

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА/OPERATION OF ROAD TRANSPORT**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.35> EDN: XZBPKY**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СЦЕНАРИИ СНИЖЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЯ**

Научная статья

Меньшикова Т.В.^{1,*}, Меньшиков И.А.²¹ORCID : 0000-0003-4216-0494;^{1,2} Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (tmenshikova[at]lan.spbgasu.ru)

Предложена: 27.02.2026; Принята: 22.05.2026; Опубликовано: 17.06.2026

Аннотация

В работе проведена экспертная оценка влияния факторов, связанных с условиями эксплуатации автомобиля, на возникновение неисправностей и снижение показателей его надежности. В качестве инструмента анализа выбран метод решающих матриц Г.С. Поспелова. В результате обработки экспертных анкет построена трехуровневая модель «факторы влияния — виды неисправностей — сценарии снижения надежности автомобиля», рассчитаны структура рисков неисправностей автомобиля (как промежуточный результат) и априорные вероятности возможных сценариев снижения надежности автомобиля. Модель может быть использована для анализа зависимости рисков возникновения неисправностей систем автомобиля и сценариев снижения надежности под воздействием различных факторов.

Ключевые слова: условия эксплуатации автомобиля, показатели надежности автомобиля, экспертные оценки.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON SCENARIOS FOR REDUCED VEHICLE RELIABILITY

Research article

Menshikova T.V.^{1,*}, Menshikov I.A.²¹ORCID : 0000-0003-4216-0494;^{1,2} Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (tmenshikova[at]lan.spbgasu.ru)

Suggested: 27.02.2026; Accepted: 22.05.2026; Published: 17.06.2026

Abstract

The work conducts an expert assessment of the influence of factors related to vehicle operating conditions on the occurrence of faults and the reduction in reliability parameters. G.S. Pospelov's decision matrix method was selected as the analytical tool. Following the processing of expert questionnaires, a three-level model "influencing factors – types of faults – scenarios of reduced vehicle reliability" was constructed, and the risk structure of vehicle faults (as an intermediate result) and the a priori probabilities of possible scenarios of reduced vehicle reliability were calculated. The model can be used to analyse the relationship between the risks of vehicle system faults and scenarios of reduced reliability under the influence of various factors.

Keywords: vehicle operating conditions, vehicle reliability parameters, expert assessments.

Введение

По данным главы ассоциации «Российские автомобильные дилеры» в 2025 году количество легковых автомобилей в нашей стране увеличилось до 46,2 млн. штук, при этом, большинство из них — старше десяти лет, по итогам 2025-го года их доля составила 72%. Увеличение среднего возраста автомобилей повышает актуальность вопросов анализа условий эксплуатации, их влияния на изменение состояния автомобиля и показателей надежности. Условия эксплуатации автомобиля определяют не только скорость старения его агрегатов и систем, но и безопасность его использования [1]. В различных условиях показатели надежности автомобилей за одинаковую наработку будут неодинаковы, что может повлиять и на показатели эффективности технической эксплуатации [2].

Большинство классических работ отечественных исследователей, например, таких как Авдонькин Ф.Н., Денисов А.С., Захаров Н. С., Зорин В.А. и др., посвящены анализу влияния различных режимов работы и условий эксплуатации автомобиля на механические неисправности. В работах анализируются факторы, от которых зависит износ деталей и других агрегатов автомобиля, предлагаются методики определения зависимости износа деталей от пробега, прогнозирование износа [3], обосновываются закономерности изнашивания и разрушения деталей в процессе эксплуатации [4].

Современные публикации предлагают методики определения предельного возраста автомобилей с учетом интенсивности их использования [5], методики анализа и оценки опасности и рисков автомобильных транспортных средств при использовании в различных климатических условиях с целью повышения надёжности и безопасности эксплуатации автомобиля благодаря предупреждению отказов и предотвращению возможных аварий [6].



В XX веке обеспечение исправности механических систем автомобиля гарантировало его успешную эксплуатацию, но автомобиль XXI века — это сложная экосистема из большого количества компонентов, модулей и программ, поэтому большое значение приобретает состояние электроники и качество программного обеспечения. Влиянию условий эксплуатации автомобиля на возникновение неисправностей электрической системы и проблем, связанных с программным обеспечением блоков управления, уделяют внимание лишь единицы исследователей [7]. Однако, на наш взгляд, в современных условиях анализ именно этих видов неисправностей особенно актуален.

