

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВТОТОВАРОВЕДЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

И.В. Ворожейкин ¹, Д.В. Сокол ²

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

¹ igor.vorozheikin@mail.ru

² daniil.sokol.05@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается создание нового метода для определения ремонтных воздействий для запасных частей транспортных средств при проведении автотовароведческих экспертиз.

Ключевые слова: автотовароведческая экспертиза, исследование повреждений транспортных средств, запасные части, ремонтные воздействия, машинное обучение

ENHANCEMENT OF THE METHOD FOR DETERMINING REPAIR IMPACTS ON VEHICLE SPARE PARTS IN AUTOMOTIVE TECHNICAL EXPERTISE

I.V. Vorozheikin ¹, D.V. Sokol ²

^{1,2} Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

¹ igor.vorozheikin@mail.ru

² daniil.sokol.05@mail.ru

Abstract. This article presents the development of a novel method for identifying repair impacts on vehicle spare parts during automotive commodity research examinations.

Keywords: vehicle technical expertise, damage assessment, spare parts, repair identification, machine learning.

На сегодняшний день, автотовароведческая экспертиза является одним из самых востребованных видов экспертиз при разрешении судебных споров, касающихся транспорта. Зачастую в материалах дела, предоставленных экспертам на проведение экспертизы, имеется незначительное количество фотографий исследуемого ТС, при этом произвести его осмотр невозможно в связи тем, что оно отремонтировано или продано. При таких обстоятельствах эксперты вынуждены делать выводы о назначении ремонтных воздействий на поврежденные запасные части по малоинформативным фотографическим снимкам или же видеоматериалам. Зачастую такие условия проведения экспертизы приводят к значительным ошибкам, допускаемым экспертами, что в свою очередь влияет на итоговую стоимость восстановительного ремонта ТС, как следствие, на итоговые выводы судебной экспертизы. В связи с этим, возникает необходимость в разработке современных технических решений, а именно создание высокотехнологичного программного обеспечения (ПО) для определения необходимых ремонтных воздействий, на основании фотографий поврежденных ТС. Что значительно сократит трудозатраты экспертов и минимизирует вероятность ошибки при проведении

экспертиз. А также способствует удобству потребителей при выборе и покупке запасных частей автомобиля, основываясь на их финансовых и временных предпочтениях.

Современная методология проведения автотовароведческой экспертизы, в части оценки запасных частей и кузовных элементов на предмет ремонтных воздействий, базируется преимущественно на эмпирическом подходе. Это означает, что экспертам приходится ездить на осмотры в разные места, что дорого обходится, особенно в странах с большой территорией. Кроме того, если продавец оспаривает оценку, все стороны в итоге теряют время и ценные ресурсы. Помимо этого, у потребителей, обращающихся в экспертные агентства, не всегда имеется возможность осмотреть автомобиль в очном формате. Поэтому для принятия дальнейшего решения они полагаются на фотографии, предоставленные продавцом/дилером. Несмотря на использование специализированного инструментария, данный подход характеризуется рядом системных недостатков таких как: высокая степень субъективности, ограниченность возможностей инструментального контроля и отсутствие стандартизированных количественных критериев. Таким образом, современная практика автотовароведческой экспертизы в части определения ремонтных воздействий сталкивается с фундаментальными проблемами, связанными с преобладанием субъективно-эмпирической составляющей над объективно-количественной.

Выявленные системные недостатки традиционной методологии создают потребность в поиске принципиально новых подходов. Таковым подходом, принимающим современные принципы, является интеграция технологий искусственного интеллекта, а именно методов машинного обучения в совокупности с компьютерным зрением, в процесс автотовароведческой экспертизы.

Задачей предлагаемого решения является создание программного обеспечения, интегрирующего передовые методы машинного обучения с действующей в Российской Федерации нормативно-методической базой. Ключевым отличием от зарубежных аналогов является ориентация системы на соблюдение требований таких документов, как Методические рекомендации по проведению судебных автотехнических экспертиз и исследований колесных транспортных средств в целях определения размера ущерба, стоимости восстановительного ремонта и оценки». Это обеспечит не только техническую точность, но и юридическую значимость формируемого заключения, делая его пригодным для использования в судебных и страховых случаях.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта СПбГАСУ на 2025 год.

В предлагаемом ПО можно выделить следующие основные модули работы (Рисунок 1).

Подготовка и ввод данных. Это начальная стадия, где система собирает всю необходимую информацию для анализа. На данном этапе пользователь загружает в систему информацию об автомобиле (тип, марка, модель, модификация, год изготовления, рабочий объём и мощность двигателя, тип ЛКП, основные технические характеристики и комплектация). Загружаются несколько высококачественных фотографий автомобиля с разных ракурсов, акцентирующие внимание на поврежденных областях.

