

УДК 330.4 JEL C02

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

КАТЕГОРИЗАЦИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ В УСЛОВИЯХ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ С ОБШИРНЫМ АССОРТИМЕНТОМ

Панина Ульяна Евгеньевна

Ассистент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар, Россия

В работе представлены итоги проведенного анализа и систематизации по статистическим параметрам группы временных рядов, отражающих динамику объемов реализации в розничной сети, специализирующейся на канцелярской продукции. Разработанный для анализа монопродуктового бизнеса методологический подход адаптирован к комплексному сценарию узкоспециализированной розничной торговли с обширным товарным ассортиментом. На основании ежемесячных данных, охватывающих период с 2021 по 2025 годы и включающих 78 товарных категорий, осуществлена многофакторная оценка трендоустойчивости временных рядов продаж на основе коэффициента вариации, асимметрии и эксцесса. Сформированы временные ряды данных в соответствии с разработанной классификацией, и проведен их углубленный анализ посредством статистических методов. Предложена система классификации временных рядов, основанная на совокупности статистических индикаторов, что позволило систематизировать временные ряды в соответствии с предложенной концепцией. Полученные результаты создают основу для выбора оптимальных методов дальнейшей обработки данных с целью решения задач прогнозирования и эффективного управления ассортиментной матрицей.

Ключевые слова: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, КАНЦТОВАРЫ, ТРЕНДОУСТОЙЧИВОСТЬ, ЭКСЦЕСС, «ТЯЖЕЛЫЙ ХВОСТ», УПРАВЛЕНИЕ АССОРТИМЕНТОМ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-034>

UDC 330.4 JEL C02

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

CATEGORIZATION OF TIME SERIES OF SALES VOLUMES IN A LARGE-PRODUCT RETAIL ENVIRONMENT

Panina Ulyana Evgenievna

assistant

Kuban State Agrarian University named after I.T.Trubilin, Krasnodar, Russia

This study presents the results of an analysis and systematization of a group of time series reflecting sales volume dynamics in a retail chain specializing in office supplies using statistical parameters. The methodological approach developed for the analysis of a single-product business is adapted to the complex scenario of a highly specialized retail trade with a wide product range. Using monthly data spanning the period from 2021 to 2025 and encompassing 78 product categories, a multivariate assessment of the trend stability of sales time series was conducted using the coefficient of variation, asymmetry, kurtosis. Time series data were generated in accordance with the developed classification and analyzed in-depth using statistical methods. A time series classification system based on a set of statistical indicators is proposed, enabling the time series to be systematized in accordance with the proposed concept. The obtained results form the basis for selecting optimal methods for further data processing in order to solve forecasting problems and effectively manage the product range matrix

Keywords: STATISTICAL ANALYSIS, TIME SERIES, OFFICE SUPPLIES, TREND STABILITY, KURTOSIS, HEAVY TAIL, ASSORTMENT MANAGEMENT

Введение

В условиях высокой неопределённости рыночной среды и усложнения ассортиментной структуры торгово-сервисных компаний возрастает роль количественных методов анализа динамики выручки, ориентированных не только на описание средних тенденций, но и на выявление скрытых рисков во временных рядах [1]. Особенно актуальна эта задача для узкоспециализированных ритейлеров с широким ассортиментом, чья выручка складывается из продаж множества товарных категорий, различающихся по уровню спроса, цикличности и устойчивости динамики. Традиционные методы анализа временных рядов, основанные на оценке математического ожидания и дисперсии, оказываются недостаточными для выявления глубинных свойств экономической динамики, таких как наличие долговременной памяти, асимметрии распределений и «тяжёлых хвостов», отражающих повышенный уровень рискованности. В этой связи особый интерес представляют методы нелинейной динамики и многокритериальные подходы, позволяющие провести предпрогнозный анализ исследуемых процессов [6].

В работах Поповой М.И., посвященных анализу временных рядов... предложен декомпозиционный подход, основанный на многокритериальной оценке трендоустойчивости временных рядов с использованием статистических показателей вариации, асимметрии, эксцесса и показателя Херста [7]. Данный подход показал свою эффективность при исследовании ассортимента однородной продукции и позволил выявить иерархию устойчивости динамики продаж.