Целью данного исследования является оценка влияния факторов, связанных с условиями эксплуатации автомобиля, на возникновение неисправностей различного характера и потенциальное снижение показателей надежности. Особый интерес представляет оценка влияния условий эксплуатации автомобиля на неисправности электрической системы и проблемы с программным обеспечением.

Методы и принципы исследования

Для проведения исследования использованы экспертные оценки, которые эффективно дополняют методы математического моделирования и являются популярным инструментарием для подготовки и разработки решений в различных сферах [8]. Экспертные методы позволяют проводить анализ в условиях недостатка данных, когда отсутствует достаточный объем результатов статистических наблюдений.

С целью реализации выбранного метода авторами была разработана анкета, состоящая из трех частей, по которой был проведен опрос группы из 12 экспертов из сервисных центров BMW Санкт-Петербурга, Москвы, Новосибирска, Магадана, Батуми и др., имеющих большой опыт работы в сфере сервиса и ремонта автомобилей. Выбор экспертов из разных городов и природно-климатических зон позволил получить более общую информацию, не связанную с особенностями эксплуатации автомобилей в конкретных дорожных и климатических условиях.

Количественный и качественный состав группы экспертов был подобран таким образом, чтобы обеспечить достаточный уровень компетентности и согласованности [9].

Подробная информация об экспертах представлена в Табл. 1.

Таблица 1 - Сведения об экспертах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.35.1>

Номер эксперта	Возраст, лет	Уровень образования	Должность	Опыт работы в отрасли, лет
1	56	Специалитет, к.н.	Руководитель технической службы	27
2	36	Магистратура	Автодиагност	12
3	42	Среднее техническое	Автомеханик	20
4	47	Специалитет	Главный механик	23
5	44	Специалитет, к.н.	Доцент кафедры технической эксплуатации ТС	21
6	51	Специалитет	Главный механик	32
7	44	Среднее техническое	Автоэлектрик	24
8	45	Специалитет	Мастер-приемщик	19
9	52	Среднее техническое	Автослесарь	30
10	37	Специалитет	Сервисный инженер	14
11	51	Специалитет	Главный механик	27
12	47	Среднее техническое	Автомеханик	26

В первой части анкеты экспертам было предложено оценить шесть групп факторов, потенциально влияющих на состояние автомобиля, в зависимости от степени их важности. Самому важному, по мнению эксперта, фактору следовало присвоить 6 баллов и далее по убыванию. Наименее важному следовало присвоить 1 балл, повторы оценок не допускались.

В специальной литературе существуют различные подходы к классификации факторов, влияющих на условия эксплуатации автомобилей [10]. В данном исследовании была использована классификация, включающая следующие факторы [11]:

- дорожные условия и рельеф местности;
- условия и интенсивность движения;

- природно-климатические условия;
- сезонные условия;
- агрессивность окружающей среды;
- эксплуатационно-производственные факторы.

Вторая часть анкеты представляла собой таблицу «факторы влияния — риски возникновения неисправностей автомобиля», в каждой ячейке которой эксперты по пятибалльной шкале оценили степень влияния каждого из рассматриваемых факторов на риск возникновения трех основных видов неисправностей. Следовало использовать оценки от 1 до 5 в зависимости от силы влияния конкретного фактора на определенный вид неисправности, повторы оценок в этой части анкеты допускались, если эксперт считал, что фактор оказывает одинаковое влияние на разные виды неисправностей.

Классификация неисправностей автомобиля может быть произведена с использованием различных подходов и принципов [12], в данном исследовании классификация была проведена авторами работы по типам систем и компонентов автомобиля:

- неисправность механической части автомобиля;
- неисправность электрической системы автомобиля;
- проблемы, связанные с программным обеспечением блоков управления автомобиля.

Третья часть анкеты предполагала заполнение экспертами таблицы «риски возникновения неисправностей автомобиля — сценарии снижения надежности». Как и во второй части анкеты оценки влияния рисков неисправностей на сценарии снижения надежности автомобиля выставлялись по пятибалльной шкале с возможными повторами оценок.

Надежность можно охарактеризовать, как способность автомобиля выполнять функции по основному назначению в установленных условиях эксплуатации, сохраняя в заданном интервале времени или пробега заданные значения эксплуатационных показателей [13].

