

УДК 330.4 JEL C02

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

**ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ МОНОПРОДУКТОВОГО БИЗНЕСА СЕРВИСНОГО ТИПА**

Попова Маргарита Игоревна  
ассистент  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар, Россия*

Статья затрагивает тему математического моделирования дискретных процессов, дальнейшая эволюция которых существенно определяется их состоянием на предыдущих этапах развития. В настоящей исследовательской работе проведено предварительное исследование временных рядов ежедневных объемов продаж разных марок бутилированной питьевой воды 19л. монопродуктовой сервисной торговой компании на основе статистических методов обработки данных выявлены тенденции и закономерности динамики временных рядов. Определена четырёхкритериальная оценка трендоустойчивости временных рядов на базе статистических показателей: вариации, асимметрии, эксцесса и показателя Херста. Разработан подход к кластеризации временных рядов по двум признакам: качественному («по производителю») и количественному («максимальной корреляционной связи»). Сформированы временные ряды данных согласно классификации и проведено их исследование на базе статистического анализа. Предложена классификация временных рядов на основе значения коэффициента эксцесса и его части «тяжелого хвоста», и как следствие временные ряды упорядочены согласно предложенной концепции

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ, СВЕРТОЧНЫЙ КРИТЕРИЙ, БУТИЛИРОВАННАЯ ВОДА, АССОРТИМЕНТ, МОНОПРОДУКТОВАЯ КОМПАНИЯ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-040> ‘

UDC 330.4 JEL C02

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

**A DECOMPOSITIONAL APPROACH TO THE STUDY OF TIME SERIES OF SALES VOLUMES OF A SINGLE-PRODUCT BUSINESS OF A SERVICE TYPE**

Popova Margarita Igorevna  
assistant  
*Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

The article touches on the topic of mathematical modeling of discrete processes, the further evolution of which is significantly determined by their state at previous stages of development. In this research, a preliminary study was conducted of the time series for daily sales volumes of various brands of 19-liter bottled drinking water. A single-product service company based on statistical data analysis methods identified trends and patterns in the dynamics of the time series. A four-criterion approach was used to assess the stability of the trend in time series, based on statistical indicators such as variation, asymmetry, kurtosis, and the Hearst index. An approach to clustering the time series was developed based on two criteria: qualitative (by manufacturer) and quantitative (maximum correlation). Data time series were formed according to this classification, and their analysis was conducted using statistical methods.. A classification of time series has been proposed based on the kurtosis coefficient value and its "heavy tail" component. As a result, time series have been ordered according to this proposed concept

Keywords: MATHEMATICAL METHODS, MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION, CONVOLUTIONAL CRITERION, BOTTLED WATER, ASSORTMENT, SINGLE-PRODUCT COMPANY

### **Введение.**

Бизнес - это сложная и многогранная деятельность, которая привлекает внимание многих ученых из различных областей знаний. Экономисты исследуют экономические аспекты бизнеса, включая вопросы производства, распределения ресурсов, ценообразования и конкуренции. Социологи анализируют социальные взаимодействия внутри организаций, изучают роль культуры и социальных норм в деловых отношениях. Психологи изучают мотивацию и поведение предпринимателей, а также методы управления персоналом. Антропологи интересуются культурными различиями в ведении бизнеса и их влиянием на глобальные экономические процессы. Маркетологи разрабатывают стратегии продвижения товаров и услуг, исследуя предпочтения потребителей и тенденции рынка. В целом, ученые разных специальностей стремятся понять механизмы функционирования бизнеса и предложить рекомендации для повышения его эффективности и устойчивости. Математические, статистические методы экономики позволяют не только проводить анализ данных, но и извлекать и понимать информацию, содержащуюся в них. Стандартная процедура статистического исследования экономических задач включает четыре последовательных шага от планирования сбора данных до проверки гипотез. Второй и третий шаги, такие как предварительный анализ данных и оценка полученных результатов этого анализа обычно достаточно редко освещаются исследователями. С нашей точки зрения именно второй этап формирования статистической информации, получаемой в процессе обработки и подготовки временных рядов данных позволяет получить предпрогнозную информацию об объекте исследования.

