УДК 004.6:629.331

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ

Бабкина А.С., Потапова С.В., Авадэни Ю.И., Куликова О.М.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск, e-mail: alina_babkina_s@mail.ru

Статья посвящена исследованию влияния конструктивных особенностей и технического состояния подвижного состава на качество эксплуатации автотранспортных средств на основании анализа слабоструктурированных и текстовых данных. На основании анализа отзывов водителей и пассажиров, размещаемых в интернете, разработан интегральный показатель качества эксплуатации автотранспортных средств и методика его расчета с применением теории систем, методов распознавания образов, экспертного, лингвистического и когнитивного анализа данных. Структура данного показателя включает два уровня: первый уровень задают показатели, определяющие эксплуатационные характеристики оцениваемого автотранспортного средства, второй уровень – декомпозируемые показатели, формирующие показатели первого уровня. Расчет интегрального показателя качества эксплуатации автотранспортных средств производится путем свертки показателей от второго уровня к первому на основании разработанных правил. Предложенный интегральный показатель качества эксплуатации автотранспортных средств прост для применения и позволяет с достаточной точностью оценить уровень качества эксплуатации любого автотранспортного средства. Применение разработанного интегрального показателя качества эксплуатации автотранспортных средств при решении прикладных задач проектирования и производства позволит повысить эффективность управления в сфере автомобилестроения в рамках импортозамещения и развития отечественной экономики.

Ключевые слова: качество эксплуатации автотранспортных средств, эксплуатационные характеристики, автотранспортные средства, интегральный показатель

COMPREHENSIVE EVALUATION OF THE OPERATION OF MOTOR VEHICLES ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF SEMI-STRUCTURED DATA

Babkina A.S., Potapova S.V., Avadeni Yu.I., Kulikova O.M.

Siberian State Automobile and Road University, Omsk, e-mail: alina_babkina_s@mail.ru

The article is devoted to the study of the influence of design features and technical condition of the rolling stock on the quality of vehicle operation based on the analysis of weakly structured and text data. Based on the analysis of feedback from drivers and passengers placed in the Internet environment, an integral indicator of the quality of vehicle operation and a methodology for calculating it using the theory of systems, methods of pattern recognition, expert, linguistic and cognitive data analysis have been developed. The structure of this indicator includes two levels: the first level specifies the indicators that determine the performance characteristics of the estimated vehicle, the second level – decomposable indicators that form the first level indicators. Calculation of the integral indicator of the quality of operation of vehicles is made by converting indicators from the second level to the first based on the developed rules. The proposed integral indicator of the quality of operation of vehicles is simple to use and allows to estimate with a high degree of accuracy the level of operation quality of any motor vehicle. Application of the developed integral indicator of the quality of operation of vehicles in solving applied design and production problems will improve the management efficiency in the automotive industry within the framework of import substitution and development of the domestic economy.

Keywords: quality of operation of vehicles, performance characteristics, vehicles, integrated indicator

Актуальность исследования вопросов управления качеством эксплуатации автотранспортных средств (АТС) обусловлена тем, что повышение количества эксплуатируемых автомобилей и внедрение инновационных подходов к проектированию и производству автомобилей способствует увеличению числа подрывных инноваций в области автомобилестроения и переходу автомобилей на новые виды топлива. В связи с этим возрастает роль управления качеством в области создания и эксплуатации АТС, представляющего собой сложный многоаспектный процесс, требующий оценки множества параметров и разработки комплекса оперативных и стратегических решений, направленных на соответствие требованиям, предъявляемым к данному классу систем [1–3].

В современной науке разработано множество различных подходов к оценке качества АТС [4–6], однако существующие методики и алгоритмы не позволяют проводить комплексную оценку качества их эксплуатации с достаточной точностью. Это обусловлено такими объективными причинами, как рост количества эксплуатируемых АТС и увеличение периода их эксплуатации и, как следствие, увеличение объема информации об их эксплуатации. Значительная часть такой информации представлена в слабоструктурированной форме, в том

числе в виде отзывов водителей на различных интернет-порталах (Drom.ru (https://www.drom.ru), AUTO.RIA (https://auto.ria.com) и др.).

Цель исследования: разработать алгоритм комплексной оценки качества эксплуатации АТС на основании анализа слабоструктурированных данных.