Анализ изображений. Это ядро системы, где искусственный интеллект анализирует загруженные фотографии. Загруженные фотографии поступают в нейросетевые модели компьютерного зрения. Алгоритм определяет и выделяет на изображении контуры основных частей автомобиля: дверь, крыло, бампер, фара, капот и т.д.

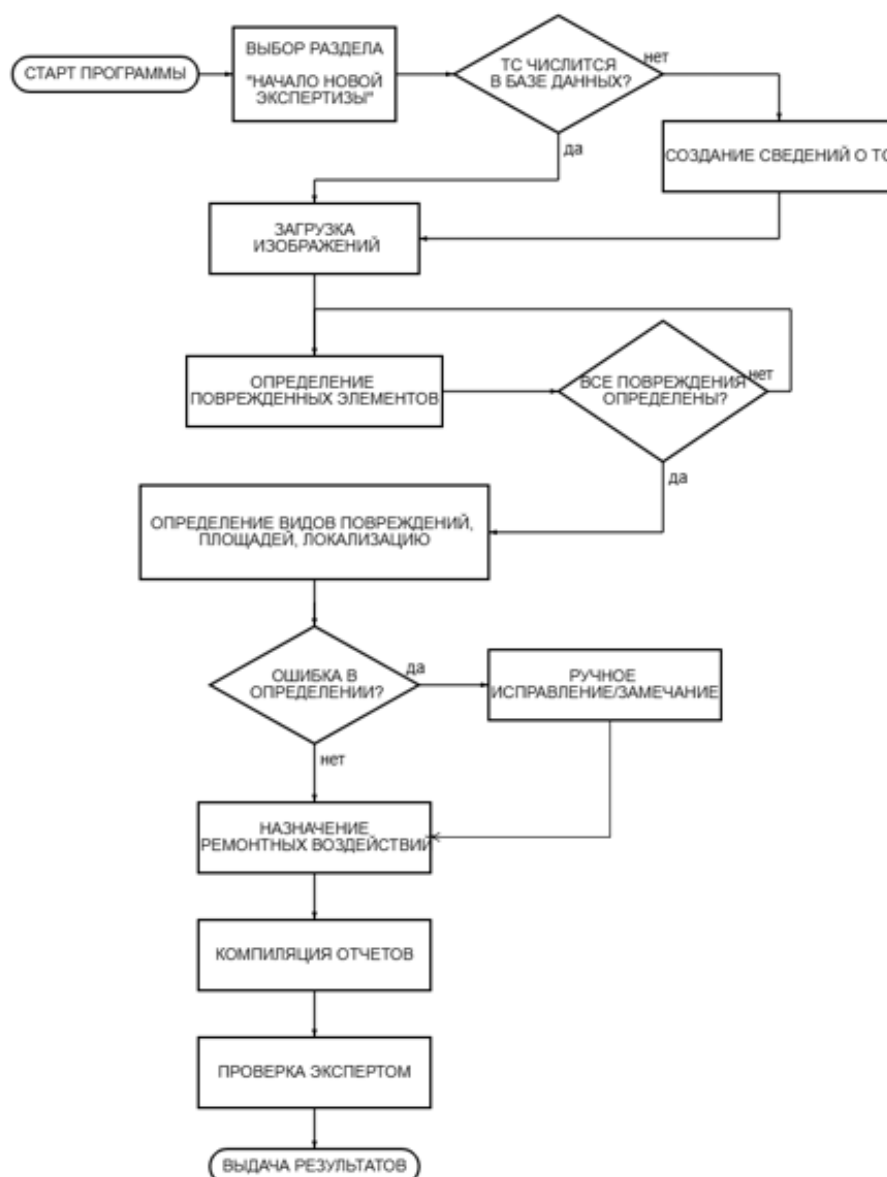


Рисунок 1 – Блок-схема работы предлагаемого ПО
Figure 1 – Block diagram of the proposed software

Затем внутри выделенных частей алгоритм ищет, локализует и классифицирует повреждения: царапины, вмятины, сколы, разрывы. Результаты работы AI-модуля формализуются, создается структурированный список всех найденных повреждений. Для каждого повреждения указывается: часть ТС, тип повреждения, координаты на изображении, уникальный номер для связи с дальнейшим алгоритмом.

Глубокий анализ и формализация ремонтных воздействий. На данном этапе система переходит от идентификации повреждений к формализации ремонтных воздействий и расчету стоимости. Это ядро экспертной оценки, и алгоритм работает в строгом соответствии с нормативными источниками и рекомендациями.

Разработка и внедрение описанного усовершенствованного метода позволит достичь значительного повышения эффективности процесса автотовароведческой экспертизы. Оценка эффективности проводится по трем критериям: производительность труда эксперта, экономическая целесообразность, качество результата.