Анализ данных, обобщение и их описание, это те задачи, которые обычно решаются в процессе предварительного исследования [1-7]. Предварительное исследование направлено на предоставление

информации для дальнейшего формального анализа либо в виде проверки факта адекватности использования выбранных методов исследования, либо в виде корректировки плана исследования в случае, если выявлены структурные особенности данных, которые нельзя игнорировать. Качественно проведенное предварительное исследование позволяет обоснованно выделить метод дальнейшей обработки данных, обосновать и выбрать математический аппарат и инструментарий для исследования динамики и получения качественного прогноза. Вышеизложенные аспекты обосновывают актуальность предложенной исследовательской тематики и полученных результатов.

Отметим, что автором исследованы временные ряды ежедневных продаж девяти марок питьевой воды с целью выявить тенденции и закономерности в динамике основного показателя деятельности монопродуктовой торговой компании. Учитывая основной признак монопродуктовой торговли (торговля одним видом товара разных марок) предложен авторский подход к декомпозиции ВР объемов продаж. Правила кластеризации определены по качественным признакам и на основе статистической обработки данных, а именно на основе выявленных корреляционных связей.

### **Методология исследования**

Введем следующие обозначения:  $TS_1$  – «Ажек»,  $TS_2$  – «Кубай»,  $TS_3$  – «Архыз»,  $TS_4$  – «Mountain Kids»,  $TS_5$  – «Mountain Air»,  $TS_6$  – «Пилигрим»,  $TS_7$  – «Домбай»,  $TS_8$  – «Источник южных гор»,  $TS_9$  – «Жемчужина Кавказа».

Отметим, что, базируясь на методах и моделях нелинейной динамики, автор опирается на следующее утверждение [8]: последовательность значений временного ряда имеет значение с точки зрения влияния предыдущих значений на последующие, этот факт в свою очередь определяет, так называемую, глубину памяти временного ряда.

Такие статистические показатели, как математическое ожидание (среднее значение ряда), СКО (показатель изменчивости математического ожидания) являются характеристиками вспомогательными, но недостаточными для понимания динамики поведения временного ряда. Возможность экстраполяции процесса развития системы на основе знаний о поведении системы в прошлом позволит качественно оценить прогнозную информацию.

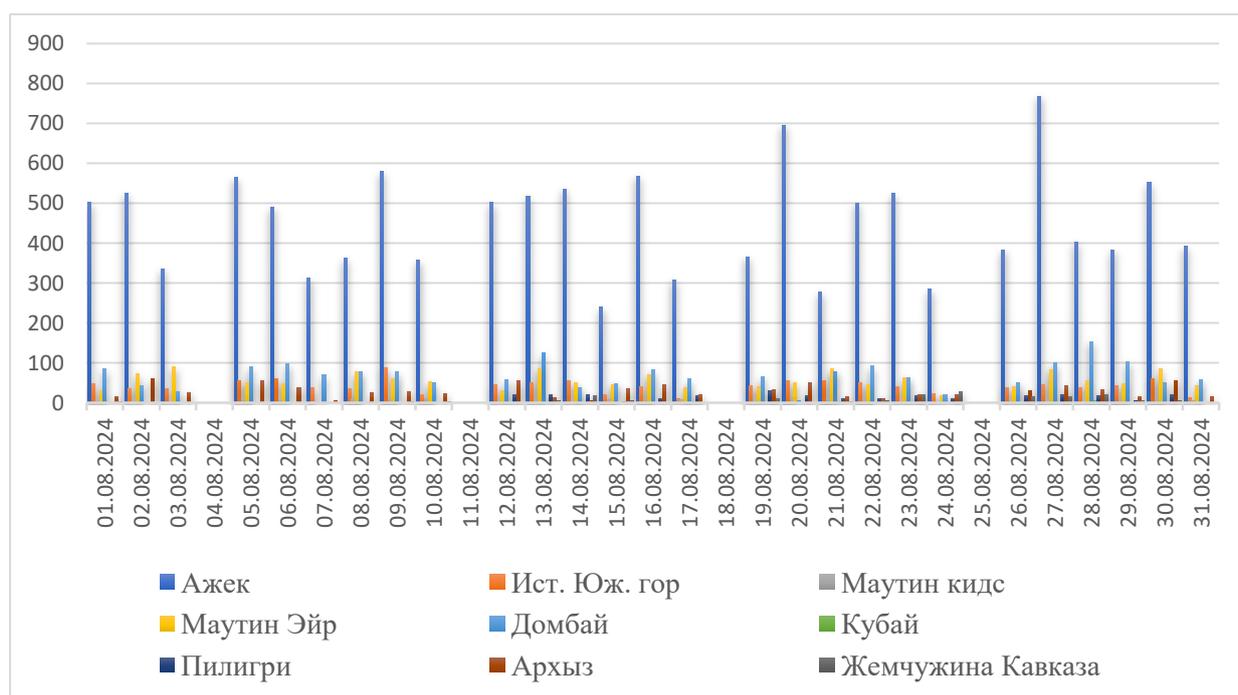


Рисунок 1 – Гистограмма ежедневного временного ряда объема продаж разных марок вод за период с 01.08.2024г. по 31.08.2024г.