Материалы и методы исследования

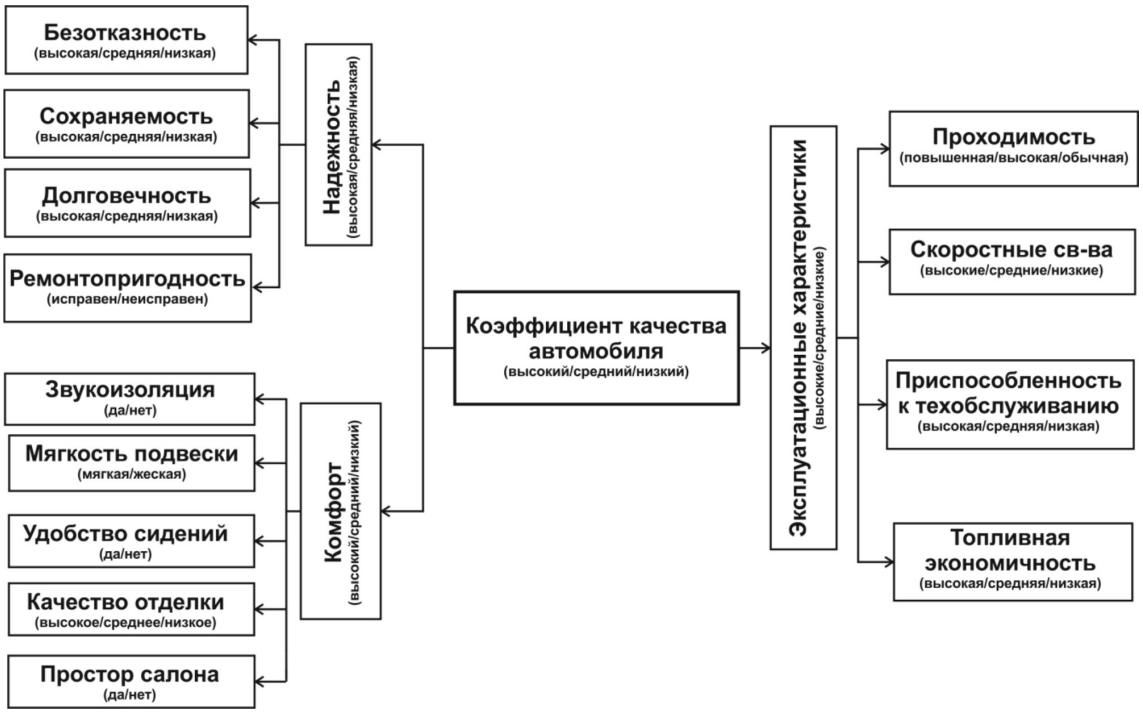
Для разработки алгоритма управления качеством эксплуатации АТС использованы методы оценки качества в данных системах, теория систем, методы анализа слабоструктурированных данных.

В качестве основных источников информации, необходимых для оценки качества эксплуатации АТС, были использованы: нормативные документы на бумажных носителях [7–9]; данные сайта Drom.ru; отзывы водителей об эксплуатации отечественных и зарубежных АТС за период 2014–2017 гг.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании результатов анализа опубликованных трудов отечественных и зарубежных ученых [10, 11] разработан интегральный показатель качества эксплуатации АТС и алгоритм его расчета. На рисунке приведена структура интегрального показателя качества эксплуатации АТС, включающая два уровня. Первый уровень задают показатели, характеризующие, надежность, комфорт и эксплуатационные характеристики оцениваемого АТС. Каждый из данных показателей декомпозируется на дополнительные показатели, характеризующие показатели первого уровня и формирующие второй уровень структуры интегрального показателя. Опишем каждый показатель, входящий в структуру интегрального показателя качества эксплуатации АТС и приведем правила расчета данного показателя – свертки показателей от второго уровня к первому.

Надежность определяется как свойство АТС сохранять свои показатели в установленных пределах, характеризующих его способность выполнять свои функции в заданных условиях (может быть высокой, средней, низкой). В группу показателей, задающих надежность АТС, входят: безотказность (работоспособность в течение установленного периода); сохраняемость (безотказность и ремонтопригодность после длительного простоя); долговечность (работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе техобслуживания АТС); ремонтопригодность (поддержание работоспособного состояния путем проведения техобслуживания и ремонтов).