В то же время возможность применения указанной методики к анализу временных рядов выручки компаний с широким ассортиментным перечнем остаётся недостаточно исследованной. Отличительной особенностью таких компаний является высокая неоднородность

временных рядов, обусловленная различиями в структуре спроса, ценовых характеристиках и сезонных эффектах по отдельным товарным группам.

Целью исследования является адаптация и апробация многокритериального подхода к оценке трендоустойчивости временных рядов для розничной сети с широким ассортиментом, а также разработка на этой основе классификации товарных категорий для повышения эффективности управления ассортиментом и выбора методов прогнозирования.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

Провести сравнительный анализ статистических характеристик (вариации, асимметрии, эксцесса) временных рядов месячной выручки по 78 товарным категориям.

1. Адаптировать методику многокритериальной оценки трендоустойчивости для многопродуктового формата, обосновав выбор пороговых значений для классификации.

2. Выполнить классификацию товарных групп на стабильные, умеренно волатильные и высокорисковые на основе предложенных критериев.

3. Проанализировать корреляционные связи между товарными категориями для выявления эффектов кросс-продаж.

4. Сформулировать рекомендации по выбору методов прогнозирования для каждого класса устойчивости.

Объект и данные исследования

Объектом исследования в настоящей работе является деятельность узкоспециализированной компании, формирующей выручку по нескольким товарным группам. В качестве исходной информации использованы временные ряды месячных объемов выручки с января 2021

года по декабрь 2025 года, сформированные по каждой товарной группе на основе данных из управленческой системы учета компании. Каждый временной ряд представляет собой последовательность значений выручки, упорядоченных во времени с фиксированным шагом, равным одному календарному месяцу. Длина временных рядов варьируется в зависимости от товарной группы, что обусловлено различиями в периоде присутствия продуктов в ассортименте и изменениями ассортиментной политики компании [3]. Для формализации анализа каждому временному ряду месячной выручки товарной категории присвоим условное обозначение [8], указанное в таблице 1.

Таблица 1- Условное обозначение категорий товаров.

	Категория		
T_1	Альбом для монет и фотографий	T_{41}	Настольные наборы
T_2	Альбомы для рисования	T_{42}	Новогодние товары
T_3	Архивные папки и коробка	T_{43}	Ножницы, ножи канцелярские
T_4	Банковское оборудование, корзины, клейкие ленты	T_{44}	Обложки
T_5	Батарейки, аккумуляторы	T_{45}	Пакеты подарочные
T_6	Бейджи, ежедневники	T_{46}	Папка 2-4 кольца
T_7	Блокноты, тетради А4	T_{47}	Папка файловая КТ
T_8	Бланки, Грамоты	T_{48}	Папки тканевые, портфели
T_9	Блокноты	T_{49}	Пеналы
T_{10}	Бумага белая премиум класса	T_{50}	Пластилин, инструменты для лепки
T_{11}	Бумага гофрированная креповая	T_{51}	Подставки для книг
T_{12}	Бумага для записи	T_{52}	Полиграфия
T_{13}	Бумага офисная белая	T_{53}	Посуда одноразовая
T_{14}	Бумага цветная форматная	T_{54}	Продукты кофе чай
T_{15}	Ватман, миллиметровка, крафт, калька	T_{55}	Разделитель, пленка для ламинирования
T_{16}	Всё для переплёта	T_{56}	Ранцы, рюкзаки
T_{17}	Глобусы, карты	T_{57}	Раскраски, книги, наклейки
T_{18}	Готовальни, линейки, треугольники	T_{58}	Регистратор, скоросшиватели пластиковые и картонные
T_{19}	Дневники школьные	T_{59}	Ручки
T_{20}	Дырокол, степлер, антистеплер	T_{60}	Скетчбук, маркеры для скетчбука
T_{21}	Закладки	T_{61}	Скрепки, кнопки, булавки
T_{22}	Знаки пожарной безопасности	T_{62}	Счетные материалы
T_{23}	Игрушки, сувениры, брелки	T_{63}	Творчество
T_{24}	Калькуляторы	T_{64}	Тетрадь общая 36-120 л
T_{25}	Карандаши, грифели, точилки	T_{65}	Тетрадь предметная
T_{26}	Картриджи, принтеры, телефоны	T_{66}	Тетрадь школьная 12-24 л
T_{27}	Карты игральные	T_{67}	Техника офисная домашняя
T_{28}	Клей и клеевые пистолеты, расходники	T_{68}	Торговое оборудование
T_{29}	Кожгалантерея	T_{69}	Флаги, ленты, шары
T_{30}	Конверты бумажные, пластиковые	T_{70}	Флеш-карты, диски
T_{31}	Конверты, открытки	T_{71}	Фломастеры
T_{32}	Краски, кисти	T_{72}	Фотобумага, самоклеящаяся
T_{33}	Кресла, стулья	T_{73}	Хозтовары
T_{34}	Лотки горизонтальные, вертикальные	T_{74}	Цветная бумага, картон
T_{35}	Лупа	T_{75}	Ценник, этикетки
T_{36}	Магниты, магнитные доски	T_{76}	Чековая лента
T_{37}	Маркеры, текстовыделитель	T_{77}	Штемпельная продукция
T_{38}	Медицина	T_{78}	Электротовары
T_{39}	Мел белый, цветной, восковой		
T_{40}	Наборы карандашей цветных		