Надежность является сложным комплексным свойством, поэтому в экспертной анкете характеристика надежности включала в себя несколько составляющих: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

В качестве инструмента анализа анкет экспертов выбран метод решающих матриц Г.С. Поспелова [14].

Использовались следующие обозначения:

Φ_1, \dots, Φ_6 — факторы, потенциально влияющие на возникновение какого-либо вида неисправностей автомобиля H_1, H_2, H_3 .

$W=(w_1, \dots, w_6)$, $w_i \geq 0$ — вектор весов факторов, его компоненты характеризуют степень важности каждого фактора Φ_i , рассматриваемого в исследовании. Для расчета весовых коэффициентов средние значения оценок важности факторов, данных экспертами, необходимо разделить на сумму баллов по всем факторам, в результате получим нормированные коэффициенты: $\sum_{i=1}^6 w_i = 1$.

$A_{6 \times 3}=(a_{ij})$ — матрица «факторы \times риски», каждый элемент которой $a_{ij} \geq 0$ является оценкой влияния фактора Φ_i на увеличение риска возникновения неисправности H_j , $i = 1, 6$, $j = 1, 3$. Для расчета элементов матрицы средние значения экспертных оценок степени влияния факторов на возникновение неисправностей нормировали по строкам таблицы делением каждого значения на сумму элементов строки.

Матрица $P_{1 \times 3}$, равная произведению матриц $W_{1 \times 6}$ и $A_{6 \times 3}$, дает сравнительную оценку рисков неисправностей. Для анализа удобнее использовать соответствующей нормированной матрицей $D_{1 \times 3}=(d_j)$:

$$P_{1 \times 3} = W_{1 \times 6} \cdot A_{6 \times 3}; \quad d_j = \frac{p_j}{\sum_{l=1}^3 p_l} \rightarrow \sum_{j=1}^3 d_j = 1$$

$B_{3 \times 4}=(b_{jk})$ — матрица «риски неисправностей – сценарии снижения надежности автомобиля», каждый элемент которой $b_{jk} \geq 0$ — оценка влияния возникновения неисправности H_j на потерю надежности по сценарию C_k , $j = 1, 3$, $k = 1, 4$.

C_1, C_2, C_3, C_4 — возможные сценарии потери надежности автомобиля. Произведение матриц $d_{1 \times 3}$ и $B_{3 \times 4}$ после нормирования дает возможность оценить вероятность сценариев снижения надежности $V_{1 \times 4}=(v_k)$:

$$V_{1 \times 4} = d_{1 \times 3} \cdot B_{3 \times 4}; \quad v_k = \frac{n_k}{\sum_{s=1}^4 n_s} \rightarrow \sum_{k=1}^4 v_k = 1.$$

Результаты и обсуждение

Средние значения ранжирования факторов экспертами в первой части анкеты, представленные в Табл.2.

Таблица 2 - Средние значения экспертных оценок важности факторов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.35.2>

Факторы влияния	Средняя оценка степени влияния
Дорожные условия и рельеф местности	4,083
Условия и интенсивность движения	3,417
Природно-климатические условия	2,833
Сезонные условия	2,083
Агрессивность окружающей среды	3,167
Эксплуатационно-производственные факторы	4,583

В результате нормирования получены значения весовых коэффициентов факторов, которые представлены в виде матрицы-строки $W_{1 \times 6}$:

$$W_{1 \times 6} = (0,202 \quad 0,169 \quad 0,140 \quad 0,103 \quad 0,157 \quad 0,227) .$$

По мнению экспертов, наибольшее влияние на состояние автомобиля оказывают эксплуатационно-производственные факторы (0,227) и дорожные условия и рельеф местности (0,202); наименьшую оценку эксперты в среднем поставили группе факторов, связанных с сезонными условиями (0,103).

Обработка ответов экспертов на вторую часть анкеты позволила получить средние значения оценок степени влияния факторов на возникновение неисправностей, представленные в Табл.3.