На рисунке 1 представлен фрагмент ВР ежедневных продаж питьевой воды за один месяц. Визуализация этой гистограммы позволяет сделать вывод о лидерстве по объемам продаж марки «Ажек». Рисунок 2 демонстрирует значительный вклад (в среднем 50%) в ежедневные объемы продаж остальных марок ассортимента и, как следствие, можно считать, что 50% основного дохода компании обусловлено поддержкой достаточно широкого ассортиментного перечня. Выявленный факт направляет на

более тщательное изучение ВР данных по продажам как совокупного ассортимента, так и каждой отдельной составляющей этого перечня.

На основе визуализации гистограммы ежедневных временных рядов продаж девяти марок питьевой воды (Рисунок 1) примем предпрогнозную гипотезу, что статистические характеристики объемов продаж марок воды 19л.

значительно отличаются как по уровням значений временных рядов, так и по значениям основных статистических параметров этих временных рядов: коэффициент вариации ( $V$ ), асимметрии ( $A$ ) и эксцесса ( $E$ ) (показателя, характеризующего наличие или отсутствие «тяжелых хвостов»), показатель Херста ( $H$ ). Определим многокритериальную оценку трендоустойчивости временных рядов  $V_i, i = \overline{1,9}$  на базе перечисленных статистических показателей [9]. Отдельно отметим факт, что качество прогноза напрямую зависит от значений показателей трендоустойчивости и, соответственно, подбора математических методов и инструментальных средств.

В Таблице 1 представлены расчетные значения многокритериальной оценки трендоустойчивости временных рядов девяти марок питьевой воды.

Коэффициент корреляции, определяющий тесноту связи между объемами ежедневных продаж разных марок питьевой воды представлен в Таблице 2.

