

УДК 629.3.083

РАНЖИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ИХ ВЛИЯНИЮ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОБУСОВ

Кошелев С.М.¹ студент гр. МАМ-241, II курс,
 Косолапов А.В.¹, к.т.н., доцент кафедры эксплуатации автомобилей
¹Кузбасский государственный технический университет
 имени Т.Ф. Горбачева
 г. Кемерово

Обеспечение безопасной и надёжной эксплуатации городских автобусов требует регулярного контроля их технического состояния, для чего современные методы диагностики позволяют получать обширные объёмы данных о работе различных систем и узлов транспортных средств. Однако эффективное использование этих данных невозможно без их систематизации и ранжирования по степени влияния на безопасность и надёжность автобусов, что позволяет специалистам концентрировать внимание на наиболее критичных компонентах, оптимизировать процессы технического обслуживания и предотвращать аварийные ситуации. Традиционные подходы к диагностике, основанные на субъективных наблюдениях механиков и регулярных инспекциях, уступают место автоматизированным системам, которые с помощью датчиков и компьютерных алгоритмов обеспечивают сбор и обработку больших массивов информации, но при этом создают потребность в разработке методик ранжирования диагностических данных по их важности.

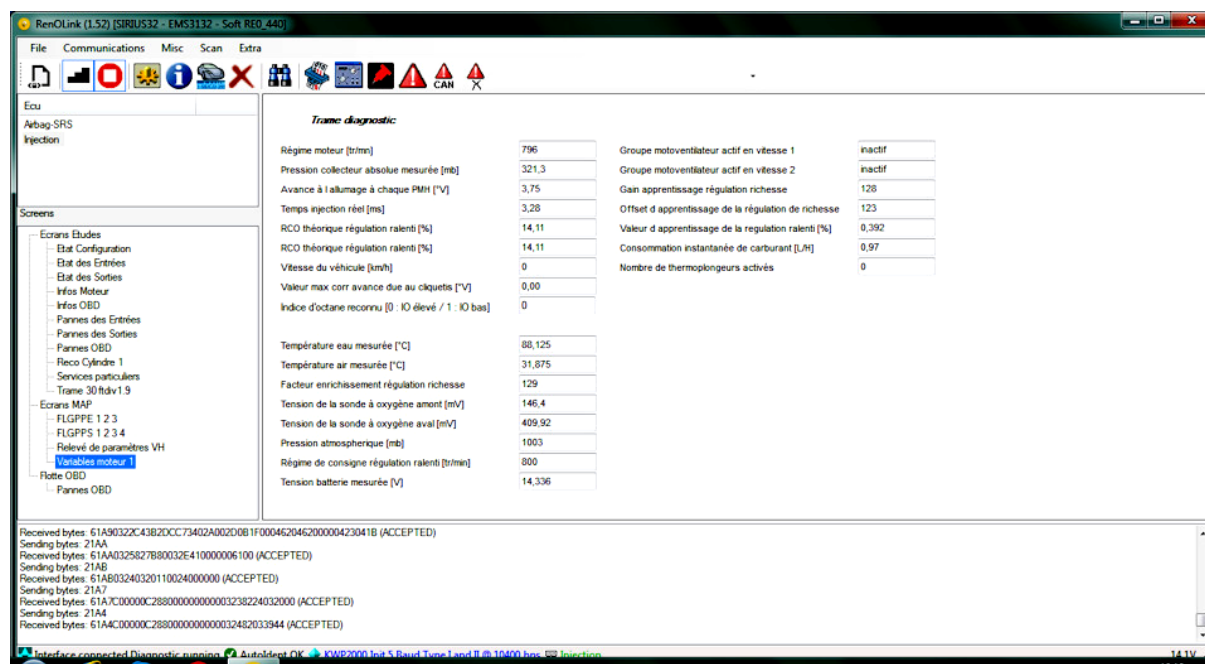


Рисунок 1 – Различные диагностические данные, полученные программой RenOLink (заимствовано из [1])

В качестве критериев ранжирования выступают такие параметры, как степень риска аварии, частота появления дефектов, затраты на ремонт и продолжительность простоя транспорта, а алгоритмы ранжирования предполагают присвоение каждому параметру весового коэффициента, что позволяет формировать итоговый рейтинг и быстро выявлять ключевые области для вмешательства. Практическое применение ранжированных данных способствует оптимизации графиков технического обслуживания, снижению финансовых затрат и повышению безопасности дорожного движения за счёт своевременного устранения наиболее опасных неисправностей, а дальнейшее развитие этого направления связано с совершенствованием алгоритмов, интеграцией новых технологий и созданием универсальных платформ для обработки диагностической информации в режиме реального времени.