Таблица 3 - Средние значения оценок степени влияния факторов на возникновение неисправностей

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.35.3>

Факторы влияния	Средние оценки степени влияния		
	Механические неисправности	Неисправность электрической системы	Проблемы с программным обеспечением
Дорожные условия и рельеф местности	4,583	2,000	2,333
Условия и интенсивность движения	4,833	2,417	1,833
Природно-климатические условия	3,167	3,250	2,667
Сезонные условия	3,000	3,167	2,500
Агрессивность окружающей среды	3,917	3,667	2,333
Эксплуатационно-производственные факторы	4,333	4,000	4,333

Нормированием средних значений оценок степени влияния факторов на возникновение неисправностей получены элементы матрицы рисков $A_{6 \times 3}$, элемент которой a_{ij} характеризует долю влияния i -го фактора на риск неисправности j -го вида:

$$A_{6 \times 3} = \begin{pmatrix} 0,514 & 0,224 & 0,262 \\ 0,532 & 0,266 & 0,201 \\ 0,348 & 0,358 & 0,294 \\ 0,346 & 0,365 & 0,288 \\ 0,394 & 0,370 & 0,235 \\ 0,342 & 0,316 & 0,342 \end{pmatrix}$$

Элементы матрицы $D_{1 \times 3}$ характеризуют долю риска возникновения конкретного вида неисправности в общей системе рисков, сформировавшихся под влиянием рассматриваемой системы факторов:

$$D_{1 \times 3} = (0,418 \quad 0,308 \quad 0,273) .$$

Таким образом, под воздействием шести рассматриваемых факторов механические неисправности возникают практически в 42% случаев, на проблемы с электрической системой автомобиля приходится почти 31% неисправностей, оставшиеся 27% — это проблемы с программным обеспечением блоков управления автомобиля. Следует отметить, что в результате обработки второй части анкет экспертов довольно высокая оценка (0,273) пришлась на риск возникновения проблем с программным обеспечением, а неисправности электрической системы по мнению экспертов составляют почти треть (0,308) всех случаев.

Аналогично обработаны средние оценки экспертов третьей части анкеты — таблицы «риски неисправностей-сценарии потери надежности автомобиля», представленные в Табл.4.

Таблица 4 - Средние значения оценок влияние неисправностей на показатели надежности автомобиля

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.35.4>

	Безотказность	Долговечность	Ремонтопригодность	Сохраняемость
Механические неисправности	4,583	2,000	2,333	4,583
Неисправность	4,833	2,417	1,833	4,833

	Безотказность	Долговечность	Ремонтопригодность	Сохраняемость
электрической системы				
Проблемы с программным обеспечением	3,167	3,250	2,667	3,167

Расчет элементов матрицы «риски неисправностей – сценарии снижения надежности автомобиля» дал следующий результат:

$$B_{3 \times 4} = \begin{pmatrix} 0,417 & 0,417 & 0,083 & 0,083 \\ 0,231 & 0,308 & 0,231 & 0,231 \\ 0,455 & 0,091 & 0,091 & 0,364 \end{pmatrix}.$$

После нормирования произведения матриц $d_{1 \times 3}$ и $B_{3 \times 4}$ получена оценка вероятностей сценариев снижения надежности:

$$V_{1 \times 4} = (0,369 \quad 0,294 \quad 0,131 \quad 0,205) .$$

Элементы матрицы сценариев $V_{1 \times 4}$ можно рассматривать как характеристику вероятности проявления каждого из возможных сценариев снижения надежности автомобиля. Наибольшее значение вероятности при сложившейся системе факторов получил сценарий снижения надежности автомобиля, связанный со снижением показателя безотказности (0,369), немногим меньше — долговечности (0,294), наименее подвержена влиянию факторов ремонтпригодность автомобиля (0,131).

В исследованиях с применением экспертных оценок большое значение имеет согласованность экспертных мнений [15]. При наличии противоречивых суждений в экспертной группе применение экспертных методов приводит к ошибочным выводам. Анализ ответов экспертов в данном исследовании таких проблем не выявил, для оценки согласованности экспертной группы был использован коэффициент вариации, характеризующий разброс мнений экспертов по каждому показателю.

Наименее согласованными оказались мнения экспертов при заполнении первой части анкеты при ранжировании факторов по степени важности — значения коэффициентов вариации попали в интервал от 0,22 до 0,34, что характеризует согласованность экспертов на уровне ниже средней. Расчет коэффициентов вариации для данных, полученных из таблиц второй и третьей части экспертной анкеты, дал лучшие результаты — от 0,19 до 0,31, что характеризует средний уровень согласованности экспертов. В целом, показатели согласованности экспертных оценок по всему исследованию являются допустимыми.

Заключение

В работе проведена оценка влияния факторов, связанных с условиями эксплуатации автомобиля, на возникновение неисправностей различного характера, а также их взаимосвязь со снижением показателей надежности. На основании экспертных оценок построена трехуровневая модель «факторы влияния — риски неисправностей — сценарии снижения надежности», при помощи решающих матриц рассчитаны структура рисков неисправностей автомобиля (как промежуточный результат) и априорные вероятности возможных сценариев снижения надежности автомобиля.