Для целей корректного статистического анализа временные ряды упорядочены по времени. В зависимости от длины наблюдений временные ряды классифицированы на короткие, ограниченные и полные, что позволило учесть ограничения применимости отдельных статистических показателей при дальнейшем анализе. Анализируемые временные ряды рассматриваются как реализация дискретных экономических процессов, эволюция которых в значительной степени определяется их предыдущими состояниями [5].

Методология исследования

Предпрогнозный анализ временных рядов месячной выручки товарных групп основано на многокритериальной оценке их трендоустойчивости, включающей совокупность статистических показателей, характеризующих как уровень вариабельности данных, так и форму эмпирического распределения и свойства временной зависимости.

Пусть $\{X_t\}_{t=1}^n$ — временной ряд месячной выручки отдельной товарной группы, где n — количество наблюдений [4].

В качестве первого критерия используется коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma}{M}, (1)$$

где M — среднее значение временного ряда, σ — среднеквадратическое отклонение.

Коэффициент вариации позволяет оценить относительный уровень изменчивости выручки и служит базовой характеристикой устойчивости временного ряда. Для анализа формы эмпирического распределения используются коэффициенты асимметрии A и эксцесса E , определяемые стандартным образом [4,5]. Дополнительно вводится показатель доли значений, выходящих за пределы интервала $[M \pm 3\sigma]$ (далее «доля выбросов»), который интерпретируется как количественная оценка вклада «тяжёлых хвостов» эмпирического распределения временного ряда.

Данный показатель рассчитывается как отношение количества наблюдений, меньших $M - 3\sigma$ или больших $M + 3\sigma$, к общему числу наблюдений n , выраженное в процентах. Данный показатель позволяет оценить уровень волатильности выручки и выявить временные ряды с повышенной вероятностью экстремальных значений.

Следует отметить, что применение $[M \pm 3\sigma]$ на предварительном этапе имеет существенные ограничения. Нулевое значение доли наблюдений за пределами данного интервала не всегда свидетельствует об абсолютной устойчивости. В ряде случаев это может указывать на несоответствие эмпирического распределения нормальному закону в сочетании с недостаточной длиной временного ряда, что делает оценку дисперсии σ неустойчивой к единичным, но значимым всплескам. Кроме того, «нулевые хвосты» могут наблюдаться при высокой волатильности внутри выборки, когда расширенный разброс значений "растягивает" интервал, формально включая экстремумы в допустимые границы, либо при наличии долговременной памяти, где экстремальные события имеют накопительный, а не мгновенный эффект. Таким образом, нулевое значение по данному критерию является основанием для перехода к альтернативным методам выявления аномалий, таким как анализ межквартильного размаха (метод Тьюки) или изучение приростов цепных индексов, что особенно актуально для коротких и умеренно устойчивых рядов.

Анализ динамики месячной выручки товарных групп

На рисунке 1 представлена динамика суммарной месячной выручки, рассчитанной по всем товарным категориям компании. Значения временного ряда отражают агрегированный объем продаж, сформированный как сумма месячной выручки по всем товарным группам, и характеризуют общую динамику экономической деятельности компании в рассматриваемый период.

Рисунок 1 — Динамика суммарной месячной выручки товарных групп компании.



