РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Хасанова Барчиной Тохир қизи

Докторант, Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент

В последние годы электробусы рассматриваются как один из ключевых элементов устойчивого городского транспорта. Однако эффективность их эксплуатации во многом определяется уровнем энергопотребления, который зависит от множества факторов, включая условия движения, загрузку транспортного средства и климатические параметры [1].

Анализ научной литературы показывает, что оценка энергопотребления электробусов осуществляется на основе различных подходов, которые условно можно разделить на физические, статистические и комбинированные модели. В физико-аналитических моделях энергопотребление определяется через уравнения движения транспортного средства с учётом сопротивлений и мощности тягового привода. Такие модели широко представлены в работах A. Lajunen [2] и других авторов и основаны на расчёте мощности и энергии в зависимости от параметров движения.

Современные исследования всё чаще используют данные реальной эксплуатации. Так, в работе, посвящённой микроскопическому моделированию энергопотребления электробусов, предлагается подход, основанный на анализе реальных траекторий движения и разделении энергозатрат на тяговую и вспомогательную составляющие [3]. Подобные модели позволяют учитывать особенности ездового цикла и обеспечивают высокую точность оценки энергопотребления.

Отдельное внимание уделяется влиянию внешних факторов. В зарубежных исследованиях показано, что температура окружающей среды и работа вспомогательных систем, включая системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, оказывают существенное влияние на общий расход энергии [4, 5]. В частности, энергопотребление может значительно возрастать при отклонении температуры от оптимальных значений.

Перспективным направлением являются комбинированные модели, объединяющие физические зависимости и методы обработки данных. В таких подходах базовое энергопотребление определяется на основе физических моделей, а влияние трудно формализуемых факторов учитывается с помощью методов машинного обучения [6, 7, 8].

Несмотря на значительное количество исследований, анализ литературы показывает, что существующие подходы в основном ориентированы на моделирование или прогнозирование энергопотребления и недостаточно учитывают задачи нормирования в условиях реальной эксплуатации. Это обусловливает необходимость разработки методик, позволяющих сопоставлять энергопотребление различных типов электробусов на конкретных маршрутах с учётом эксплуатационных факторов.

Таким образом, дальнейшие исследования должны быть направлены на создание адаптированных моделей энергопотребления, учитывающих особенности ездовых циклов маршрутов и реальные условия эксплуатации городского транспорта.

Список литературы:

1. Mahmoud M., Garnett R., Ferguson M., Kanaroglou P. Electric buses: A review of alternative powertrains // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 62. – P. 673–684.
2. International Energy Agency. Global EV Outlook 2025. – Paris: IEA, 2025.
3. Ergül H., Tuydes-Yaman H. A methodology for electric bus energy consumption estimation // Annals of Operations Research. – 2026.
4. Göhlich D., Fay T.-A., Jefferies D., Lauth E. Design of urban electric bus systems // Energies. – 2018. – Vol. 11(9). – P. 2301.
5. United Nations Development Programme. Electric Bus Toolkit: Guidelines for electric bus systems. – UNDP, 2023.
6. Lajunen A. Energy consumption and cost-benefit analysis of hybrid and electric city buses // Transportation Research Part C. – 2014. – Vol. 38. – P. 1–15.
7. Li X., Castellanos S., Maassen A. Emerging trends and innovations for electric bus adoption // Transport Policy. – 2018. – Vol. 74. – P. 1–7.
8. World Bank Group. Electric Mobility and Public Transport Electrification. – Washington, 2024.