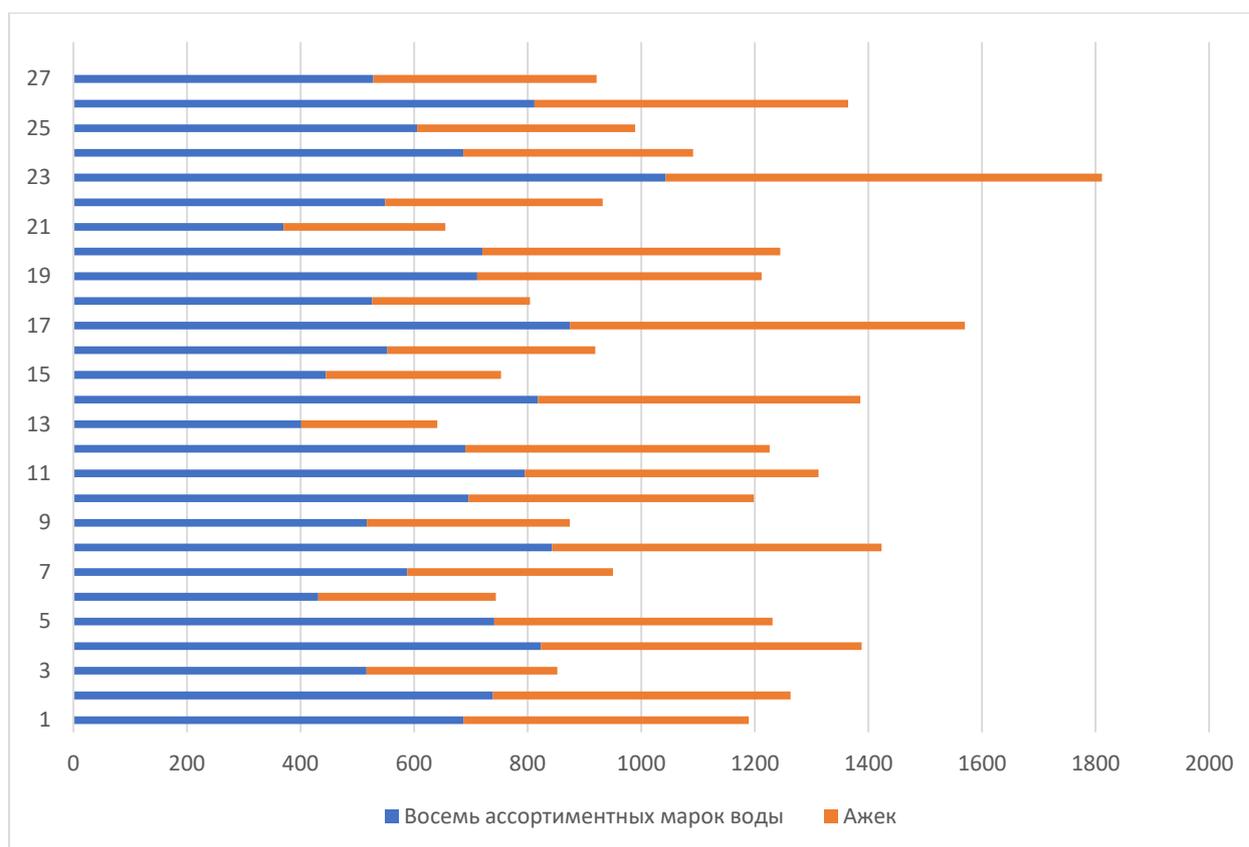


Рисунок 2 – Горизонтальная гистограмма соответствия ВР ежедневного объема продаж марки «АЖЕК» и суммарно восьми ассортиментных марок воды за период с 01.08.2024г. по 31.08.2024г.

Таблица 1. Значения многокритериальной оценки трендоустойчивости ВР объемов продаж марок бутилированной питьевой воды 19л.

Временной ряд ( $TS_i$ )	Показатель вариации ( $V_i$ )	Показатель асимметрии ( $A_i$ )	Показатель эксцесса ( $E_i$ )	Значение эксцесса за пределами «головой ВР» [ $M \pm 3\sigma$ ]	Показатель Херста
$TS_1$	0,48	0,85	3,48	0,742 (21%)	0,89
$TS_2$	1,27	2,04	9,48	8,07(85%)	0,89
$TS_3$	0,75	1,82	9,58	7,83(82%)	0,85
$TS_4$	0,91	3,32	23,76	22,65 (95%)	0,61
$TS_5$	0,58	0,67	3,19	0,75(24%)	0,85
$TS_6$	0,98	0,94	3,62	1,62(45%)	0,91
$TS_7$	0,69	1,03	3,80	1,67(44%)	0,86
$TS_8$	0,69	1,03	3,81	1,37(36%)	0,86
$TS_9$	0,74	0,94	3,78	2,045(54%)	0,90
$TS_{общ}$	0,40	0,63	3,11	0,44 (14%)	0,91

Таблица 2. Показатели корреляционной связи между временными рядами объемов продаж 9 марок бутилированной питьевой воды 19л.

	$TS_1$	$TS_2$	$TS_3$	$TS_4$	$TS_5$	$TS_6$	$TS_7$	$TS_8$	$TS_9$
$TS_1$	1,00								
$TS_2$	-0,29	1,00							
$TS_3$	<b>0,36</b>	-0,19	1,00						
$TS_4$	-0,01	<b>0,10</b>	0,09	1,00					
$TS_5$	<b>0,41</b>	-0,31	0,28	0,16	1,00				
$TS_6$	-0,29	<b>0,67</b>	-0,22	0,01	-0,42	1,00			
$TS_7$	<b>0,46</b>	-0,26	0,20	0,06	0,40	-0,24	1,00		
$TS_8$	<b>0,68</b>	-0,37	0,44	0,00	<b>0,52</b>	-0,35	<b>0,44</b>	1,00	
$TS_9$	0,01	<b>0,28</b>	0,14	-0,04	0,00	0,19	-0,12	0,01	1,00

На основе полученных данных построим 9-вершинный взвешенный граф. Значение коэффициента корреляции между ВР объемов продаж марок питьевой воды определяет вес ребер графа.

