ИППОЛИТОВА В. С.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБОРОТА РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ В РОССИИ

Аннотация. В статье проведен анализ динамики оборота розничной торговли в Российской Федерации за 2000 – 2022 годы. Параболическая модель признается наиболее точно описывающей основную тенденцию исследуемого временного ряда. На основе сезонной ARIMA-модели осуществлено прогнозирование оборота розничной торговли на 2023 – 2024 годы.

Ключевые слова: оборот розничной торговли, моделирование временного ряда, сезонность, прогнозирование, эффективность модели.

IPPOLITOVA V. S.

FORECASTING RETAIL TRADE TURNOVER IN RUSSIA

Abstract. The article analyzes the dynamics of retail trade turnover in the Russian Federation for 2000 – 2022. The parabolic model is recognized as most accurately describing the main trend of the time series under study. Based on the seasonal ARIMA model, retail trade turnover was forecasted for 2023 – 2024.

Keywords: retail trade turnover, time series modeling, seasonality, forecasting, model efficiency.

На современном этапе розничная торговля претерпевает некоторые изменения. Во-первых, наблюдается стремительное увеличение доли Интернет-торговли. Во-вторых, воздействие санкций оказало существенное влияние на потребительское поведение, стимулировав изменения в предпочтениях и ориентировке на внутренний рынок через импортозамещение. Оборот розничной торговли, представляющий собой стоимость проданных потребителям товаров для личного, семейного и домашнего использования, становится ключевым показателем, который не только отражает масштабы товарного обращения, но и служит индикатором уровня жизни населения [1]. Таким образом, актуальность темы обусловлена не только текущими изменениями в розничной торговле, но и значимостью оборота как одного из важнейших макроэкономических показателей, характеризующих экономический потенциал страны. В связи с этим, принятие решений и разработка стратегий эффективного развития должны быть обоснованы и опираться на прогноз значений данного показателя.

Цель исследования – статистический анализ и прогнозирование объема розничной торговли в Российской Федерации. В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

– проанализирована поквартальная динамика временного ряда оборота розничной торговли Российской Федерации и сделаны выводы о его компонентном составе;

– построена модель, адекватно описывающая динамику оборота розничной торговли Российской Федерации, на ее основе осуществлено прогнозирование.

В исследовании использованы табличные и графические методы представления статистических данных, аналитический и сравнительный методы, метод прогнозирования. В основу исследования положены статистические данные Федеральной службы государственной статистики о величине оборота розничной торговли Российской Федерации за период с 2000 по 2022 годы. На рисунке 1 представлена поквартальная динамика данного показателя [3].

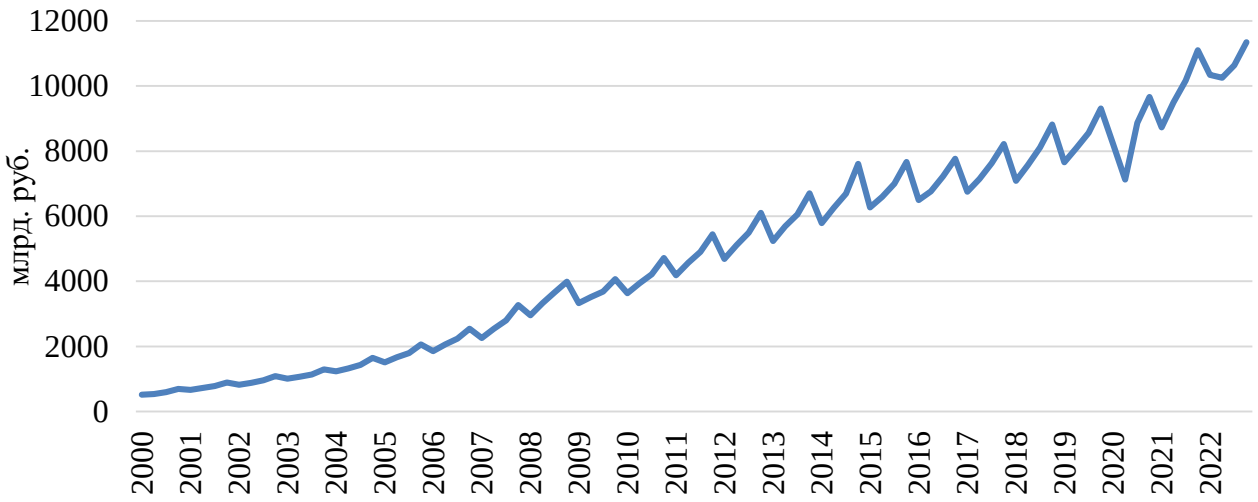

Рис. 1. Поквартальная динамика оборота розничной торговли
в Российской Федерации за 2000–2022 гг. (в текущих ценах), млрд. руб.