Структура интегрального показателя качества эксплуатации АТС

Длительность временных периодов для указанных показателей определяется эксплуатационными характеристиками оцениваемых АТС. Данные показатели измеряются в порядковой шкале с присвоением значения «Низкий», «Средний», «Высокий». Для оценки показателей на начальном этапе создается либо банк ключевых слов и словосочетаний, либо совокупность ассоциативных правил, позволяющих решать задачи распознавания образов на основании анализа слабоструктурированных и текстовых данных [12]. Значения данных показателей определяются на основе методов экспертного анализа или нейронных сетей распознавания образов с применением данного банка или ассоциативных правил. В табл. 1 приведены правила свертки вышеуказанных показателей для оценки надежности АТС.

Комфорт – ключевая характеристика АТС, от которой зависят психофизиологические показатели водителя, определяющие безаварийность и длительность вождения данного АТС. В группу показателей, характеризующих комфорт АТС, входят: звукоизоляция салона (способность снижать уровень внешнего шума в салоне АТС); мягкая подвеска (способность амортизировать внешние неровности дороги); удобство сидения (определяется на основании опроса водителей и пассажиров); качество отделки салона; просторность салона. Каждому из показателей, характеризующих комфорт АТС, по мнению водителя и пассажиров, присваивается либо значение «Да», либо «Нет». Расчет показателя комфорта АТС определяется аналогично показателю надежности АТС. Правила свертки показателей для оценки комфорта АТС приведены в табл. 2.

Таблица 1

Правила свертки показателей для оценки надежности АТС

Безотказность	Сохраняемость	Долговечность	Ремонтопригодность	Надежность
Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкая	Низкая
Низкая	Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкая
Низкая	Низкая	Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая
Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя
Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Средняя	Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средняя
Средняя	Средняя	Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя
Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Высокая	Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокая
Высокая	Высокая	Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая

Эксплуатационные качества АТС, связанные с его движением, определяют эффективность и качество его использования в заданных условиях и включают: проходимость (способность двигаться по плохим дорогам и в условиях бездорожья); скоростные свойства (определяют производительность АТС и характеризуют его способность перевозить грузы (пассажиров) с наименьшей затратой времени); приспособленность к техническому обслуживанию (определяет простоту, легкость и удобство выполнения работ по техобслуживанию АТС с наименьшей затратой времени и средств); топливная экономичность (определяет расход топлива в процессе езды при различных дорожно-эксплуатационных условиях) [13, 14].

Присвоение значений «Высокая», «Средняя», «Низкая» вышеуказанным показателям зависит от характеристик оцениваемых АТС. Правила свертки показателя для оценки эксплуатационных качеств АТС приведены в табл. 3. Данный показатель может принимать значения высокие, средние, низкие.

Таблица 2

Правила свертки показателей для оценки комфорта АТС

Эффективность звукоизоляции	Мягкие подвески	Удобные сидения	Качество отделки салона	Просторный салон	Комфорт
Да/Нет	Нет	Нет	Низкое	Нет	Низкий
Нет	Да/Нет	Нет	Низкое	Нет	Низкий
Нет	Нет	Да/Нет	Низкое	Нет	Низкий
Нет	Нет	Нет	Низкое/ Среднее/ Высокое	Нет	Низкий
Нет	Нет	Нет	Низкое	Да/Нет	Низкий
Нет	Нет	Да	Высокое/ Среднее	Да	Средний
Да	Да	Нет	Среднее	Нет	Средний
Нет	Да	Нет	Высокое/ Среднее	Да	Средний
Да	Да	Да	Низкое	Нет	Средний
Да/Нет	Да	Да	Высокое	Да	Высокий
Да	Да/Нет	Да	Высокое	Да	Высокий
Да	Да	Да/Нет	Высокое	Да	Высокий
Да	Да	Да	Низкое/ Среднее/ Высокое	Да	Высокий
Да	Да	Да	Высокое	Да/Нет	Высокий

Таблица 3

Правила свертки показателя для оценки эксплуатационных качеств АТС

Проходимость	Скоростные свойства	Приспособленность к техническому обслуживанию	Топливная экономичность	Эксплуатационные качества
Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкие	Низкая	Низкая	Низкие
Низкая	Низкие/ Средние/ Высокие	Низкая	Низкая	Низкие
Низкая	Низкие	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкие
Низкая	Низкие	Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкие