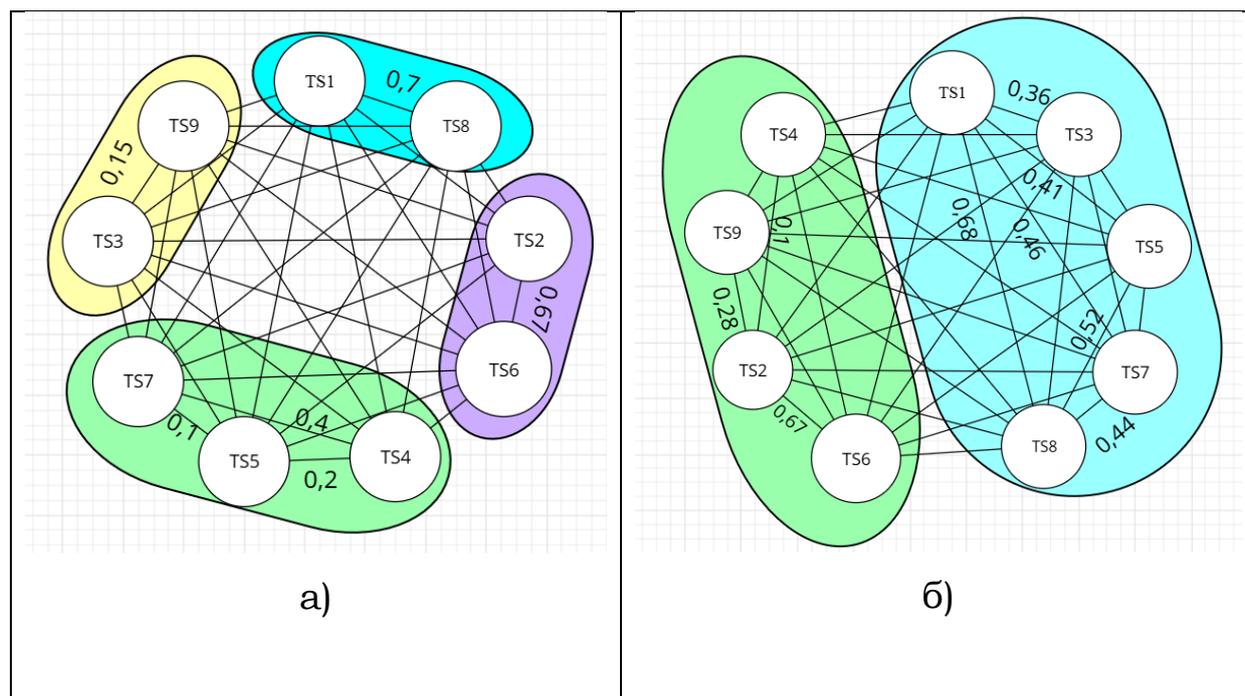


Рисунок 1– Полный 9-вершинный взвешенный граф  $G$  : а) декомпозиция ВР по признаку «производитель»; б) декомпозиция ВР по признаку «максимальной корреляционной связи».

Рынок НОД имеет сервисную основу, доставка воды в дома и офисы, это основной вид услуг, которые предлагают клиенту предприятия и организации этого рынка. Причем, учитывая клиентские предпочтения [10]

бутилированная питьевая вода для реализации населению поставляется из разных регионов не только края, но и страны. Автором предложено для дальнейшего исследования провести процедуру декомпозиции (кластеризации) ВР по двум признакам: во-первых, по признаку «производитель», во-вторых, по признаку «максимальной корреляционной связи».

Для наглядности визуализации построим 9-вершинный полный граф  $G = (TS, R)$ ,  $TS = \{TS_1, TS_2, \dots, TS_9\}$ , в котором каждая вершина соответствует определенной марке воды  $TS_i \in TS, i = \overline{1,9}$ . Каждой вершине взаимно-однозначно поставлен ВР определенной марки воды. Далее, в Таблице 2 представлен результат расчета коэффициента корреляции  $k_{ij}$  для каждой пары временных рядов, которые соответствуют вершинам  $TS_i, TS_j \in TS$ . Каждому ребру  $r = (TS_i, TS_j) \in R$  присваивается вес соответствующий коэффициенту корреляции  $w(r) = k_{ij}$ .

Если кластеризация по признаку «производитель» (Рисунок 1а)), соответствует правилу объединение в кластеры марок одного производителя, то кластеризация по «максимальному показателю корреляции (Рисунок 1б)) имеет следующий математический смысл: разобьем множество  $TS$  на подмножества  $TS_q, q = \overline{1,l}, |TS_q| \geq 2, 2 \leq l \leq 5$ , причем сумма весов ребер в кластере(подграфе)  $G_q = (TS_q, R_q)$ , образованных подмножествам  $TS_q$  стремиться к максимуму:

$$F = \sum_{q=1}^l \sum_{r \in R} w(r) \rightarrow \max$$

Следуя вышеописанному правилу кластеризации по признаку «максимальной корреляции» на рисунке 1б) выделены следующие подмножества:

$$K_1^{max} = \{TS_1, TS_3, TS_5, TS_7, TS_8\},$$

$$K_2^{max} = \{TS_2, TS_6, TS_4, TS_9\}.$$

Таблица 3– Значения многокритериальной оценки трендоустойчивости кластеров ВР по признаку «максимальной корреляционной связи»