По графику видно, что оборот розничной торговли растет с течением времени, с некоторыми сезонными колебаниями. За период с 2000 по 2022 годы он вырос в 18 раз, достигнув 40224,7 млрд. рублей. Обратите внимание, что каждый год минимальный оборот розничной торговли приходится на первый квартал, за исключением 2022 года, когда это произошло во втором квартале. После этого оборот розничной торговли постепенно увеличивается в каждом квартале, достигая максимального значения в четвертом квартале.

Таким образом, временной ряд оборота розничной торговли Российской Федерации можно представить как функцию трех компонент: трендовой, сезонной и случайной. Увеличение среднего значения временного ряда приводит к увеличению амплитуды периодических колебаний, что указывает на мультипликативную связь между трендовой и сезонной компонентами.

Для описания тенденции временного ряда был использован метод аналитического выравнивания. Суть этого метода заключается в замене фактических уровней динамики ряда на теоретические уровни, которые рассчитываются на основе определенной кривой, описываемой аналитическим уравнением. На основе графического изображения уровней временного ряда (рис.1) предполагается, что характер изменения временного ряда может быть описан с помощью линейной, параболической или экспоненциальной модели. Оценки параметров моделей определяются при помощи метода наименьших квадратов. Оценку точности моделей можно проводить с помощью коэффициента детерминации, и средней ошибки аппроксимации [4, с. 15, 52]. Обработка данных производилась с помощью ППП Microsoft Excel. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики кривых роста, соответствующих исследуемому временному ряду

Вид кривой роста	Аналитическое уравнение	Коэффициент детерминации	Средняя ошибка аппроксимации, %
Линейная	$\hat{y}_t = -468{,}42 - 114{,}85t$	0,97	17,3
Параболическая	$\hat{y}_t = 19{,}28 + 83{,}72t + 0{,}33t^2$	0,98	11,3
Экспоненциальная	$\hat{y}_t = 840{,}03e^{0{,}03 * t}$	0,92	21,2

Так как наибольшее значение коэффициента детерминации и наименьшую величину средней ошибки аппроксимации имеет параболическая модель, она признается наиболее точно описывающей основную тенденцию исследуемого временного ряда.

Исходя из компонентного состава исследуемого временного ряда и предположения о том, что общие тенденции в прогнозном периоде будут такими же, как и в ретроспективном, для моделирования закономерностей развития и прогнозирования его динамики можно использовать сезонную ARIMA-модель [4, с. 137]. ARIMA-модель сезонного процесса имеет результирующий порядок $(p, d, q)\times(P, D, Q)_s$. Параметр p в модели авторегрессии учитывает уровни ряда с различной информационной ценностью. В то же время, параметр d отражает порядок простых разностей и учитывает тенденцию, присутствующую в ряду. Порядок модели скользящего среднего q – это количество прошлых ошибок, которые включаются в прогноз последующих наблюдений. Сезонный интервал s констатирует сходство наблюдений, повторяющихся через s периодов.

Моделирование временного ряда оборота розничной торговли на основе сезонной ARIMA-модели было осуществлено с помощью ППП «Statistica 6.0». Так как временной ряд содержит параболический тренд и квартальную сезонность, то порядок простой разности равен двум, а сезонной – единице. Преобразованный ряд разностей, представлен на рисунке 2.