Окончание табл. 3

Проходимость	Скоростные свойства	Приспособленность к техническому обслуживанию	Топливная экономичность	Эксплуатационные качества
Низкая/ Средняя/ Высокая	Средние	Средняя	Средняя	Средние
Средняя	Низкие/ Средние/ Высокие	Средняя	Средняя	Средние
Средняя	Средние	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средние
Средняя	Средние	Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средние
Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокие	Высокая	Высокая	Высокие
Высокая	Низкие/ Средние/ Высокие	Высокая	Высокая	Высокие
Высокая	Высокие	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокие
Высокая	Высокие	Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокие

Таблица 4

Правила свертки показателей для оценки качества эксплуатации АТС

Надежность	Комфорт	Эксплуатационные свойства	Качество эксплуатации
Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкая	Низкая
Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая	Низкая
Низкая	Низкая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Низкая
Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя	Средняя
Средняя	Средняя	Низкая/ Средняя/ Высокая	Средняя
Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая	Высокая
Высокая	Высокая	Низкая/ Средняя/ Высокая	Высокая

В табл. 4 приведены правила свертки показателей для оценки качества эксплуатации АТС. Данному интегральному показателю может быть присвоено одно из значений: высокое, среднее, низкое в зависимости от значений вышеуказанных показателей.

Выводы

Качество эксплуатации АТС является одним из ключевых факторов как при их создании, так и при их выборе и приобретении. В настоящее время существующие методы и алгоритмы не способны с достаточной точностью решать задачи оценки качества эксплуатации современных АТС на основании анализа слабоструктурированных и текстовых данных. Это требует разработки нового подхода к оценке данного показателя с применением методов лингвистического и экспертного анализа, методов и алгоритмов распознавания образов. С применением указанных методов и алгоритмов разработан интегральный показатель оценки качества эксплуатационных качеств АТС, его структура и правила расчета данного показателя. В его структуру входят показатели, определяющие надежность, комфорт и эксплуатационные свойства оцениваемого АТС, которые декомпозируются на дополнительные показатели. Значения всех данных показателей задаются в номинальной шкале. Расчет показателей каждого уровня выполняется на основании правил свертки показателей нижнего уровня. Применение разработанного интегрального показателя качества эксплуатации АТС позволит с достаточной точностью решать задачи проектирования новых АТС и оценки их эксплуатации в различных условиях.

Список литературы

1. Вахромеев А.М. Обеспечение надежности и качества колес автотранспортных средств // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2015. № 3 (5). С. 1.

2. Макенов А.А., Мустафин Ж.К. Комплексная оценка качества эксплуатации автотранспортных средств // Вестник КГУСТА. 2016. № 4 (54). С. 22–28.

3. Ременцов А.Н., Зенченко В.А. Теоретическое и методическое обеспечение оценки качества и конкурентоспособности большегрузных автомобилей // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). 2006. № 6. С. 41–48.

4. Кузнецов Д.О. Методы оценки качества автомобилей с точки зрения потребителей // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2009. № 6 (74). С. 67–70.

5. Мамин Л.Р. Сравнительный анализ эксплуатационной эффективности автотранспортных средств // Евразийский союз ученых. 2014. № 8–8. С. 75–77.

6. Ременцов А.Н., Зенченко В.А., Чернышов А.Е. Теоретическое и методическое обеспечение оценки качества и конкурентоспособности большегрузных автомобилей // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). 2006. № 6. С. 41–48.

7. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-27-002-89 (дата обращения: 21.12.2018).

8. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-27-002-89 (дата обращения: 21.12.2018).

9. ГОСТ Р 53827-2010. Автомобильные транспортные средства. Пружины цилиндрические винтовые, торсионы, стабилизаторы подвески. Технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53827-2010 (дата обращения: 21.12.2018).

10. Сидельникова Е.Г. Методика определения комплексной оценки качества сложных технических систем автомобилей и подъемно-транспортного оборудования // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 25. № 2 (25) [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1688 (дата обращения: 21.12.2018).

11. РД 37.009.026-92 «Положение о техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств, принадлежащих гражданам (легковые и грузовые автомобили, автобусы, минитрактора)» [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200034663 (дата обращения: 21.12.2018).

12. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. СПб.: Питер, 2012. 706 с.

13. Фасхиев Х.А., Крахмалева А.В. Методика оценки качества автомобилей // Экономическое возрождение России. 2006. № 2. С. 57–62.

14. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984) [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/901788952 (дата обращения: 21.12.2018).