

УДК 622.311

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Лаптев С.А., студент гр. ЭПб-251, I курс

Научный руководитель: Паскарь И.Н., ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В электроэнергетике муниципальных образований точность прогноза электропотребления имеет практическое значение для оценки изменения нагрузки, планирования режимов работы оборудования и повышения обоснованности управленческих решений. Изменение структуры потребления, сезонные колебания и влияние нескольких факторов одновременно снижают эффективность простых методов прогнозирования.

В связи с этим представляет интерес применение методов машинного обучения, способных учитывать нелинейные зависимости между признаками и прогнозируемым показателем. Целью работы является оценка применимости метода опорных векторов для прогнозирования электропотребления муниципального образования и сравнение его с базовыми методами.

Одним из таких методов является метод опорных векторов. Он направлен на построение модели, обеспечивающей минимальную ошибку прогнозирования при высокой обобщающей способности. В задачах регрессии используется модификация метода – SVR (Support Vector Regression), позволяющая учитывать нелинейные зависимости между признаками и целевой переменной.

Для построения прогностической модели использовалась реализация метода опорных векторов для задачи регрессии. На этапе обучения модель настраивалась по обучающей выборке, после чего выполнялось построение прогноза для контрольных наблюдений. Параметры модели подбирались экспериментально с целью минимизации ошибки прогнозирования.

Рассмотрим структуру исходных данных, используемых в модели. Данные отражают объёмы электропотребления за рассматриваемый период. Поскольку алгоритм не обрабатывает текстовые признаки напрямую, категориальные переменные были преобразованы в числовой вид.

В исследовании использовались помесечные данные по электропотреблению муниципального образования за период с 2014-2018 год. Общее число наблюдений составило 3758 штук, из них 85% использовались для обучения модели и 15% – для проверки качества прогноза. В качестве признаков рассматривались номер месяца, год, численность населения, обслуживающая организация

и количество приборов учета. Целевой переменной являлся объем электропотребления. Оценка точности выполнялась с использованием метрик MAE, RMSE и MAPE.

В качестве первого базового метода использовалась скользящая средняя (рисунок 1).



Рисунок 1 – Скользящая средняя

Данный метод позволяет сгладить временной ряд и выделить общую тенденцию, однако по результатам анализа видно, что он недостаточно точно воспроизводит фактические значения электропотребления, особенно в периоды изменения нагрузки.

В качестве второго базового метода рассматривалась регрессионная модель (рисунок 2).

