

**ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТА
ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

С.Б. Лапшинов, Я.Э. Жукова, С.Н. Сперанский, М.Б. Ермолаев

Сергей Борисович Лапшинов*

Ивановский государственный университет

г. Иваново, Россия. 153025, Ивановская область, г. Иваново, ул. Ермака, д. 39

E-mail: lapshinov1974@yandex.ru*

Яна Эрнестовна Жукова, Сергей Николаевич Сперанский

Ивановский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова,

г. Иваново, Россия. 153025, Ивановская область, г. Иваново, ул. Дзержинского, 53

E-mail: zhukovayana77@gmail.com, spira1971@mail.ru

Ермолаев Михаил Борисович

Ивановский государственный химико-технологический университет,

г. Иваново, Россия. 153000, Ивановская область, г. Иваново, пр. Шереметевский, д. 7.

E-mail: ermol_mb@mail.ru

В настоящей статье рассмотрены вопросы оптимизации ассортимента торгового предприятия методами кластерного анализа. Исследуются различные варианты параметров кластеризации, включающие показатели эффективности продаж: валовые (выручка и торговая наценка) и удельные (выручка с единицы торговой площади, наценка с единицы торговой площади и оборачиваемость). На основе полученных результатов даются рекомендации по изменению номенклатуры ассортиментной матрицы торгового предприятия.

Ключевые слова: ассортимент торгового предприятия, товарная матрица, статистические подходы к анализу данных, кластерный анализ, параметры кластеризации, методы кластерного анализа, выручка, торговая наценка, оборачиваемость, удельные показатели эффективности продаж

**APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS FOR OPTIMIZING THE ASSORTMENT
OF A TRADING ENTERPRISE**

S.B. Lapshinov, Ya.E. Zhukova, S.N. Speransky, M.B. Ermolaev

Sergey Borisovich Lapshinov*

Ivanovo State University

Ivanovo, Russia. 153025, Ivanovo Region, Ivanovo, Yermaka St., 39

E-mail: lapshinov1974@yandex.ru*

Yana Ernestovna Zhukova, Sergey Nikolaevich Speransky

Ivanovo Branch of the Plekhanov Russian University of Economics,

Ivanovo, Russia, 153025, Ivanovo Region, Ivanovo, Dzerzhinsky St., 53

E-mail: zhukovayana77@gmail.com, spira1971@mail.ru

Mikhail Borisovich Ermolaev

Ivanovo State University of Chemistry and Technology,

Ivanovo, Russia. 153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetevsky ave., 7

E-mail: ermol_mb@mail.ru

This article examines the optimization of a retail enterprise's product range using cluster analysis methods. Various clustering parameters are explored, including sales performance indicators: gross (revenue and trade margin) and specific (revenue per unit of retail space, markup per unit of retail space, and turnover). Based on the results, recommendations are provided for modifying the retail enterprise's product matrix.

Keywords: assortment of a trading enterprise, product matrix, statistical approaches to data analysis, cluster analysis, clustering parameters, cluster analysis methods, revenue, trade margin, turnover, specific sales performance indicators

Для цитирования:

Лапшинов С.Б., Жукова Я.Э., Сперанский С.Н., Ермолаев М.Б. Применение кластерного анализа для оптимизации ассортимента торгового предприятия. *Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение*. 2026. № 2. С. 46-51. DOI: 10.6060/snt.20268602.05

For citation:

Lapshinov S.B., Zhukova Ya.E., Speransky S.N., Ermolaev M.B. Application of cluster analysis to optimize the assortment of a retail enterprise. *Modern high technology. Regional application*. 2026. N 2. P. 46-51. DOI: 10.6060/snt.20268602.05

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время объемы информации, связанной с объектами управления, весьма значительны и имеют тенденцию непрерывного увеличения. В связи с этим возникает потребность разработки и использования специальных методов моделирования в системах поддержки принятия решений. Особое место среди таких методов занимает интеллектуальный анализ данных, включающий технологии, которые в отличие от классического анализа, позволяют решать задачи, связанные с обобщениями, ассоциированием и поиском закономерностей.

В данной работе рассматривается задача группировки объектов управления в сфере розничной торговли, а именно номенклатуры товаров из ассортиментной матрицы по схожести их отдельных экономических показателей. Основным инструментом решения рассматриваемой задачи выступает кластерный анализ. Результаты исследования планируется использовать в качестве модели для разработки системы поддержки принятия решений по оптимизации ассортимента розничного магазина.