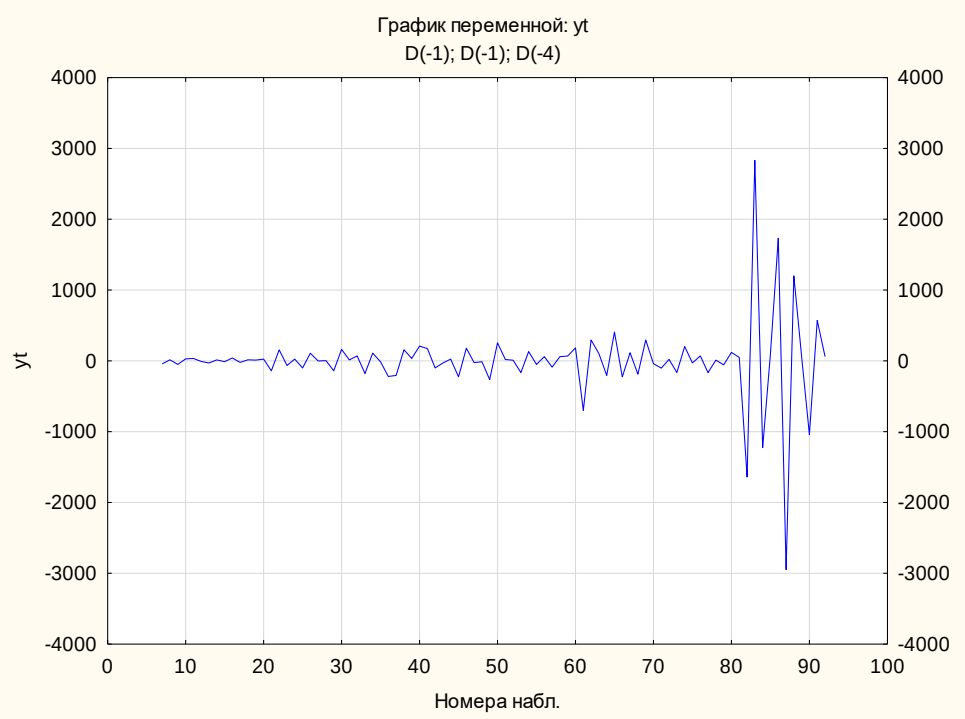

Рис. 2. Преобразованный ряд разностей временного ряда оборота розничной торговли в Российской Федерации (d = 2, D = 1).

Для идентификации порядков авторегрессии и скользящего среднего были рассмотрены графики автокорреляционной и частной автокорреляционной функций преобразованного ряда разностей (рис. 3).

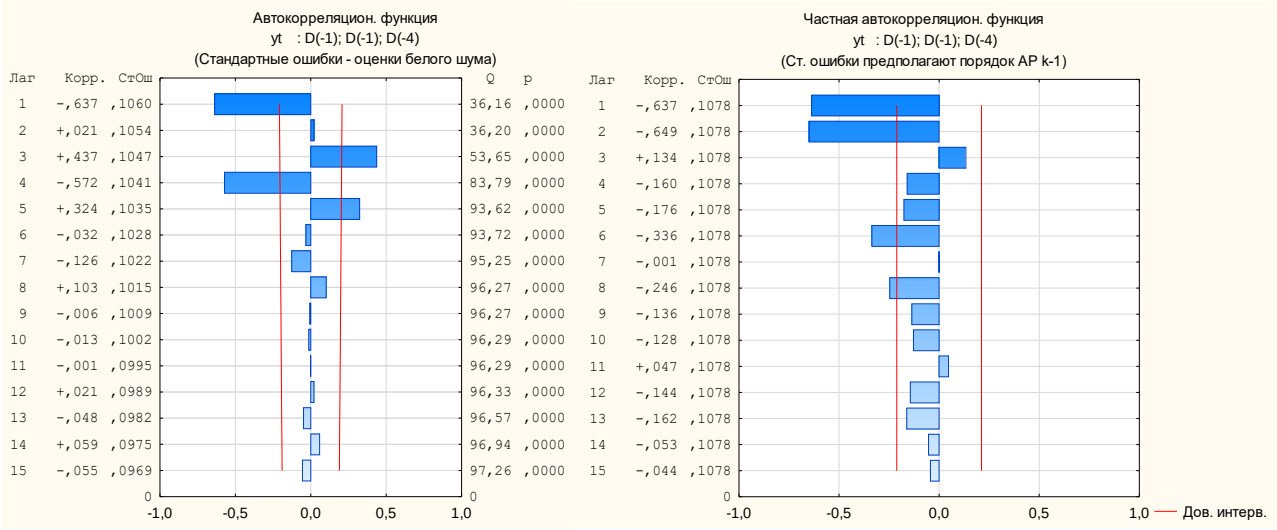

Рис. 3. Автокорреляционная и частная автокорреляционная функция преобразованного ряда разностей временного ряда оборота розничной торговли в Российской Федерации.

Автокорреляционная функция преобразованного ряда разностей имеет затухающий характер, а частная автокорреляционная функция обрывается на втором лаге. Путем

проверки различных порядков простой и сезонной авторегрессии и скользящего среднего значимые оценки параметров и наименьшая средняя ошибка аппроксимации получены для модели порядка (1, 2, 1) × (0, 1, 2)$_4$. Величина средней ошибки аппроксимации для этой модели составила 3,7%. Оценки параметров модели представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценки и уровень значимости параметров сезонной ARIMA-модели порядка (1, 2, 1) × (0, 1, 2)$_4$

Параметр	Оценка	p-значение
a_1	-0,259	0,021
b_1	0,970	0,000
β_1	0,947	0,000
β_2	-0,393	0,026