Кластер ВР ( $K_q^{max}$ )	Показатель вариации ( $V_q^{max}$ )	Показатель асимметрии ( $A_q^{max}$ )	Показатель эксцесса ( $E_q^{max}$ )	Значение эксцесса за пределами «головы ВР» [ $M \pm 3\sigma$ ]	Показатель Херста ( $H_q^{max}$ )
$K_1^{max} = \{TS_1, TS_3, TS_5, TS_7, TS_8\}$	0,46	0,74	3,1	0,38 (12%)	0,92
$K_2^{max} = \{TS_2, TS_4, TS_6, TS_9\}$	0,75	1,08	4,61	2,81 (60 %)	0,85

Отдельно отметим, что на рисунке 1б) ребра, не обозначенные весами, имеют значение коэффициента корреляции либо незначительное, либо отрицательное. По признаку «производитель» выделены кластеры:  $K_1^p = \{TS_1, TS_8\}$ ,  $K_2^p = \{TS_4, TS_5, TS_7\}$ ,  $K_3^p = \{TS_2, TS_6\}$ ,  $K_4^p = \{TS_3, TS_9\}$ .

Таблица 4 – Значения многокритериальной оценки трендоустойчивости кластеров ВР по признаку «производитель»

Кластер ВР ( $K_q^p$ )	Показатель вариации ( $V_q^p$ )	Показатель асимметрии ( $A_q^p$ )	Показатель эксцесса ( $E_q^p$ )	Значение эксцесса за пределами «головы ВР» [ $M \pm 3\sigma$ ]	Показатель Херста ( $H_q^p$ )
$K_1^p = \{TS_1, TS_8\}$	0,505	0,833	3,431	0,664 (20%)	0,91
$K_2^p = \{TS_4, TS_5, TS_7\}$	0,51	0,73	3,39	0,99 (29 %)	0,88
$K_3^p = \{TS_2, TS_6\}$	1,004	1,14	4,67	2,83 (60%)	0,90
$K_4^p = \{TS_3, TS_9\}$	0,92	1,39	5,44	3,75(69%)	0,90

Для сравнительного анализа временных рядов по пяти статистическим рисковому показателям [1] многокритериальной оценки их трендоустойчивости, которые являются предпрогнозными характеристиками для как для базовых ВР, так и сформированных «кластерных» ВР автор предлагает шкалу классов оценки устойчивости (чем выше уровень, тем ниже устойчивость ВР ): первый, наиболее

устойчивый класс ВР определяет такой показатель как коэффициент вариации  $V_i \leq 0,15$ ; ко второму классу устойчивости отнесем ВР, эмпирическое распределение которых соответствует нормальному закону (все значения эмпирического распределения ВР находятся в пределах интервала  $[M - 3\sigma; M + 3\sigma]$ ); третий класс устойчивости характерен для ВР точки эмпирического распределения которых присутствуют за пределами интервала  $[M - 3\sigma; M + 3\sigma]$  в количественном измерении не более 40%, т.е. «тяжелый хвост» отсутствует; четвертый класс ВР - наиболее неустойчивый, к нему принадлежат ВР, имеющие «тяжелые хвосты».

### **Заключение**

Следуя предложенной выше классификации, отметим, что все ВР, исследуемые в настоящей работе, относятся либо к третьему, либо к четвертому классу устойчивости (Таблица 5, Таблица 6, Таблица 7).

Отдельно отметим, что ВР  $TS_{\text{общ}}$  относится к временным рядам, распределение которого подчиняется нормальному закону распределения, что в свою очередь свидетельствует о возможности применения классических прогнозных моделей для планирования деятельности бизнеса. Опираясь на портфельную теорию Г. Марковица [11,12], а в исследуемом автором монопродуктовом сервисном бизнесе «ассортиментный портфель» предлагается рассматривать как аналогию инвестиционного портфеля, моделирование риска и управление риском формирования «ассортиментного портфеля» в базовом варианте возможно в виде модели ценообразования на рынке капиталовложений (Capital Asset Pricing Model, CAPM), используя аппарат математической статистики.