Визуализация агрегированного временного ряда позволяет выявить общий характер изменения объемов продаж, наличие трендовой составляющей, а также сезонных и нерегулярных колебаний совокупной выручки. Наблюдаемые периоды роста и снижения отражают влияние как макроэкономических факторов, так и изменений в структуре спроса по отдельным товарным категориям.

Анализ суммарной динамики выручки служит отправной точкой для последующего декомпозиционного исследования, в рамках которого совокупный временной ряд рассматривается как результат наложения разнородных процессов, соответствующих отдельным товарным группам. Несмотря на относительную сглаженность агрегированного временного ряда, можно предположить наличие существенной неоднородности динамики продаж на уровне отдельных товарных категорий.

Выявленные особенности суммарной динамики выручки позволяют сформулировать предпрогнозную гипотезу о значимых различиях статистических характеристик временных рядов товарных групп, включая уровень вариабельности, форму распределения и степень

трендоустойчивости, что обосновывает целесообразность дальнейшего детального анализа ассортимента компании.

Результаты исследования

На основе предпрогнозной гипотезы, сформированной в результате визуального анализа временных рядов месячной выручки товарных групп (рисунок 1), выполнена многокритериальная оценка трендоустойчивости временных рядов. Для этого рассчитаны коэффициент вариации, коэффициенты асимметрии и эксцесса, доля вклада экстремальных наблюдений в общую изменчивость $[M \pm 3\sigma]$.

Таблица 2 — Результаты многокритериальной оценки трендоустойчивости временных рядов месячной выручки отдельных товарных групп.

Категория товаров	Показатель вариации (V)	Показатель асимметрии (A)	Показатель эксцесса (E)	Доля наблюдений за пределами $[M \pm 3\sigma]$, %
T_1	2,2	3,27	10,74	4,88%
T_2	1,05	1,76	2,88	1,71%
T_3	1,69	2,78	9,44	1,47%
T_4	1,23	2,43	6,83	2,94%
T_5	1,16	2,73	10,72	2%
T_6	2,28	8,02	79,37	1,18%
T_7	1,6	4,68	26,52	1,89%
T_8	1,46	3,78	22,85	1,5%
T_9	1,51	5,36	41,54	0,81%
T_{10}	0,56	0,52	0,95	0%
T_{11}	1,17	2,63	7,76	2,7%
T_{12}	1,04	2,59	10,57	1,98%
T_{13}	1,45	6,31	63,85	0,85%
T_{14}	1,36	3,41	14,77	3,19%
T_{15}	0,53	-0,15	-0,75	0%
T_{16}	1,69	4,4	23,43	2,04%
T_{17}	0,54	0,22	-1,68	0%
T_{18}	6,07	12,02	146,39	0,66%
T_{19}	1,61	3,61	15,09	3,12%
T_{20}	1,26	3,95	22,53	1,44%
T_{21}	0,85	1,23	0,46	0%
T_{22}	0,9	0,66	-0,15	0%
T_{23}	2,11	3,75	16,05	3,26%
T_{24}	1,47	5,09	30,44	1,9%
T_{25}	1,79	5,96	45,55	1,36%