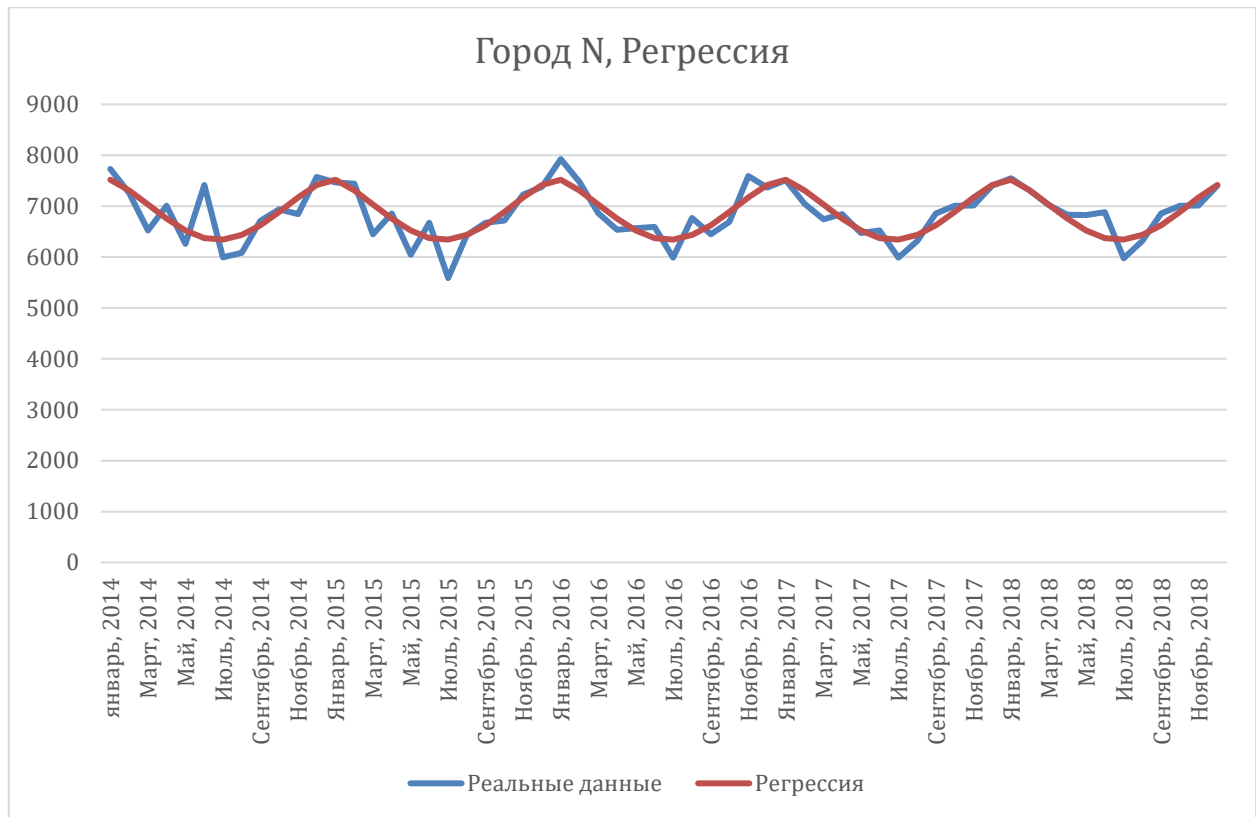


Рисунок 2 – Регрессия

Модель связывает объем электропотребления с рядом факторов и описывается выражением:

$$y(x) = \cos\left(\frac{mounts}{-0,171} + 0.2\right) * 653 + citizen * 0.096$$

где m – номер месяца; N – численность населения.

По сравнению со скользящей средней регрессионная модель обеспечивает более высокую точность прогнозирования. Однако она требует корректировки параметров при изменении условий и хуже учитывает нелинейные зависимости между признаками.

Результаты прогнозирования с использованием метода опорных векторов представлены на рисунке 3.