При стагнации продаж в большинстве направлений розничной торговли на первый план выходят задачи по повышению их эффективности, то есть основное внимание направляется на оптимизацию затрат. При оценке целесообразности нахождения в товарной матрице конкретной товарной позиции, менеджеру необходимо решить сложную многокритериальную задачу. Так оценка продаж конкретной товарной позиции может про-

водиться одновременно по абсолютным показателям, отражающим экономический эффект – фактической выручке, валовой торговой наценке, площади торгового зала, занимаемого данным ассортиментом как основной статье затрат, а также по относительным показателям – выручке и торговой наценке, отнесенных к единице данной площади. Кроме этого, необходимо в качестве параметра оценки использовать показатели длительности оборотного цикла, либо оборачиваемости. Таким образом, необходимость одновременно учета множества факторов для анализа экономических показателей нескольких тысяч объектов управления, возникает необходимость в использовании статистических методов оценки, основанных на математических алгоритмах. Одним из таких решений видится в использовании кластерного анализа для группировки объектов одновременно по нескольким показателям (критериям). Основным преимуществом кластеризации по сравнению с традиционным АВС-анализом, является, во-первых, возможность одновременного и совместного применения четырех и более параметров оцениваемого объекта управления. Во-вторых, кластеризация как метод позволяет уйти от формального деления всего множества значений показателя на равные значения, таких как, например, метод разбиения множества на квартили с шагом 25%. При таком «квартильном» подходе, всегда получается деление всего множества на очень условные подмножества, не отвечающие на вопрос: почему 25%, а не 26% или 24%. Тем самым принадлежность к той или иной группе определяется по сути экспертным путем, и не все-

гда последний элемент первого множества статистически значимо отличается от первого элемента последующего множества.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования используется товарная матрица розничного магазина, состоящая из товарных позиций, имеющих физический остаток, и занимающая определенный размер площади торгового зала. При этом, товарная матрица товарной категории может быть представлена разным количеством товарных позиций. В качестве метода группировки объектов управления по схожести отдельных экономических показателей используется метод кластерного анализа.

Кластеризация, по своей сути, – это группировка объектов (наблюдений, событий) на основе данных (свойств), описывающих сущность объектов. Кластерный анализ позволяет на основе математических алгоритмов выявить статистически значимое отличие одного объекта управления от другого и обосновать его принадлежность к данной группе.

В своих предыдущих работах, мы уже рассматривали метод кластерного анализа как способ группировки товаров из ассортиментного поля магазина по отдельным показателям продаж [1-3].

Каждая товарная категория имеет свои финансово-экономические характеристики. При проектировании ассортимента розничного магазина, товарные категории стандартизируются в виде товарных блоков – стандартного набора позиций для представления в конкретной торговой точке. При проектировании товарных блоков используется принцип вложенности – блок меньшего размера полностью входит в состав блока большего размера. Чем выше номер блока, тем большее количество товарных позиций данной категории туда входит. Размер блока зависит от рыночного потенциала товарной категории на конкретной локации – спроса и конкурентного окружения. Оценка экономической эффективности конкретного блока проводится через мониторинг его показателей ежемесячно [4].

При попадании товарного блока в соответствующий кластер, проверяется его фактическое соответствие с тем, что есть по плану. При несоответствии фактических и плановых показателей в течение трех месяцев подряд, система выдает рекомендацию по изменению размера товарного блока – на фактическое значение, согласно попадания в соответствующий кластер. В качестве независимых переменных для оценки экономической эффективности, выбираем следующие показатели:

- полученная торговая наценка за исследуемый период;
- маржинальность продаж как отношение торговой наценки к выручке;
- количество чеков данной товарной категории;
- размер среднего чека в розничных ценах в данной категории.

Важным фактором выбора показателей является их независимость и исключение эффекта мультиколлинеарности – наличие линейной зависимости между объясняющими переменными [3].

Данные показатели не имеют корреляционной зависимости друг к другу. С целью исключения сезонных влияний, период оценки рассматриваем равным скользящему году. Для проведения кластерного анализа, выделяем количество кластеров, равное количеству товарных блоков для конкретной товарной категории [5].