T_{26}	2,97	6,97	51,69	1,64%
T_{27}	0,25	-0,42	1,35	0%
T_{28}	1,3	4,39	31,41	1,46%
T_{29}	1,6	3,18	12,34	2,56%
T_{30}	1,12	2,05	4,42	1,72%
T_{31}	1,39	3,22	15,78	1,42%
T_{32}	1,3	2,93	11,53	2,83%
T_{33}	1,09	1,95	4,27	2,42%
T_{34}	1,08	3,44	14,83	2,17%
T_{35}	0,97	2,76	8,4	4,55%
T_{36}	1,39	2,34	5,72	1,85%
T_{37}	1,15	2,01	4,5	2,44%
T_{38}	2,38	5	28,34	2,47%
T_{39}	1,1	3,25	12,96	4,05%
T_{40}	2	4,69	26,38	2,35%
T_{41}	1,47	3,35	13,28	1,79%
T_{42}	1,55	2,37	5,69	0%
T_{43}	1,14	2,23	5,23	3,33%
T_{44}	1,88	3,8	17,13	2,04%
T_{45}	3,59	5,41	30,93	2,53%
T_{46}	1,19	2,2	4,12	3,85%
T_{47}	1,38	3,4	14,08	2,86%
T_{48}	0,88	1,89	4,35	4,17%
T_{49}	2,36	7,35	57,88	1,47%
T_{50}	1,65	3	9,26	4%
T_{51}	1,43	2,88	9,45	5,88%
T_{52}	1,98	2,22	4,94	0%
T_{53}	1,15	2,51	8,77	1,75%
T_{54}	1,02	1,68	3,22	1,83%
T_{55}	0,9	1,48	1,8	1,69%
T_{56}	0,78	2,44	7,73	3,45%
T_{57}	1,65	3,1	10,28	4,48%
T_{58}	1,08	2,16	5,71	2,82%
T_{59}	1,2	3,01	11,18	2,87%
T_{60}	3,15	4,59	21,54	4,35%
T_{61}	1,15	2,42	7,72	2,54%
T_{62}	0,71	0,33	-2,67	0%
T_{63}	2,63	5,88	38,17	2,31%
T_{64}	2,12	6,54	52,06	0,99%
T_{65}	1,15	2,29	5,78	3,45%
T_{66}	1,79	3	9,23	3,06%
T_{67}	2,06	4,5	28,13	1,37%
T_{68}	1,33	2,25	5,59	2,13%
T_{69}	1,02	2,14	6,25	1,87%
T_{70}	1,09	2,14	5,02	2,74%
T_{71}	1,77	5,23	31,9	1,96%
T_{72}	1,51	2,52	5,83	3,85%
T_{73}	1,03	1,76	3,71	1,58%

T_{74}	1,37	2,57	6,96	3,26%
T_{75}	1,41	1,87	3,1	2,27%
T_{76}	1,85	3,56	13,46	3,85%
T_{77}	1,09	1,86	3,59	2,5%
T_{78}	1,99	4,43	25,58	1,63%

В таблице 2 представлены расчетные значения указанных статистических показателей для временных рядов месячной выручки выбранных товарных групп. Анализ полученных результатов подтверждает существенные различия между временными рядами как по уровню относительной изменчивости, так и по форме эмпирических распределений и степени временной зависимости.

Обращает на себя внимание группа товарных категорий, по которым значение доли экстремальных наблюдений составило 0,00%. Данный результат нельзя однозначно интерпретировать как полное отсутствие выбросов и риск-событий. Проведенный содержательный анализ показывает, что нулевая доля хвостов в ряде случаев обусловлена эффектом сглаживания: единичные, но значительные по величине всплески выручки оказались «поглощены» высокой общей вариацией ряда. Расчёт σ на длинном горизонте включил эти всплески в себя, расширив коридор до такой степени, что повторные аналогичные выбросы формально перестали идентифицироваться как аномалия.

Альтернативным объяснением, требующим дальнейшей верификации, является гипотеза о нелинейном характере распределения. Для рядов с коэффициентом эксцесса $E > 0$ (островершинное распределение), но нулевыми хвостами, характерно наличие «тяжелых» наблюдений не в виде далеких выбросов, а в виде концентрации значений вблизи границ интервала. В таких случаях целесообразно снижение порога чувствительности, например, до $[M \pm 2\sigma]$, либо применение робастных оценок масштаба (например, на основе медианного абсолютного отклонения)

В соответствии с методологией, предложенной в работе [7], многокритериальная оценка трендоустойчивости включает показатель Херста, характеризующий глубину памяти временного ряда. Однако применение данного показателя требует достаточно длинных временных рядов (рекомендуемая длина – не менее 100 наблюдений [2, 8]). В настоящем исследовании максимальная длина ряда составляет 60 месяцев (период 2021–2025 гг.), а для 29 категорий (37,2%) длина ряда менее 50 наблюдений, что делает оценку показателя Херста статистически ненадежной. В связи с этим показатель Херста исключён из дальнейшего анализа, и классификация строится исключительно на коэффициенте вариации, асимметрии, эксцесса и доли экстремальных наблюдений за пределами интервала $[M \pm 3\sigma]$.

