.* Gibrat's Legacy // Journal of Economic Literature. Vol. XXXV (March 1997). P. 40–59.

Bibliography

1. *Belyh V.V.* Matematicheskaja model' vyruchki predpriyatija v uslovijah neopredel'jonosti sprosa // Jekonomika i matematicheskie metody. 2020. T. 56. № 1. P. 100–113. DOI: 10.31857/S042473880008560-5.
2. *Buhvalov A.V.* Asimetrija mezhdju insajderami i autsajderami: problemy dvojstvennosti ocenki aktivov kompanij // Rossijskij zhurnal menedzhmenta. 2008. T. 6. № 4. P. 17–48.
3. *Timofeev V.S., Kolesnikova A.Ju.* Prognozirovanie prodazh predpriyatija roznichnoj trgovli // Jekonomika i matematicheskie metody. 2009. T. 45. № 3. P. 48–63.
4. *Shirjaev A.N.* Finansovye innovacii v stohasticheskoj jekonomike // Jekonomika i matematicheskie metody. 2009. T. 45. № 1. P. 87–94.
5. *Bloom N., Floetotto M., Jaimovich N., Saporta-Eksten I., Terry S.J.* Really Uncertain Business Cycles. NBER Working Papers. 2012. № 18245.
6. *Emery G.W.* Some empirical evidence on the properties of daily cash flow // Financial Management. 1981. Vol. 10. № 1. P. 21–28.

7. *Fama E.F.* Efficient capital markets: A review of theory and empirical work // *Journal of Finance*. 1970. Vol. 25. № 2. P. 383–417.
8. *Gibrat R.* *Les Inegalite Economiques*. Paris: Librairie du Recueil Sirey, 1931.
9. *Little I.M.D.* *Higgledy piggedly growth*. Oxford: Institute of Statistics, 1960.
10. *Miller M.H., Orr D.* A Model of the Demand for Money by Firms // *The Quarterly Journal of Economics*. 1966. Vol. 80. № 3. P. 413–435.
11. *Sutton J.* Gibrat's Legacy // *Journal of Economic Literature*. Vol. XXXV (March 1997). P. 40–59.