Таблица 5. Временные ряды, принадлежащие к четвертому классу устойчивости

Временной ряд ( $TS_i$ )	Показатель эксцесса ( $E_i$ )	Значение эксцесса за пределами «головы ВР» [ $M \pm 3\sigma$ ]	Показатель Херста
$TS_2$	9,48	8,07(85%)	0,89
$TS_3$	9,58	7,83(82%)	0,85
$TS_4$	23,76	22,65 (95%)	0,61
$TS_6$	3,62	1,62(45%)	0,91
$TS_7$	3,80	1,67(44%)	0,86
$TS_8$	3,81	1,37(36%)	0,86
$TS_9$	3,78	2,045(54%)	0,90

Таблица 6. Временные ряды принадлежащие к третьему классу устойчивости

Временной ряд ( $TS_i$ )	Показатель эксцесса ( $E_i$ )	Значение эксцесса за пределами «головы ВР» [ $M \pm 3\sigma$ ]	Показатель Херста
$TS_1$	3,48	0,742 (21%)	0,89
$TS_5$	3,19	0,75(24%)	0,85
$TS_{общ}$	3,11	0,04 (1,4%)	0,91

Опираясь на полученные результаты и предпрогнозное исследование ВР ассортиментного портфеля, учитывая накопленный исследователями пятидесятилетний опыт моделирования динамических процессов, отражающих эволюцию развития экономической системы, который за этот период изменил установившееся ранее представление о так называемой линейной парадигме и показал практическую ценность нелинейной парадигмы (nonlinear science) в математическом моделировании, выявим иерархичность и высокую степень неопределенности в виде конкретных количественных характеристик, таких как показатель Херста и значение эксцесса за пределами «головы ВР», т.е. «тяжелый хвост» [1-3].

Таблица 7. Кластеры временных рядов, принадлежащие к четвертому классу устойчивости

Кластер ВР	Показатель эксцесса ( $E_q^{max}$ )	Значение эксцесса за пределами «головой ВР» $[M \pm 3\sigma]$	Показатель Херста ( $H_q^{max}$ )
$K_2^{max} = \{TS_2, TS_4, TS_6, TS_9\}$	4,61	2,81 (60 %)	0,85
$K_2^p = \{TS_4, TS_5, TS_7\}$	3,39	0,99 (29 %)	0,88
$K_3^p = \{TS_2, TS_6\}$	4,67	2,83 (60%)	0,90
$K_4^p = \{TS_3, TS_9\}$	5,44	3,75(69%)	0,90

Значение показателя Херста для всех выделенных ВР соответствует так называемому уровню «черного шума» ( $H \geq 0,75$ ), что подтверждает факт высокой трендоустойчивости динамики ВР и наличия так называемой «долговременной памяти». Только для одного ВР  $TS_4$  – «Mountain Kids» показатель Херста соответствует уровню «серого шума» ( $H \geq 0,61$ ), что также подтверждает факт достаточной трендоустойчивости этого ВР.

Таким образом, представленное в настоящей работе предпрогнозное исследование с целью выявления информации о качественных свойствах системы, в нашем случае деятельности монопродуктовой торговой компании представляет предварительное исследование, которое направлено на предоставление информации для дальнейшего формального анализа, разработки плана исследования, т.к. выявлены структурные особенности данных, которые нельзя игнорировать, обоснованного выбора метода дальнейшей обработки данных, математического аппарата и инструментария для исследования динамики и получения качественного прогноза для обеспечения допустимого уровня риска.