На основе комплексного анализа коэффициента вариации, эксцесса и доли экстремальных наблюдений предложена группировка товарных категорий по уровню стабильности и предсказуемости динамики выручки. Значение $V < 0,8$ соответствует относительно низкой изменчивости, когда среднее квадратическое отклонение составляет менее 80% от среднего [4]. Это позволяет отнести такие ряды к категории «стабильные», так как разброс значений не превышает средний уровень более чем на 80%. Граница $V = 2$ выбрана как индикатор «высокорисковых» рядов, поскольку изменчивость более 200% указывает на крайне нестабильный спрос, характерный для товаров с неравномерными, «всплесковыми» продажами. Для нормального распределения $E = 0$. Значение $E < 1$ свидетельствует о распределении, близком к нормальному, и позволяет применять классические статистические методы [4]. Эксцесс в пределах от 1 до 10 указывает на наличие умеренных пиков (островершинности), что характерно для товаров с выраженными, но регулярными сезонными колебаниями. Значение $E > 10$ сигнализирует о наличии «тяжелых

хвостов» и высокой концентрации значений вокруг среднего с редкими, но резкими выбросами, что присуще высокорисковым категориям.

Наличие даже 5% наблюдений за пределами интервала $[M \pm 3\sigma]$ является существенным [7], так как для нормально распределенных данных вероятность попадания за эти границы составляет всего 0,3%. Превышение этого порога однозначно указывает на аномальность динамики и требует особых методов прогнозирования. Предложенные границы позволяют дифференцировать товарные группы по степени устойчивости, выделив три класса (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация товарных групп по уровню устойчивости.

Класс устойчивости	Характеристика	Количество категорий
Стабильные	$V < 0,8$ $E < 1$ доля выбросов = 0%; распределение близко к нормальному	8
Умеренно волатильные	$0,8 \leq V \leq 2$ $1 \leq E \leq 10$ доля выбросов < 5%; возможны умеренные асимметрия и пики	41
Высокорисковые	$V > 2$ или $E > 10$ или доля выбросов $\geq 5\%$; ярко выраженные «тяжёлые хвосты» и всплески	29

В класс стабильных вошли товары с низкой вариацией, близким к нормальному распределением и отсутствием статистических выбросов. Это преимущественно категории с равномерным спросом (канцелярские мелочи, некоторые виды бумаги). Для них применимы простые методы прогнозирования (например, экспоненциальное сглаживание). Умеренно

волатильные категории составляют основу ассортимента (более половины). Они характеризуются средней изменчивостью, наличием отдельных пиков продаж, но в целом динамика поддаётся моделированию с учётом сезонности и тренда. Высокорисковые категории требуют особого внимания. Сюда попали товары с очень высокой вариацией (готовальни, пакеты подарочные, техника), либо с экстремально высоким эксцессом (бейджи, пеналы, фломастеры), либо с долей выбросов более 5% (лупа, подставки для книг). Для таких рядов необходимы адаптивные, робастные методы прогнозирования, а также резервирование страховых запасов.

Предложенная классификация позволяет дифференцированно подходить к выбору моделей прогнозирования и управлению товарными запасами, опираясь на объективные статистические характеристики временных рядов.

Помимо расчета статистических показателей, важным аспектом исследования выступает изучение взаимосвязей между отдельными товарными категориями. Установление корреляционных связей позволяет выявить возможные синергетические эффекты, снизить издержки на управлении ассортиментом и повысить точность прогнозирования объемов продаж. Корреляционный анализ проводился на основе вычисления коэффициента линейной корреляции Пирсона между временными рядами месячной выручки товарных групп. Для этого были построены парные корреляционные матрицы, отражающие степень тесноты и направления связи между каждым набором временных рядов.