Основой повышения производительности от внедрения системы заключается в кардинальном сокращении времени на проведение экспертизы за счет автоматизации ручных операций таких как: составление дефектной ведомости, ручной поиск аналогов запчастей, определение необходимых восстановительных работ, нормо-часов и расчет стоимости. Система автоматически формирует структурированный проект заключения, который эксперту остается лишь проверить и, при необходимости, скорректировать. Это сокращает время на оформление примерно на 80% (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение временных затрат на проведение экспертизы
Table 1 – Comparison of time spent on examination

Наименование этапа экспертизы	Традиционный метод, час.	С использованием усовершенствованного метода	Экономия времени, %
Обработка фото, составление дефектной ведомости	0,5-1,0	0,1-0,2	80
Классификация повреждений и ремонтных воздействий	0,2-0,3	0,05	75
Расчет стоимости	0,2-0,3	0,02	90
Оформление заключения	0,5-1,0	0,1-0,2	80
-	1,4-2,6	0,27-0,47	81

Совершенствование метода определения ремонтных воздействий для запасных частей транспортных средств путем разработки и теоретического обоснования архитектуры программного комплекса на основе искусственного интеллекта, позволит в перспективе обеспечить повышение уровня достоверности, объективности и эффективности автотехнических экспертиз.

Проведена оценка эффективности предложенного метода, которая показала его высокую практическую значимость. Внедрение комплекса позволит сократить время проведения одной экспертизы примерно на 80%, повысив производительность труда эксперта в 3-4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Методические рекомендации по проведению судебных автотехнических экспертиз и исследований колёсных транспортных средств в целях определения размера ущерба, стоимости восстановительного ремонта и оценки. М.: ФБУ РФПЦСЭ при Минюсте России, 2018 г.
- 2 Namam A. Mohammed, Moayad Y. Potrus, Abbas M. Ali. Deep Learning Based Car Damage Classification and Cost Estimation / ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences The official scientific journal of Salahaddin University-Erbil // ZJPAS: 2023, 35(1): 1-9 URL: <https://zancojournal.su.edu.krd/index.php/JPAS/article/view/303/236>.
- 3 R.E. van Ruitenbeek. S. Bhulai. Convolutional Neural Networks for vehicle damage detection / Machine Learning with Applications Volume 9, 15 September 2022 - URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666827022000433?pes=vor&utm_source=wiley&getft_integrator=wiley#b9.
- 4 Panumate Chetprayoon, Miki Katsuragi URL: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/identifying-vehicle-damage-effectively-with-explainable-ai>.
- 5 Md Jahid Hasan, Cong Kha Nguyen, Yee Ling Boo, Hamed Jahani, Kok-Leong Ong. Vehicle Damage Detection Using Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review. URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/widm.70027>

- 6 Евтюков С. А., Васильев Я. В. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах. СПб.: Издательский дом Петрополис, 2012. 323 с.
- 7 Евтюков С. А., Васильев Я. В. Экспертиза ДТП: методы и технологии. СПб., СПбГАСУ. 2012. 310 с.

REFERENCES

- 1 Methodological Recommendations for Conducting Forensic Automotive Technical Examinations and Studies of Wheeled Vehicles for the Purpose of Determining the Amount of Damage, Cost of Restoration Repair and Assessment. Moscow: Federal Budgetary Institution «Russian Federal Centre of Forensic Expertise» of the Ministry of Justice of the Russian Federation, 2018.
- 2 Namam A. Mohammed, Moayad Y. Potrus, Abbas M. Ali. Deep Learning Based Car Damage Classification and Cost Estimation / ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences The official scientific journal of Salahaddin University-Erbil // ZJPAS: 2023, 35(1): 1-9 URL: <https://zancojournal.su.edu.krd/index.php/JPAS/article/view/303/236>.
- 3 R.E. van Ruitenbeek. S. Bhulai. Convolutional Neural Networks for vehicle damage detection/ Machine Learning with Applications Volume 9, 15 September 2022 - URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666827022000433?pes=vor&utm_source=wiley&getft_integrator=wiley#b9.
- 4 Panumate Chetprayoon, Miki Katsuragi URL: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/identifying-vehicle-damage-effectively-with-explainable-ai>.
- 5 Md Jahid Hasan, Cong Kha Nguyen, Yee Ling Boo, Hamed Jahani, Kok-Leong Ong. Vehicle Damage Detection Using Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review. URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/widm.70027>
- 6 Evtyukov S. A., Vasilyev Ya. V. Reconstruction and Examination of Traffic Accidents in Examples. St. Petersburg: Petropolis Publishing House, 2012. 323 p.
- 7 Evtyukov S. A., Vasilyev Ya. V. Examination of Traffic Accidents: Methods and Technologies. St. Petersburg, SPbGASU. 2012. 310 p.