В современной практике технического обслуживания автобусов применяется широкий спектр алгоритмов ранжирования диагностических данных, каждый из которых обладает своими особенностями, преимуществами и сферами применения. Рассмотрим самые основные из них.

Метод весовых коэффициентов предполагает, что каждому диагностическому показателю присваивается определённая значимость (вес), отражающая его влияние на техническое состояние автобуса – эти значения определяются либо экспертным путём, либо на основе анализа статистики. Затем для каждого агрегата или системы рассчитывается суммарный балл, что позволяет выделить наиболее важные и уязвимые элементы. Использование метода весовых коэффициентов позволяет учесть конкретную специфику отдельных автотранспортных предприятий разного масштаба.

Иной метод, метод анализа иерархий, использует набор разнообразных критериев, выстроенных в определённом иерархическом порядке. Особенность этого метода состоит в попарном сравнении отдельных параметров по каждому критерию. После этого проводят вычисление итоговых весов. Такой подход позволяет учесть большое число разных факторов, характеризующих работу автобусов.

Методы статистического анализа используют такие показатели, как частота возникновения дефекта, средняя стоимость ремонта и среднее время простоя, по которым осуществляется ранжирование параметров, что обеспечивает прозрачность и простоту интерпретации результатов, а также подходит для экспресс-анализа и формирования отчётности.

Разнообразные методы машинного обучения, такие как случайный лес, градиентный бустинг и, конечно, нейронные сети, проводят анализ накопленных исторических данных о неисправностях и отказах и их результатах. На этой основе происходит выявление тех диагностических параметров, которые непосредственно связаны с аварийными отказами.

Это решение особенно актуально для крупных автопарков, обладающих значительными массивами накопленной информации, поскольку обеспечивает автоматизацию процесса ранжирования и позволяет выявлять скрытые, не-

очевидные зависимости между техническими показателями автобусов и отказами.

Метод FMEA (анализ видов и последствий отказов) предусматривает оценку для каждого возможного отказа его тяжести, вероятности возникновения и возможности обнаружения, на основе чего рассчитывается приоритетное число риска (ПЧР), по которому и осуществляется ранжирование; этот системный подход широко применяется в инженерной практике для оценки надёжности сложных технических систем и позволяет проактивно управлять рисками.

Методы многокритериальной оптимизации учитывают несколько противоречивых критериев, например минимизацию затрат при максимизации безопасности, с помощью методов линейного программирования, метода Парето и других, что позволяет находить компромиссные решения между различными целями и особенно востребовано для стратегического планирования технического обслуживания.

Таким образом, выбор конкретного алгоритма ранжирования определяется масштабом автопарка, объёмом и качеством доступных данных, а также стратегическими целями управления техническим состоянием автобусов: для небольших предприятий часто достаточно метода весовых коэффициентов или статистического анализа, для крупных транспортных компаний и интеллектуальных систем управления парком предпочтительны методы машинного обучения и многокритериальной оптимизации, а в условиях повышенных требований к безопасности целесообразно использовать FMEA и АНР.

Однако мир меняется, и развитие новых методов анализа диагностической информации открывают широкие перспективы для интеграции прогнозных моделей и искусственного интеллекта в процесс организации технического обслуживания автобусного парка. Современные алгоритмы машинного обучения позволяют обнаруживать ранее невидимые взаимосвязи между различными техническими показателями транспортного средства, обеспечивая точное выявление даже малозаметных отклонений в работе механизмов и узлов. Благодаря этому появляется возможность прогнозирования вероятности появления тех или иных неисправностей значительно раньше момента их реального проявления.

Такой подход помогает перейти от традиционной системы планово-предупредительного ремонта, основанной исключительно на временных интервалах и установленных регламентах, к предиктивной модели обслуживания. Система предиктивного обслуживания базируется на проведении ремонтов не на формальном учёте отработанного времени или пройденного пробега автобуса, а на основе текущего состояния какого-либо узла, определяемого диагностическими методами.

Таким образом, внедрение цифровизации обеспечит создание «цифрового двойника» каждого автобуса на предприятии. Этот цифровой двойник позволит постоянно получать и обрабатывать данные о текущем состоянии конкретного автобуса.

В этот объём данных могут входить такие параметры как проведение планового технического обслуживания, разные ремонтные работы, значения показателей изнашивания деталей и компонентов. Такой регулярный мониторинг текущей технической информации позволит повысить уровень управляемости технической службы автотранспортного предприятия, позволит гибче планировать закупку запасных частей и эксплуатационных материалов.

Список литературы:

1. Компьютерная диагностика. Статья написана для сайта «www.drive2.ru» // сайт. URL: <https://www.drive2.ru/l/556950469298094377> (дата обращения 25.03.2026). – Текст : электронный.