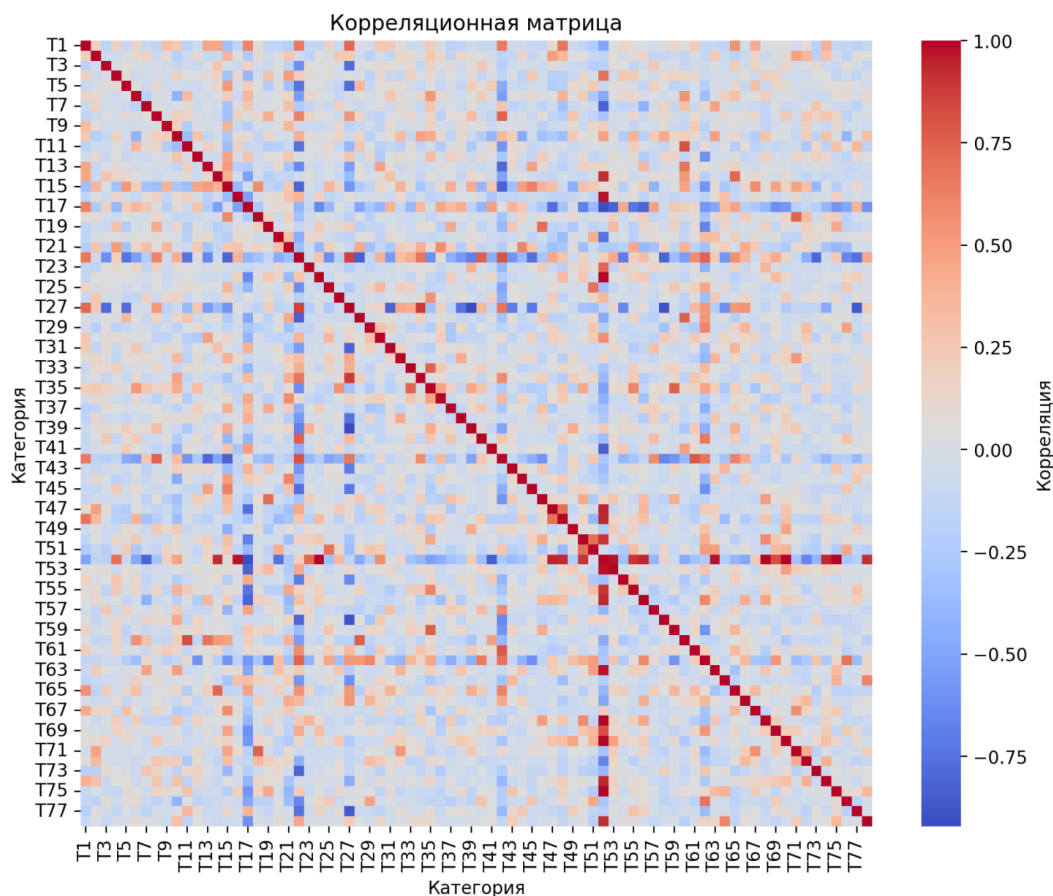


Рисунок 2 – Корреляционная матрица (коэффициент линейной корреляции Пирсона) для временных рядов выручки 78 товарных категорий.

При анализе получены следующие ключевые выводы:

- Высококоррелирующими оказались товарные группы, относящиеся к одной тематике или потребительскому сегменту, что подчеркивает эффект кросс-продаж и совместных покупок.
- Между товарами из разных сегментов корреляция оказалась значительно ниже, что подтверждает автономность влияния рыночных условий на отдельные товарные категории.
- Низкий уровень корреляции среди низкотрендоустойчивых товарных групп свидетельствует о большей непредсказуемости их динамики относительно остальных категорий.

Заключение

В работе выполнена адаптация и апробация многокритериального подхода к оценке трендоустойчивости временных рядов в условиях многопродуктовой торговой деятельности на примере розничной сети канцелярских товаров. На основе статистического анализа временных рядов месячной выручки 78 товарных категорий проведено предпрогнозное исследование их динамики с использованием коэффициента вариации, показателей асимметрии и эксцесса, доли экстремальных наблюдений.

Полученные результаты подтверждают применимость методологии, ранее использованной для монопродуктовых организаций [7], к анализу существенно более сложной и неоднородной многопродуктовой структуры. Установлено, что 10,3% товарных категорий относятся к стабильным (низкая вариация, отсутствие выбросов), 52,5% – к умеренно волатильным (средняя изменчивость, отдельные пики), а 37,2% – к высокорисковым, характеризующимся повышенной вариацией, «тяжёлыми хвостами» распределений и высокой вероятностью экстремальных отклонений. Полученная классификация может быть использована при выборе методов прогнозирования: для стабильных категорий целесообразно применение классических моделей (например, экспоненциальное сглаживание), для умеренно волатильных – моделей, учитывающих сезонность и тренд, для высокорисковых – адаптивных и робастных методов, а также резервирования страховых запасов.

Агрегация данных в контексте данного исследования представляет собой процесс суммирования ежедневных транзакций до уровня месячной категории. С одной стороны, это позволило сгладить случайные флуктуации и выявить общий тренд. С другой стороны, высокая степень агрегации привела к потере информации о краткосрочных пиках спроса (например, «школьные базары» длятся 2-3 недели, что при месячном

усреднении воспринимается моделью как плавный рост, а не как экстремальное событие).