В результате обработки экспертных мнений установлено, что состояние автомобиля в процессе эксплуатации наиболее подвержено влиянию эксплуатационно-производственных факторов и дорожных условий. В результате воздействия различных факторов чаще всего возникают механические неисправности, однако, довольно высокий процент неисправностей связан с электрической системой автомобиля и программным обеспечением блоков управления. По оценке экспертной группы снижение надежности автомобиля при сложившейся системе факторов будет связано в основном со снижением показателей безотказности и долговечности.

Предложенная модель может быть использована для дальнейших исследований: изменяя оценки весовых коэффициентов факторов, можно оценивать и эластичность факторов по отношению к рискам возникновения неисправностей систем и компонентов автомобиля, а также анализировать сценарии снижения надежности автомобиля.

Следует отметить, что экспертные оценки, даже при высокой степени согласованности мнений экспертов, представляют собой субъективные мнения. Изменение состава экспертной группы может привести к изменению значений исследуемых показателей, что следует учитывать при формулировке выводов и использовании результатов таких оценок.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Исаева П.Н. Повышение эксплуатационной надежности автомобилей / П.Н. Исаева, Н.Р. Максимов, Т.А. Фаталие // Вестник научных конференций. — 2021. — № 3-3 (67). — С. 59–60.
2. Караульщикова Е.А. Влияние условий эксплуатации на техническое состояние и надежность автомобилей / Е.А. Караульщикова, А.М. Будюкин // Повышение работоспособности деталей и узлов подвижного состава железнодорожного и автомобильного транспорта: Сборник трудов III Национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 06 декабря 2022 года. — Санкт-Петербург: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2023. — С. 114–119. — EDN: GWWALS.
3. Авдоськин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля / Ф.Н. Авдоськин. — Москва: Транспорт, 1993. — 352 с.
4. Денисов А.С. Теоретические основы автосервиса. Изменение технического состояния элементов автомобиля в процессе эксплуатации / А.С. Денисов. — Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1999. — 120 с.
5. Захаров Н.С. Влияние наработки и возраста на поток отказов автомобилей / Н.С. Захаров, С.А. Теньковска // Интеллект. Инновации. Инвестиции. — 2023. — №2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-narabotki-i-vozrasta-na-potok-otkazov-avtomobiley> (дата обращения: 24.12.2025).
6. Зорин В.А. Оценка рисков легковых автомобилей с учётом условий эксплуатации / В.А. Зорин, Р. Мохаммад // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. — 2020. — №1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riskov-legkovykh-avtomobiley-s-uchyotom-usloviy-ekspluatatsii> (дата обращения: 20.01.2026).
7. Круш Л.О. Определение зависимости возникающих неисправностей в электронном блоке управления двигателем от условий эксплуатации / Л.О. Круш, Д.А. Галин // Вестник АГАУ. — 2023. — № 2 (220). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-zavisimosti-voznikayuschih-neispravnostey-v-elektronnom-bloke-upravleniya-dvigatelem-ot-usloviy-ekspluatatsii> (дата обращения: 24.02.2026).
8. Меньшикова Т.В. Экспертная оценка рисков и вероятностей сценариев цифровой трансформации образовательной организации / Т.В. Меньшикова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2025. — № 4 (154). — URL: <https://research-journal.org/archive/4-154-2025-april/10.60797/IRJ.2025.154.14> (дата обращения: 20.12.2025). — DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.14.
9. Коробов В.Б. Исследование минимального числа экспертов для получения устойчивых оценок влияющих факторов в задачах природопользования / В.Б. Коробов, А.Г. Тутыгин, Е.В. Клепиковская // Проблемы региональной экологии. — 2010. — № 4. — С. 51–55.
10. Батыров В.И. Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей / В.И. Батыров, В.Б. Дзуганов, Т.М. Алхудов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. — 2022. — №3 (37). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodiki-klassifikatsionnoy-harakteristiki-ekspluatatsionnykh-usloviy-avtomobiley> (дата обращения: 24.12.2025).
11. Кондратьева В.В. Влияние условий эксплуатации на надежность автомобиля / В.В. Кондратьева, В.О. Нугаева // Техническое регулирование в транспортном строительстве. — 2019. — № 2 (35). — С. 152–155. — EDN: ZSOHTN.
12. Таричко В.И. Классификация отказов и неисправностей легковых автомобилей с целью создания системы оценки технического состояния / В.И. Таричко, С.А. Ратников // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. — 2024. — №3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-otkazov-i-neispravnostey-legkovykh-avtomobiley-s-tselyu-sozdaniya-sistemy-otsenki-tehnicheskogo-sostoyaniya> (дата обращения: 08.11.2025).
13. Исаенко В.Д. Исследование влияния условий эксплуатации автомобилей на надежность их узлов и агрегатов / В.Д. Исаенко, П.В. Исаенко, А.В. Исаенко [и др.] // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы: монография. — Петрозаводск: Новая Наука, 2022. — С. 115–133. — EDN: DDORZC.
14. Поспелов Г.С. Проблема программно-целевого планирования и управления / Г.С. Поспелов, В.Л. Вен, В.М. Солодов [и др.]. — Москва: Наука, 1980. — 440 с.
15. Скворцов С.В. Анализ согласованности мнений специалистов в условиях противоречивости экспертных оценок проектных альтернатив / С.В. Скворцов, В.И. Хрюкин, Т.С. Скворцова // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — 2021. — № 76. — С. 53–64. — DOI: 10.21667/1995-4565-2021-76-53-64. — EDN: BDOWBT.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Isaeva P.N. Povishenie ekspluatatsionnoi nadezhnosti avtomobilei [Improving the operational reliability of motor vehicles] / P.N. Isaeva, N.R. Maksimov, T.A. Fatalie // Vestnik nauchnikh konferentsii [Bulletin of Scientific Conferences]. — 2021. — № 3-3 (67). — P. 59–60. [in Russian]
2. Karaulshchikova Ye.A. Vliyanie uslovii ekspluatatsii na tekhnicheskoe sostoyanie i nadezhnost avtomobilei [The impact of operating conditions on the technical condition and reliability of motor vehicles] / Ye.A. Karaulshchikova, A.M. Budyukin // Povishenie rabotosposobnosti detalei i uzlov podvizhnogo sostava zheleznodorozhnogo i avtomobilnogo transporta: Sbornik trudov III Natsionalnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, magistrantov, aspirantov i molodikh uchenikh, Sankt-Peterburg, 06 dekabrya 2022 goda [Improving the performance of components and assemblies in railway and road transport rolling stock: Proceedings of the 3rd National Scientific and Technical Conference of Undergraduates, Master's