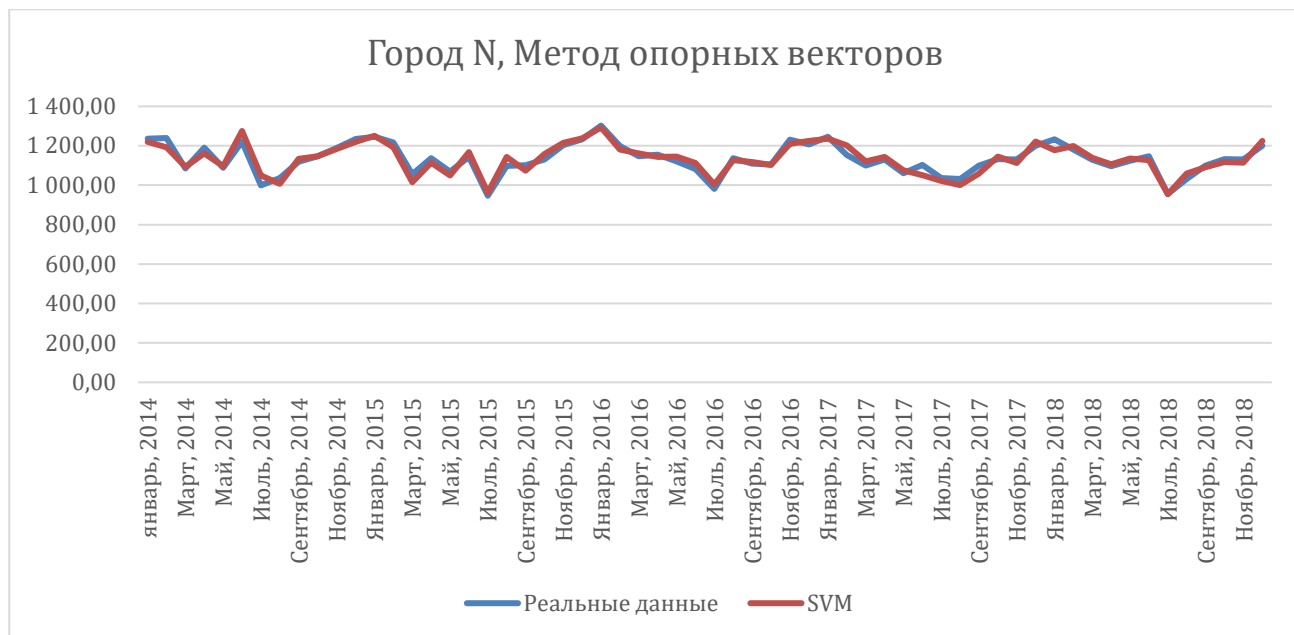


Рисунок 3 – Метод опорных векторов

Как видно из графика, значения, полученные с использованием метода опорных векторов, в большинстве случаев наиболее близки к фактическим данным по сравнению с другими методами.

Для количественной оценки качества прогнозирования были рассчитаны метрики точности (таблица 1).

Таблица 1

Метрики точности

Метод	MAE	RMSE	MAPE
Метод опорных векторов (SVR)	24,9	35,06	1,85 %
Регрессия	160,94	223,18	2,41 %
Скользящая средняя	233,41	284,40	3,45 %

По результатам расчётов наименьшие значения ошибок получены для модели опорных векторов. Значение MAPE составило 1,85 %, что ниже, чем у регрессионной модели и метода скользящей средней. Это свидетельствует о более высокой точности прогнозирования при использовании SVR для рассматриваемых данных.

Таким образом, результаты исследования показывают, что применение метода опорных векторов позволяет повысить точность прогнозирования электропотребления муниципального образования по сравнению с базовыми методами. Использование данной модели может быть эффективно при анализе динамики нагрузки, учёте сезонных колебаний и подготовке управленческих решений в электроэнергетике на муниципальном уровне.

Список литературы:

1. Ковалев В. З., Швецов С. Ю., Архипова О. В. Анализ методов прогнозирования потребления электрической энергии и мощности [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2023. № 4(100). С. 127–141. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-prognozirovaniya-potrebleniya-elektricheskoy-energii-i-moschnosti> (дата обращения: 02.03.2026).
2. Жилин Б. В., Исаев А. С., Андреев Д. Е. Краткосрочное прогнозирование электропотребления сетевой компании [Электронный ресурс] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2012. Вып. 12. Ч. 2. С. 319–325. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkosrochnoe-prognozirovanie-elektropotrebleniya-setevoy-kompanii> (дата обращения: 05.03.2026).
3. Бурковский В. Л., Крысанов В. Н., Руцков А. Л. Реализация программного комплекса прогнозирования уровня регионального энергопотребления [Электронный ресурс] // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. № 1(29). С. 63–69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-programmnogo-kompleksa-prognozirovaniya-urovnya-regionalnogo-energopotrebleniya> (дата обращения: 12.03.2026).
4. Орлов Д. В., Таран А. В., Зиновьев Е. В., Мумладзе Д. Г. Прогнозирование электропотребления с использованием искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс] // Евразийский Союз ученых. Серия: технические и физико-математические науки. 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-elektropotrebleniya-s-ispolzovaniem-iskusstvennyh-neyronnyh-setey> (дата обращения: 15.03.2026).
5. Орлов Д. В., Таран А. В., Зиновьев Е. В., Мумладзе Д. Г. Методы прогнозирования электропотребления [Электронный ресурс] // Евразийский Союз ученых. 2015. № 4-4(13). С. 168–171. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-prognozirovaniya-elektropotrebleniya> (дата обращения: 17.03.2026).
6. Шичкин Д. В. Известные методы прогнозирования потребления электроэнергии [Электронный ресурс] // Вестник науки. 2025. Т. 2, № 1(82). С. 1205–1214. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izvestnye-metody-prognozirovaniya-potrebleniya-elektroenergii> (дата обращения: 20.03.2026).