В явном виде модель имеет вид:

$$y_t = 1{,}741y_{t-1} - 0{,}482y_{t-2} - 0{,}259y_{t-3} + y_{t-4} - 1{,}741y_{t-5} + 0{,}482y_{t-6} + 0{,}259y_{t-7} + \\ + e_t - 0{,}970e_{t-1} - 0{,}947e_{t-4} + 0{,}919e_{t-5} + 0{,}393e_{t-8} - 0{,}381e_{t-9}$$

Для проверки, насколько точно модель отражает реальный процесс, используется анализ случайной (остаточной) компоненты. Она представляет собой разницу между расчетными значениями уровней ряда и фактическими значениями. Если случайная компонента обладает свойствами случайности, независимости и нормального распределения, то модель считается адекватной описываемому процессу.

Для проверки адекватности построенной модели рассмотрим график автокорреляционной функции и нормальный вероятностный график по остаткам данной модели (рис. 4).

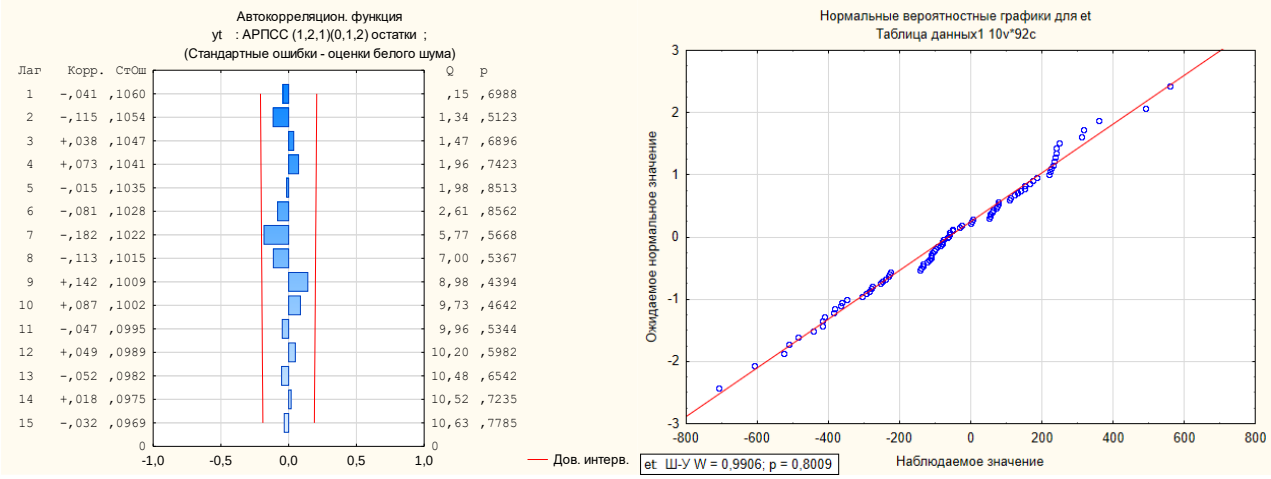

Рис. 4. График автокорреляционной функции остатков и нормальный вероятностный график по остаткам сезонной ARIMA-модели порядка (1, 2, 1) × (0, 1, 2)$_4$.

Автокорреляционная функция по остаткам, незначимая на первом лаге, позволяет сделать вывод о случайности остатков модели. Так как значения автокорреляционной функции по остаткам не выходят за доверительный интервал, то с вероятностью 95% можно утверждать, что остатки данной модели независимы. Наблюдаемые значения остатков располагаются на нормальном вероятностном графике достаточно близко к прямой линии. Согласно критерию Шапиро-Уилка, наблюдаемые значения остатков нормально распределены с вероятностью 80,0%. Таким образом, ARIMA-модель соответствует всем критериям адекватности, следовательно, пригодна для прогнозирования. Результаты прогноза оборота розничной торговли на I–IV кварталы 2023 и 2024 гг. с 99%-ым уровнем достоверности, представлены на рисунке 5.

