

ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ

Gantimurova J.O.

ROLLING STOCK MAINTENANCE PLANNING BASED ON OPTIMIZATION

Аннотация. Представлен подход к оптимизации планирования технического обслуживания парка подвижного состава с использованием прогнозных моделей остаточного ресурса. Решение задачи осуществляется динамическим многоцелевым эволюционным алгоритмом, обеспечивающим формирование графиков обслуживания в условиях периодического обновления данных.

Ключевые слова: техническое обслуживание, подвижной состав, оптимизация графиков обслуживания, остаточный ресурс, многоцелевые эволюционные алгоритмы.

Abstract. An approach to optimizing rolling stock fleet maintenance planning using predictive models of remaining service life is presented. The problem is solved using a dynamic, multi-objective evolutionary algorithm that generates maintenance schedules under conditions of periodic data updates.

Keywords: technical maintenance, rolling stock, optimization of maintenance schedules, remaining resource, multi-objective evolutionary algorithms.

Планирование технического обслуживания (ТО) парка подвижного состава представляет процесс управления и распределения задач, требующий определения сроков и исполнителей работ. Ключевая роль оптимизации заключается в повышении эффективности использования оборудования, что выражается в достижении компаниями значительной экономии средств. Эта экономия является прямым следствием эффективного планирования ТО, направленного на минимизацию эксплуатационных расходов, оптимизацию ресурсов, обеспечение бесперебойности услуг и снижение негативного воздействия на окружающую среду [1, 2]. Учитывая необходимость одновременного достижения этих целей, рассматривается задача многоцелевой оптимизации графика технического обслуживания автомобилей.

Благодаря развитию прогностических моделей в оптимизации технического обслуживания актуальным становится использование показателя остаточного ресурса, определяющего период времени, по истечении которого элемент перестает соответствовать эксплуатационным требованиям. Поскольку износ компонентов транспортных средств происходит неравномерно, а каждое из них состоит из множества элементов, прогнозирование остаточного ресурса на основе аналитических моделей позволяет определить оптимальные сроки обслуживания каждой детали, узла или агрегата. Поскольку выполнение работ требует привлечения ограниченных ресурсов (в частности, постов для проведения обслуживания), прикладная задача ТО сводится к распределению зада-

ний между ремонтными подразделениями. Ключевыми критериями при этом выступают прогнозируемые значения остаточного ресурса и доступные производственные мощности.

Сформулированная задача приобретает комбинаторный и нелинейный характер, что исключает возможность получения точного аналитического решения и обуславливает необходимость применения метаэвристических методов. Среди них в последние десятилетия особую популярность приобрели эволюционные алгоритмы, на базе которых сформировался класс методов, известных как многоцелевые эволюционные алгоритмы (МЭА) [1]. Для поиска множества оптимальных решений применяется специализированный МЭА: учитывая, что все решения, формально считаются равноценными, тогда как на практике требуется выбор единственного расписания (графика ТО), разработанный алгоритм модифицируется с учетом актуальных потребностей производства. Такой подход позволяет не только выделить предпочтительные решения и ускорить сходимость, но и обоснованно выбрать итоговый оптимальный вариант.

Для эффективного решения сформулированной задачи необходимо применение симулятора процесса ТО автопарка, который объединяет этапы генерации рейсовых заданий, прогнозирования остаточного ресурса компонентов и оптимизации графиков на основе МЭА [2]. Поскольку графики требуют периодической актуализации, оптимизация должна выполняться в динамической постановке – например, в режиме скользящего горизонта с обновлением прогнозов остаточного ресурса. В этом случае алгоритм функционирует как динамический, где целевая функция направлена на минимизацию отклонений от предыдущего графика, что критически важно для обеспечения гибкости и согласованности формируемых графиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лебедева, О.А.** Анализ влияния транспорта на экономическое развитие посредством моделей прогнозного воздействия / О. А. Лебедева. – Текст : непосредственный // В сборнике: Развитие малого предпринимательства в Байкальском регионе. Материалы 6-й международной научно-практической конференции. Иркутск. – 2024. – С. 184-190.

2. **Wang, Y.** Optimizing the maintenance schedule for a vehicle fleet: a simulation based case study / Y. Wang, S. Limmer, D. Nguyen, M. Olhofer, T. Bäck, M. Emmerich. – Текст : электронный // Engineering optimization. – 2022. – vol. 54(7). – pp. 1258-1271. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0305215X.2021.1919888> (дата обращения: 24.02.2026).