

УДК 004.942

Модель предиктивного обслуживания систем освещения на основе анализа данных об отказах

Патока Е. В.

Научный руководитель – доктор педагогических наук, проф. Готская И.Б.

Университет ИТМО

yegor-patoka@mail.ru

Введение

Городское освещение - важный элемент городской инфраструктуры. Стандартные подходы к обслуживанию фонарей, основанные на плановых заменах оборудования зачастую не позволяют оперативно реагировать на появляющиеся дефекты и оптимально распределять ограниченные ресурсы ремонтных бригад. Исследования показывают, что использование устаревших методов управления приводит к росту эксплуатационных затрат [1]. На текущий момент активно развиваются методы предиктивной аналитики, однако существующие модели часто остаются на уровне статистической оценки точности, не решая главную задачу: как использование прогнозов может повлиять на реальные показатели - количество аварийных отказов и затраты на обслуживание. Это создает разрыв между теоретической моделью и ее практической ценностью.

Основная часть

В качестве основы работы предлагается использовать модель многоклассовой классификации на основе логистической регрессии, которая отнесет каждый светильник к одному из классов-состояний: новый (исправный); старый, но надежный; с большой вероятностью отказа и неисправный. Основным отличием предлагаемого подхода является создание инструмента для оценки прикладного эффекта этой модели. Для этого предлагается создать агентную имитационную модель, в которой каждый светильник представлен в качестве отдельного «агента» со своим классом деградации, а обслуживающие бригады выступают вторым агентом с ограниченными ресурсами.

В имитационной среде на каждом шаге времени интегрируется предсказание базовой модели, и система управления выбирает приоритетные объекты, которым необходимо обслуживание. Такой подход позволяет перейти от реактивной стратегии (ремонт уже вышедшего из строя оборудования, только по факту отказа) к предиктивной, где бригада направляется на профилактическую замену светильника, у которого большая вероятность отказа в ближайшее время. Запуская такую симуляцию на длительное время, можно оценить, как выбранные пороги срабатывания и стратегии влияют на ключевые показатели эффективности: количество аварийных отказов, время простоя освещения и совокупные затраты по реализации. [2][3]

Предложенный подход представляет оптимальное решение, так как он позволяет валидировать ценность прогнозной модели для ее внедрения на реальные объекты, определить пороги для классификатора и оценить требуемые ресурсы для поддержания освещения на заданном уровне надежности.

Выводы

Предложенный концептуальный подход предлагает переход от статической оценки качества модели к динамической оценке её операционной эффективности.

Интеграция модели машинного обучения в агентную имитационную среду создает инструмент для принятия обоснованных управленческих решений. Практическая значимость работы заключается в возможности оптимизировать процессы технического обслуживания еще на этапе планирования. В качестве дальнейшего внедрения предлагается разработка программного прототипа системы и его апробация на данных конкретного муниципального образования [4].

Литература

1. Energy Efficiency Analysis of Street Lighting in Smart Cities // IEEE Xplore. – IEEE, 2019.
2. LaValley M. P. Logistic regression // Circulation. – 2008. – Т. 117, № 18. – С. 2395-2399.
3. Wang T., Reiffsteck P., Chevalier C., Chen C.-W., Schmidt F. Machine learning (ML) based predictive maintenance policy for bridges crossing waterways // Transport Research Arena (TRA) Conference. – 2023. – С. 1037-1044.
4. Moser D., Integrating machine learning techniques into optimal maintenance scheduling // Computers & Chemical Engineering. – 2022.