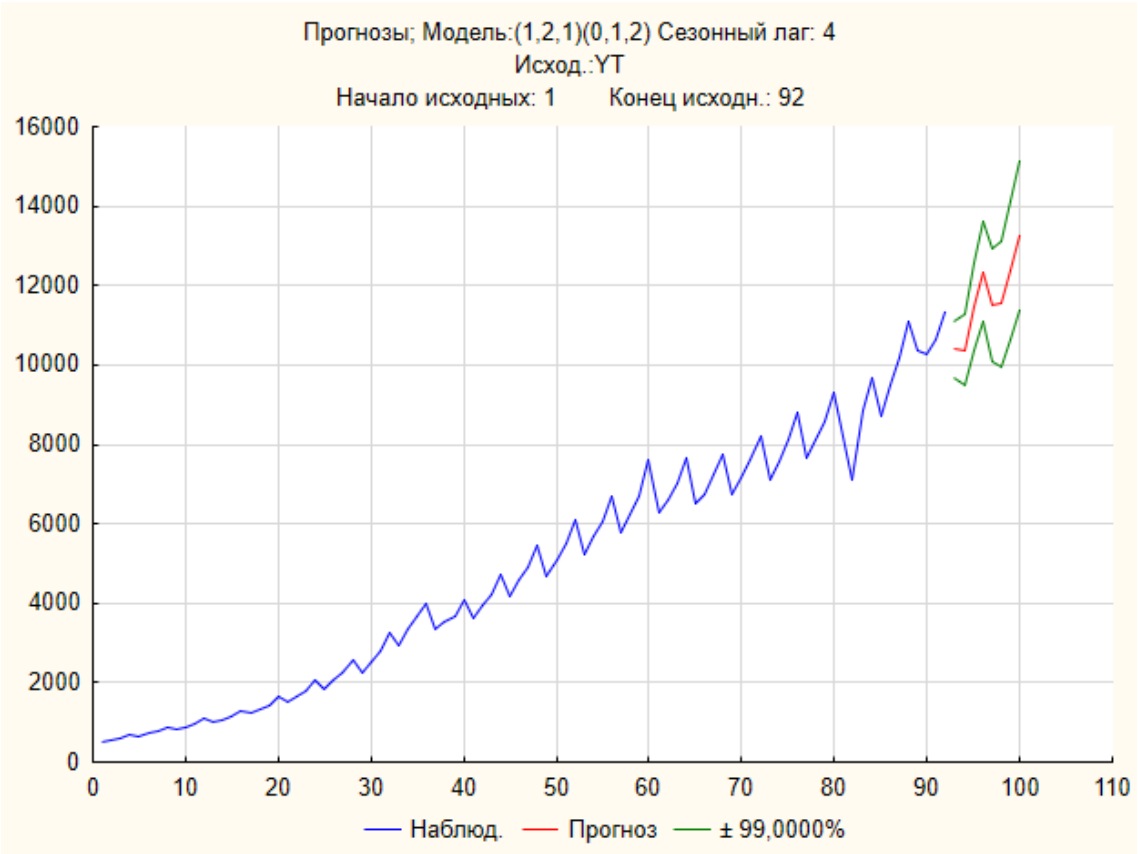

Рис. 5. Фактические и прогнозные значения оборота розничной торговли в Российской Федерации, млрд. руб.

Согласно полученному прогнозу, сохранится тенденция к росту в динамике оборота розничной торговли Российской Федерации в I–IV квартале 2023 и 2024 гг. и к IV кварталу 2024 г. он, с вероятностью 99% будет находиться в пределах от 11362,37 до 15115,54 млрд. руб., при условии, что общие тенденции в прогнозном периоде будут такими же, как и в ретроспективном.

Таким образом, в контексте современных рыночных трансформаций необходимо прогнозирование динамики оборота розничной торговли в стране. В процессе предварительного анализа временного ряда был определен его компонентный состав, который предопределил возможность построения сезонной ARIMA-модели. Разработанная модель, учитывающая трендовую, сезонную и остаточную компоненты, демонстрирует адекватность и достаточно высокую точность в описании динамики оборота розничной торговли. Основываясь на построенной модели, было осуществлено прогнозирование оборота розничной торговли в соответствии, с которым динамика оборота розничной торговли продолжит свой восходящий тренд в I–IV кварталах 2023 года и далее в 2024 году. Этот прогноз предоставляет бизнесу и государственным институтам ценную информацию для разработки стратегий развития, оптимизации инвестиций и принятия обоснованных решений. Важно отметить, что ARIMA-модель демонстрирует свою эффективность в условиях быстро меняющейся экономической среды, что подчеркивает ее релевантность в современном контексте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51303-2023. Торговля. Термины и определения: национальный стандарт Российской Федерации: утв. Приказом Росстандарта от 30.06.2023 N 469-ст. [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: [справ.-правов. система]. – Режим доступа:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_457788/?ysclid=lrgamgedtv683595057 (дата обращения: 17.03.2024).
2. Иванов Г. Г. Экономика торговой организации: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 182 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2023: Стат.сб./Росстат. – М., 2023. – 701 с.
4. Сажин Ю. В., Катынь А. В., Сарайкин Ю. В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 192 с.