Students, Postgraduates and Young Scientists, St Petersburg, 6 December 2022]. — St Petersburg: Emperor Alexander I St Petersburg State University of Transport. — P. 114–119. — EDN: GWWALS. [in Russian]

3. Avdonkin F.N. Optimizatsiya izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya [Optimising changes to a vehicle's technical condition] / F.N. Avdonkin. — Moscow: Transport, 1993. — 352 p. [in Russian]

4. Denisov A.S. Teoreticheskie osnovy avtoservisa. Izmenenie tekhnicheskogo sostoyaniya elementov avtomobilya v protsesse ekspluatatsii [Theoretical foundations of car servicing. Changes in the technical condition of vehicle components during operation] / A.S. Denisov. — Saratov: Saratov State Technical University, 1999. — 120 p. [in Russian]

5. Zakharov N.S. Vliyanie narabotki i vozrasta na potok otkazov avtomobiley [The impact of mileage and age on vehicle failure rates] / N.S. Zakharov, S.A. Tenkovska // *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovation. Investment]. — 2023. — №2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-narabotki-i-vozrasta-na-potok-otkazov-avtomobiley> (accessed: 24.12.2025). [in Russian]

6. Zorin V.A. Otsenka riskov legkovykh avtomobiley s uchyotom uslovii ekspluatatsii [Risk assessment of passenger cars taking into account operating conditions] / V.A. Zorin, R. Mokhammad // *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific and Technical Bulletin of Bryansk State University]. — 2020. — №1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riskov-legkovykh-avtomobiley-s-uchyotom-uslovii-ekspluatatsii> (accessed: 20.01.2026). [in Russian]

