

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПРОСА НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАВИСИМОГО РЫНКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Абрамова Ольга Александровна, Чегерова Татьяна Ивановна,
Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова
(г. Могилев, Республика Беларусь)

В условиях активного развития «зеленого» транспорта и роста экологической осведомленности населения все большее внимание уделяется прогнозированию спроса на электромобили. Особенно актуальна эта задача для импортозависимых рынков, таких как Республика Беларусь, где отсутствует собственное массовое производство электромобилей, а спрос удовлетворяется за счет ввоза новых и поддержанных автомобилей. Точное прогнозирование позволяет дилерам, логистическим компаниям и государственным органам эффективно управлять запасами, планировать развитие зарядной инфраструктуры и разрабатывать меры поддержки.

В Республике Беларусь наблюдается устойчивый рост спроса на электромобили: с 1 874 единиц в 2022 году до 13 684 – в 2024 году. При этом динамика носит явно нелинейный характер: объемы импорта/продаж ускоряются, а рыночная структура меняется под влиянием появления доступных китайских моделей и роста интереса со стороны частных и корпоративных покупателей. Для построения прогнозной модели использованы реальные ежемесячные данные о спросе на электромобили, под которым в данном контексте понимается объем импорта и первичных продаж новых и поддержанных электромобилей в Республике Беларусь за период январь 2022 – декабрь 2024 года (всего 36 наблюдений) [1; 2]. Анализ ежемесячных данных за этот период выявил две ключевые особенности временного ряда: выраженный восходящий тренд и четкую годовую сезонность – минимум в первом квартале (связан с низкими температурами и снижением запаса хода аккумуляторов) и пик в декабре (предновогодние закупки, отчетные периоды, маркетинговые акции).

Для прогнозирования спроса была реализована комбинированная методология на языке программирования R, сочетающая два подхода: модель экспоненциального сглаживания Хольта-Уинтерса (ETS) и сезонную модель авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (SARIMA) [4].

Для количественной оценки точности использованы три ключевые метрики, рекомендованные в отечественной и международной практике [3]:

- MAE (MeanAbsoluteError) – средняя абсолютная ошибка, показывает среднее отклонение прогноза от факта в абсолютных единицах;
- RMSE (RootMeanSquaredError) – корень из средней квадратичной ошибки, более чувствителен к крупным ошибкам;
- MAPE (MeanAbsolutePercentageError) – средняя абсолютная процентная ошибка, позволяет оценить точность в относительных величинах.

Расчеты выполнены в среде R с помощью функции `assiguasy()` из пакета `forecast`. Результаты оценок точности использованных моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Метрики точности модели ETS и SARIMA

| Модель | MAE | RMSE | MAPE, % |
|--|-------|-------|---------|
| ETS(M,A,A) | 47.42 | 49.7 | 1.8 |
| SARIMA(0,1,0) с дрейфом и лог-трансформацией | 130.7 | 145.0 | 5.43 |

Модель ETS(M,A,A) – с мультипликативной ошибкой и аддитивными трендом и сезонностью – была выбрана для краткосрочного прогноза (первый квартал 2025 г.) и показала высокую точность: MAPE = 1,81%. SARIMA(0,1,0) с дрейфом и логарифмической трансформацией, построенная без учета аномального декабря 2024 года, использовалась для среднесрочного прогноза на весь 2025 год. Ее MAPE составил 5,43%, что достаточно для стратегического планирования.

Сопоставление прогнозов с фактическими данными за январь–сентябрь 2025 года подтвердило адекватность моделей: в первом квартале отклонения прогноза ETS не превысили 2,5%, а SARIMA корректно отразила общий тренд роста до сентября (рисунок 1). Однако во второй половине года SARIMA демонстрирует завышение прогноза, что объясняется ее предположением о продолжении экспоненциального роста, тогда как реальный рынок может приближаться к насыщению или реагировать на внешние ограничения (инфраструктурные, экономические)

Полученные результаты позволяют сформулировать практические рекомендации. Во-первых, закупки электромобилей следует планировать с учетом сезонных колебаний – наращивать объемы с лета до ноября, чтобы обеспечить достаточный запас к декабрьскому пику. Во-вторых, управление складскими запасами должно быть гибким: минимальный уровень – 200–300 единиц в первом квартале, максимальный – до 1 000 к концу года. В-третьих, персонал и маркетинговые активности целесообразно усиливать в преддверии пиковых периодов. Наконец, прогнозные модели следует