**Список использованных источников**

1. Перепелица, В. А. Математические модели и методы оценки рисков экономических, социальных и аграрных процессов / В. А. Перепелица, Е. В. Попова. – Ростов-на-Дону : Ростовский университет, 2002. – 210 с. – ISBN 5-9275-0032-3. – EDN OLTDTV.
2. Кумратова, А. М. Оценка и управление рисками: анализ временных рядов методами нелинейной динамики / А. М. Кумратова, Е. В. Попова. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 212 с. – ISBN 978-5-94672-786-0. – EDN SMCIVN.
3. Попова, Е. В. Математические модели и методы оценки рисков социально-экономических процессов : специальность 08.00.13 "Математические и инструментальные методы экономики" : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Попова Елена Витальевна. – Черкесск, 2002. – 240 с. – EDN NMMBXX.
4. Комплексная методика анализа экономических временных рядов методами нелинейной динамики / А. М. Кумратова, Е. В. Попова, Д. Н. Савинская, Н. С. Курносова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2015. – № 8(68). – С. 35-43. – DOI 10.17308/meps.2015.8/1292. – EDN VBBPVP.
5. Попова, Е. В. Становление и развитие индустрии продажи и доставки воды в России / Е. В. Попова, Д. Н. Савинская, М. И. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 1253-1265. – EDN TJAQFP.
6. Попова, Е. В. Моделирование управления запасами в дистрибьюторской предпринимательской деятельности / Е. В. Попова, Д. Н. Савинская // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 32. – С. 14-18. – EDN OJMWX.
7. Попова, Е. В. Информационные системы в экономике : методическое пособие для экономических специальностей / Е. В. Попова, К. А. Комиссарова. Том часть 1. – 2-е издание, переработанное. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 50 с. – EDN TAGEDR.
8. Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте. – Спб.: Питер, 2005. – 304 с.
9. Перепелица, В. А. Фрактальный анализ поведения природных временных рядов / В. А. Перепелица, Е. В. Попова // Современные аспекты экономики. – 2002. – № 9(22). – С. 185-200. – EDN WQITPT.
10. Попова, Е. В. Становление и развитие индустрии продажи и доставки воды в России / Е. В. Попова, Д. Н. Савинская, М. И. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 1253-1265. – EDN TJAQFP.
11. Markowitz H.M. Portfolio Selection, Journal of Finance 7, 1952.
12. Markowitz H.M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. - N.Y.: John Wiley and Sons. 1959.-129p.

**References**

1. Perepelicz, V. A. Matematicheskie modeli i metody` ocenki riskov e`konomicheskix, social`ny`x i agrarny`x processov / V. A. Perepelicz, E. V. Popova. – Rostov-na-Donu : Rostovskij universitet, 2002. – 210 s. – ISBN 5-9275-0032-3. – EDN OLTDTV.
2. Kumratova, A. M. Ocenka i upravlenie riskami: analiz vremenny`x ryadov metodami nelinejnoy dinamiki / A. M. Kumratova, E. V. Popova. – Krasnodar : Kubanskij

gosudarstvennyj agrarnyj universitet, Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2014. – 212 s. – ISBN 978-5-94672-786-0. – EDN SMCIVN.

3. Popova, E. V. Matematicheskie modeli i metody ocenki riskov socialno-ekonomicheskix processov : specialnost' 08.00.13 "Matematicheskie i instrumentalnye metody ekonomiki" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora ekonomicheskix nauk / Popova Elena Vital'evna. – Cherkessk, 2002. – 240 s. – EDN NMMBXX.

4. Kompleksnaya metodika analiza ekonomicheskix vremennyx ryadov metodami nelinejnoj dinamiki / A. M. Kumratova, E. V. Popova, D. N. Savinskaya, N. S. Kurnosova // Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya. – 2015. – № 8(68). – S. 35-43. – DOI 10.17308/meps.2015.8/1292. – EDN VBBPVP.

5. Popova, E. V. Stanovlenie i razvitie industrii prodazhi i dostavki vody v Rossii / E. V. Popova, D. N. Savinskaya, M. I. Popova // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 89. – S. 1253-1265. – EDN TJAQFP.

6. Popova, E. V. Modelirovanie upravleniya zapasami v distributorskoj predprinimatel'skoj deyatel'nosti / E. V. Popova, D. N. Savinskaya // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 32. – S. 14-18. – EDN OJMWX.

7. Popova, E. V. Informacionnye sistemy v ekonomike : metodicheskoe posobie dlya ekonomicheskix specialnostej / E. V. Popova, K. A. Komissarova. Tom chast' 1. – 2-e izdanie, pererabotannoe. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2014. – 50 s. – EDN TAGEDR.

8. Krichevskij M.L. Intellektualnye metody v menedzhmente. – Spb.: Piter, 2005. – 304 s.

9. Perepelicz, V. A. Fraktalnyj analiz povedeniya prirodnyx vremennyx ryadov / V. A. Perepelicz, E. V. Popova // Sovremennye aspekty ekonomiki. – 2002. – № 9(22). – S. 185-200. – EDN WQITPT.

10. Popova, E. V. Stanovlenie i razvitie industrii prodazhi i dostavki vody v Rossii / E. V. Popova, D. N. Savinskaya, M. I. Popova // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 89. – S. 1253-1265. – EDN TJAQFP.

11. Markowitz H.M. Portfolio Selection, Journal of Finance 7, 1952.

12. Markowitz H.M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. -N.Y.: John Wiley and Sons. 1959.-129p.