7. Krush L.O. Opredelenie zavisimosti voznikayushchikh neispravnostei v elektronnom bloke upravleniya dvigatelem ot uslovii ekspluatatsii [Determining the relationship between faults occurring in the engine control unit and operating conditions] / L.O. Krush, D.A. Galin // *Vestnik AGAU* [Bulletin of the ASAU]. — 2023. — № 2 (220). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-zavisimosti-voznikayushchikh-neispravnostey-v-elektronnom-bloke-upravleniya-dvigatelom-ot-usloviy-ekspluatatsii> (accessed: 24.02.2026). [in Russian]

8. Menshikova T.V. Ekspertnaya otsenka riskov i veroyatnostei stszenariy tsifrovoi transformatsii obrazovatelnoi organizatsii [An expert assessment of the risks and probabilities of digital transformation scenarios for educational organisations] / T.V. Menshikova // *Mezhdunarodnii nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal]. — 2025. — № 4 (154). — URL: <https://research-journal.org/archive/4-154-2025-april/10.60797/IRJ.2025.154.14> (accessed: 20.12.2025). — DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.14. [in Russian]

9. Korobov V.B. Issledovanie minimalnogo chisla ekspertov dlya polucheniya ustoichivikh otsenok vliyayushchikh faktorov v zadachakh prirodopolzovaniya [A study of the minimum number of experts required to obtain robust assessments of influencing factors in natural resource management problems] / V.B. Korobov, A.G. Tutigin, Ye.V. Klepikovskaya // *Problemi regionalnoi ekologii* [Problems of Regional Ecology]. — 2010. — № 4. — P. 51–55. [in Russian]

10. Batirov V.I. Covershenstvovanie metodiki klassifikatsionnoi kharakteristiki ekspluatatsionnykh uslovii avtomobiley [Improvements to the methodology for classifying the operating conditions of motor vehicles] / V.I. Batirov, V.B. Dzuganov, T.M. Apkhudov // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* [Proceedings of the V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agrarian University]. — 2022. — №3 (37). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/covershenstvovanie-metodiki-klassifikatsionnoy-harakteristiki-ekspluatatsionnykh-usloviy-avtomobiley> (accessed: 24.12.2025). [in Russian]

11. Kondrateva V.V. Vliyanie uslovii ekspluatatsii na nadezhnost avtomobilya [The impact of operating conditions on vehicle reliability] / V.V. Kondrateva, V.O. Nugaeva // *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve* [Technical Regulation in Transport Construction]. — 2019. — № 2 (35). — P. 152–155. — EDN: ZSOHTN. [in Russian]

12. Tarichko V.I. Klassifikatsiya otkazov i neispravnostei legkovykh avtomobiley s tselyu sozdaniya sistemi otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya [Classification of faults and malfunctions in passenger cars with a view to developing a system for assessing technical condition] / V.I. Tarichko, S.A. Ratnikov // *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific and Technical Bulletin of Bryansk State University]. — 2024. — №3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-otkazov-i-neispravnostey-legkovykh-avtomobiley-s-tselyu-sozdaniya-sistemy-otsenki-tehnicheskogo-sostoyaniya> (accessed: 08.11.2025). [in Russian]

13. Isaenko V.D. Issledovanie vliyaniya uslovii ekspluatatsii avtomobiley na nadezhnost ikh uzlov i agregatov [A study of the impact of vehicle operating conditions on the reliability of their components and assemblies] / V.D. Isaenko, P.V. Isaenko, A.V. Isaenko [et al.] // *Innovatsionnoe razvitie nauki: fundamentalnie i prikladnie problemi: monografiya* [Innovative Development of Science: Fundamental and Applied Problems: Monograph]. — Petrozavodsk: Novaya Nauka, 2022. — P. 115–133. — EDN: DDORZC. [in Russian]

14. Pospelov G.S. Problema programmno-tselevogo planirovaniya i upravleniya [The issue of programme-based planning and management] / G.S. Pospelov, V.L. Ven, V.M. Solodov [et al.]. — Moscow: Nauka, 1980. — 440 p. [in Russian]

15. Skvortsov S.V. Analiz soglasovannosti mnenii spetsialistov v usloviyakh protivorechivosti ekspertnykh otsenok proektnikh alternativ [An analysis of the consistency of expert opinions in the context of conflicting expert assessments of design alternatives] / S.V. Skvortsov, V.I. Khryukin, T.S. Skvortsova // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Ryazan State University of Radio Engineering]. — 2021. — № 76. — P. 53–64. — DOI: 10.21667/1995-4565-2021-76-53-64. — EDN: BDOWBT. [in Russian]