По результатам деятельности торгового предприятия, осуществляется ежемесячный мониторинг показателей и проводится интеллектуальный статистический анализ данных продаж по всем вышеназванным параметрам. Для кластерного анализа необходимо предварительно стандартизовать данные. Для этого из каждого наблюдения вычитается среднее значение и разность делится на стандартное отклонение. Определяются средние значения и их доверительные интервалы, на основе которых формируются кластеры с товарными блоками, наиболее похожими друг на друга.

Для решения задач кластеризации используется «Statistica» – программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией StatSoft. В качестве непосредственного метода кластеризации применялся метод k-средних. При этом выбор оптимального числа кластеров осуществлялся на основе результатов дисперсионного анализа. При пошаговом увеличении числа кластеров процесс останавливался на шаге, при котором все p-значения при параметрах кластеризации становились меньше заданного уровня значимости 0,01.

В результате мониторинга по заданным критериям отбора и методом кластеризации получаем семейство кластеров, содержащих товарные категории с товарными блоками с однотипным экономическим поведением в динамике [6].

Результаты данного исследования были использованы в 2023 г. для управления товарными блоками в сети непродовольственных розничных магазинов. Для сравнения использовались данные за два скользящих периода по состоянию на «30» сентября 2023 г. и «31» декабря 2023 г.

Результат кластеризации за два периода 2023 г. с количеством кластеров, равным 4, в виде средних значений для каждого кластера. Ситуация на 30 сентября 2023 г. представлена на рис. 1.

Мониторинг по данным показателям проводится ежемесячно, что позволяет в динамике отследить фактическое соответствие прогнозным показателям и на основе выявленных трендов принимать управленческое решение об изменении товарных блоков [7-12]. Выявленная при-

надлежность разных товарных блоков одному кластеру свидетельствует о том, что следует пересмотреть данное решение для повышения эффективности бизнес-единицы. Подобный подход является универсальным [13-15] и, на взгляд авторов, может применяться и в продуктовой рознице.

Для наглядности сравнения на рис. 2 представлен следующий мониторинг по состоянию на 31.12.2023 г.

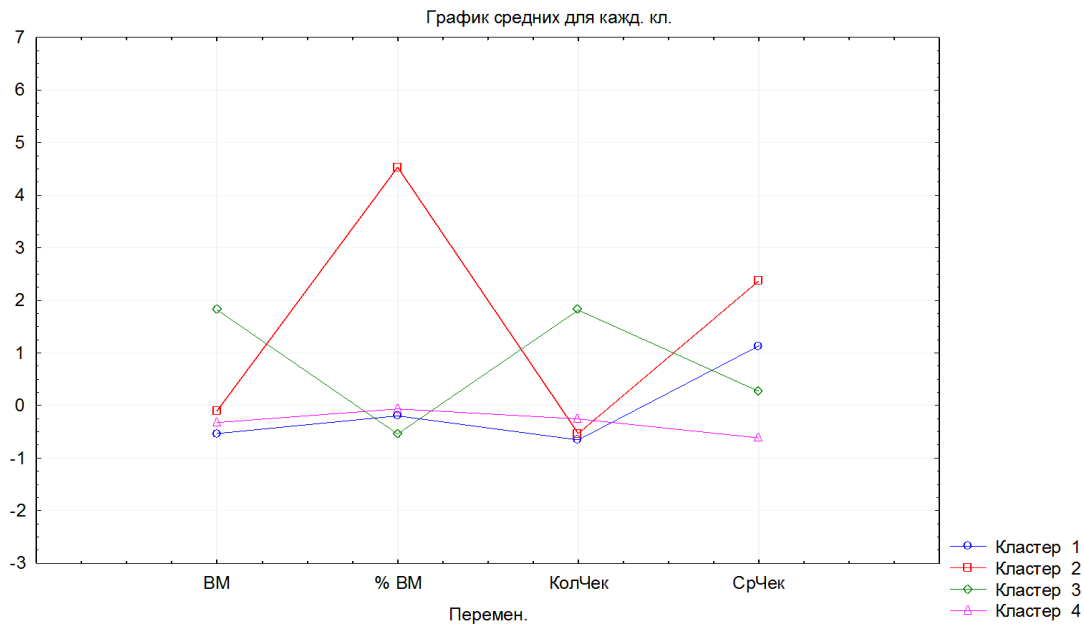


Рис. 1. Отображение результатов кластеризации данных на сентябрь 2023 г.
Fig. 1. Displaying data clustering results as of september 2023