Дезагрегация (детализация) данных, напротив, предполагает переход на более низкий уровень иерархии временных рядов — с месячных на недельные или подневные интервалы. Такой переход позволит решить выявленные в работе проблемы: корректировка нулевых хвостов, выявление скрытых корреляций.

Ограничением проведённого исследования является использование агрегированных месячных данных, что не позволяет в полной мере учесть внутригодовую и краткосрочную динамику спроса. В дальнейшем представляется целесообразным расширение анализа за счёт использования данных с меньшим временным шагом, а также сопоставление полученной классификации с результатами прогнозирования, основанного на различных математических моделях для отдельных классов трендоустойчивости.

Список использованных источников

1. 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: VBVPVP
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. Панина, У. Е. ABC/XYZ-анализ как способ анализа товарооборота розничного предприятия / У. Е. Панина, Е. В. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 207. – С. 162-173. – DOI 10.21515/1990-4665-207-013. – EDN AZMDHF.
4. 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
5. 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

6. Попова, Е. В. Применение методов многокритериальной оптимизации для повышения эффективности управления запасами / Е. В. Попова, У. Е. Панина // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 531-533. – EDN PWSVJY.

7. Попова, М. И. Декомпозиционный подход к исследованию временных рядов объемов продаж монопродуктового бизнеса сервисного типа / М. И. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 203. – С. 440-453. – EDN LMGRWV.

8. Попова, М. И. Математические методы многокритериальной оптимизации для принятия решения по отбору объектов таможенного контроля после выпуска товаров / М. И. Попова, Е. А. Таран, Н. А. Вилкова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2024. – № 3(171). – С. 24-36. – DOI 10.17308/meps/2078-9017/2024/3/24-36. – EDN CWCCRY.

References

1. Kompleksnaja metodika analiza jekonomicheskikh vremennyh rjadov metodami nelinejnoj dinamiki / A. M. Kumratova, E. V. Popova, D. N. Savinskaja, N. S. Kurnosova // Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija. - 2015. - № 8(68). - S. 35-43. DOI: 10.17308/meps.2015.8/1292 EDN: VBBPVP

2. Kumratova, A. M. Ocenka i upravlenie riskami: analiz vremennyh rjadov metodami nelinejnoj 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. Panina, U. E. ABC/XYZ-analiz kak sposob analiza tovarooborota rozničnogo predprijatija / U. E. Panina, E. V. Popova // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – № 207. – S. 162-173. – DOI 10.21515/1990-4665-207-013. – EDN AZMDHF.

4. Perepelica, V. A. Matematicheskie modeli i metody ocenki riskov jekonomicheskikh, social'nyh i agrarnyh processov / V. A. Perepelica, E. V. Popova. - Rostov-na-Donu: Rostovskij universitet, 2002. - 210 s. ISBN: 5-9275-0032-3 EDN: OLTTTV

5. Popova, E. V. Matematicheskie modeli i metody ocenki riskov social'no-jekonomicheskikh processov: special'nost' 08.00.13 "Matematicheskie i instrumental'nye metody jekonomiki": dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora jekonomicheskikh nauk / Popova Elena Vital'evna. - Cherkessk, 2002. - 240 s. EDN: NMMBXX

6. Popova, E. V. Primenenie metodov mnogokriterial'noj optimizacii dlja povyshenija jeffektivnosti upravlenija zapasami / E. V. Popova, U. E. Panina // Sbornik statej po materialam ezhegodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2024 god : Sbornik trudov konferencii, Krasnodar, 05 fevralja 2025 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina, 2025. – С. 531-533. – EDN PWSVJY.

7. Popova, M. I. Dekompozicionnyj podhod k issledovaniju vremennyh rjadov ob#emov prodazh monoproduktovogo biznesa servisnogo tipa / M. I. Popova // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 203. – S. 440-453. – EDN LMGRWV.

8. Popova, M. I. Matematicheskie metody mnogokriterial'noj optimizacii dlja prinjatija reshenija po otboru ob#ektov tamozhennogo kontrolja posle vypuska tovarov / M. I. Popova, E. A. Taran, N. A. Vilkova // Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija. – 2024. – № 3(171). – S. 24-36. – DOI 10.17308/meps/2078-9017/2024/3/24-36. – EDN CWCCRY.