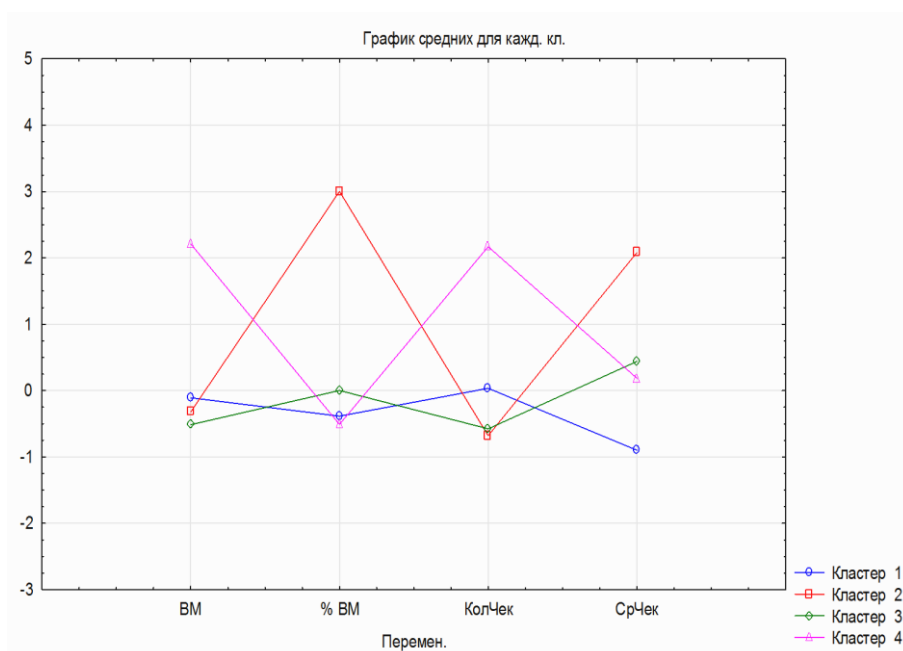


Рис. 2. Отображение результатов кластеризации данных на декабрь 2023 г.
Fig. 2. Displaying data clustering results as of december 2023

В результате принятых решений по изменению размеров товарных блоков, удалось добиться повышения отдачи с квадратного метра торговой площади как по выручке, так и по валовой наценке. При этом увеличение показателей удельных продаж не сопровождалось увеличением товарных запасов в денежном выражении и ухудшением их оборачиваемости. Средняя оборачиваемость товарных остатков по магазину изменилась со 212 дней до 187 дней. При этом количество уникальных SKU в регулярной матрице увеличилось с 11100 до 11350 единиц, что позволило расширить ассортиментное поле магазина.

ВЫВОДЫ

1. Многомерный статистический анализ экономических показателей конкретного объекта управления позволяет оптимизировать и стандартизировать управленческие подходы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшинов С.Б., Жукова Я.Э., Сперанский С.Н., Амаржаргалан Т. Повышение эффективности управления товарными запасами на основе создания статистических моделей. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2022. № 2(398). С. 59-64.
2. Ермолаев М.Б., Кадамцева Г.Г., Лапшинов С.Б. Эконометрика: учебное пособие. Иваново: Институт бизнеса, информационных технологий и финансов, 2011. 111 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. Для вузов. 6-е изд. стер. М.: Высш. шк., 1999. 576 с.
4. Сергеев В.И., Эльяшевич И.П. Планирование потребности в предметах снабжения на основе методов прогнозирования. Логистика и управление цепями поставок = Logistics and Supply. *Национальная логистическая ассоциация*. 2012. № 3(50). С. 7-16.
5. Стерлигова А.И. Управление запасами в цепях поставок: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2008, 430 с.
6. Уткин А.И., Сперанский С.Н., Рябова О.Н., Т. Амаржаргалан. Кросс-функциональное управление эффективностью бизнес-процессов текстильного предприятия с использованием сбалансированной системы показателей. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2023. № 2(404). С. 42-50.
7. Thomopoulos N. Demand Forecasting for Inventory Control. Springer. 2016. 183 p.
8. Ellram L.M., Tate W.L., Petersen K.J. Offshoring and reshoring: an update on the manufacturing location decision. *Journal of Supply Chain Management*. Vol. 49, N 2, 2013. P. 14-22.
9. Моргунова Ю.Н. Логистические затраты: проблемы определения и учета. *Все для бухгалтера*. 2018. № 13(249). URL: <http://cyberleninka/v/logisticheskie-zatraty-problemy-opredeleniya-iucheta/obrasheniya> 15.10.2021
10. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: учеб. пос. М.: ИИНФРА, 2019. 528 с.

2. Внедрение механизмов алгоритмизации позволяет существенно повысить скорость принятия управленческих решений.

3. Внедрение методов кластерного анализа позволяет повысить эффективность управленческих решений за счет оптимизации торговой площади розничного магазина и оптимизации товарных запасов.

4. Применение статистических методов управления товарными запасами зависит от количества дней, на который делается прогноз.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

REFERENCES

1. Lapshinov S.B., Zhukova Ya.E., Speransky S.N., Amarzhargalan T. Improving the efficiency of inventory management based on the creation of statistical models. *News from higher education institutions. Textile technology*. 2022. N 2(398). P. 59-64.
2. Ermolaev M. B., Kadamtsseva G. G., Lapshinov. S.B. Econometrics: a textbook. Ivanovo: Institute of Business, Information Technologies and Finance, 2011. 111 p.
3. Ventzel E.S. Probability theory: Textbook. For universities. 6th ed. ster. M.: Higher School, 1999. 576 p.
4. Sergeev V.I., Elyashevich I.P. Planning the need for supplies based on forecasting methods. *Logistics and supply chain Management = Logistics and Supply. National Logistics Association*. 2012. N 3 (50). P. 7-16.
5. Sterligova A.I. Inventory management in supply chains: Textbook. Moscow: INFRA-M, 2008. 430 p.
6. Utkin A.I., Speransky S.N., Ryabova O.N., T. Amarzhargalan. Cross-functional management of the efficiency of business processes of a textile enterprise using a balanced scorecard. *News from higher education institutions. Textile technology*. 2023. N 2 (404). P. 42-50.
7. Thomopoulos N. Demand Forecasting for Inventory Control. Springer. 2016. 183 p.
8. Ellram L.M., Tate W.L., Petersen K.J. Offshoring and reshoring: an update on the manufacturing location decision. *Journal of Supply Chain Management*. Vol. 49, N 2, 2013. P. 14-22.
9. Morgunova Yu.N. Logistical costs: problems of definition and accounting. *Everything for an accountant*. 2018. N 13(249). URL: <http://cyber-leninka/v/logisticheskie-zatraty-problemy-predeleniya-iucheta/obrasheniya> 10/15/2021
10. Moiseeva N.K. Economic fundamentals of logistics: textbook. Moscow: IINFRA, 2019. 528 p.
11. Glinskaya O.S., Skorikova I.S. Classification of logistics costs in online retail organizations. *Audit and financial analysis*. 2019. N 2. P.48-51.

11. Глинская О.С., Скорикова И.С. Классификация логистических затрат в организациях сетевой розничной торговли. *Аудит и финансовый анализ*. 2019. № 2. С.48-51.
12. Струнникова С.Е., Новиков В.А. Управление финансовыми рисками в инвестиционно-инновационных проектах. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2023. № 2(74). С. 40-48. DOI:10.6060/snt.20237402.0004.
13. Степанова С.М., Горинова С.В. Проектирование финансового и материального потоков организации с использованием нейросетевого программирования. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2023. № 1(73). С. 16-23.
14. Сизова О.В., Савченко В.Г., Рычikhина Н.С. Внедрение цифровых технологий в систему учета продаж розничного магазина. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2022. № 4(72). С. 62-68.
15. Татаринov К.А., Тяпкина М.Ф. Управление знаниями в обучающейся организации. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2023. № 02(56). С. 36-44.
12. Strunnikova S.E., Novikov V.A. Financial risk management in investment and innovation projects. *Modern high technology. Regional application*. 2023. N 2(74). P. 40-48. DOI:10.6060/snt.20237402.0004.
13. Stepanova S.M., Gorinova S.V. Designing financial and material flows of an organization using neural network programming. *Modern high technology. Regional application*. 2023. N 1(73). P. 16-23.
14. Sizova O.V., Savchenko V.G., Rychikhina N.S. Introduction of digital technologies into the retail store sales accounting system. *Modern high technology. Regional application*. 2022. N 4(72). P. 62.
15. Tatarinov K.A., Tyapkina M.F. Knowledge management in a learning organization. *Ivecofin*. 2023. N 02(56). P. 36-44.

Поступила в редакцию 19.04.2026
Принята к опубликованию 18.05.2026

Received 19.04.2026
Accepted 18.05.2026