

Научная статья

УДК 656.137

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей

Владимир Исмелович Батыров¹, Вячеслав Барасбиевич Дзуганов²,
Тимур Муаедович Апхудов^{✉3}

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

²kgbau.riu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4286-1733>

^{✉3}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Аннотация. Знание эксплуатационных свойств автомобилей позволяет эффективно их эксплуатировать в различных дорожных и погодно-климатических условиях и разрабатывать оптимальную стратегию перевозки грузов с учетом их характеристик, а также поддержания эксплуатационных свойств подвижного состава, заложенных при проектировании и производстве. До настоящего времени единая классификация условий работы на автомобильном транспорте отсутствует. В связи с этим различные нормы и нормативы (с точностью $\pm 30\%$) учитывают условия эксплуатации. Отсутствие единого критерия оценки условий работы и механизированных методов их учета во многом сдерживают процесс оптимизации эксплуатационных характеристик автомобильного транспорта. Без решения этой проблемы невозможно существенно улучшить управление автомобильным транспортом и создать систему расчетных (научно обоснованных) норм и нормативов. На базе теоретических и экспериментальных исследований ранее предложенная классификация была существенно улучшена. Основное её отличие состоит в том, что в качестве единого критерия, количественно оценивающего конкретные условия эксплуатации, принята средняя техническая скорость автомобиля и предложен механизированный метод учета дорожных и транспортных условий. По этой классификации все многообразие условий работы делится на четыре класса: дорожные, транспортные, атмосферно-климатические условия и культура эксплуатации.

Ключевые слова: автомобили, дороги, режим, скорость, классификация

Для цитирования. Батыров В. И., Дзуганов В. Б., Апхудов Т. М. Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова, 2022. № 3(37). С. 112–121. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Original article

Improvement of the method of classification characteristics of vehicle operating conditions

Vladimir I. Batyrov¹, Vyacheslav B. Dzuganov², Timur M. Apkhudov^{✉3}

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

²kgbau.riu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4286-1733>

^{✉3}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Abstract. Knowledge of the operational properties of cars allows them to be effectively operated in various road and weather-climatic conditions and to develop an optimal strategy for the transportation of goods, taking into account their characteristics, as well as maintaining the operational properties of rolling stock, laid down in the design and production. Until now, there is no unified classification of working conditions for road transport. In this regard, various norms and standards (with an accuracy of $\pm 30\%$) take into account the operating conditions. The absence of a single criterion for assessing working conditions and mechanized methods of their accounting largely hinder the process of optimizing the performance of road transport. Without solving this problem, it is impossible to improve significantly the management of road transport and create a system of calculated (scientifically based) norms and standards. On the basis of theoretical and experimental studies, the previously proposed classification was significantly improved. Its main difference is that as a single criterion that quantifies specific operating conditions, the average technical speed of the car is adopted and a mechanized method of accounting for road and transport conditions is proposed. According to this classification, the whole variety of working conditions is divided into four classes: road, transport, atmospheric-climatic conditions and culture of operation.

Keywords: cars, roads, mode, speed, classification

For citation. Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Apkhudov T.M. Improvement of the methodology for the classification characteristics of the operating conditions of vehicles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):112–121. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Введение. Правильно составленная классификация глубоко вскрывает связи между изучаемыми объектами и служит основой для обобщающих выводов и прогнозов. При любой классификации очень важно выбрать наиболее существенный и важный в практическом отношении признак (критерий), который количественно и качественно характеризует исследуемые процессы.

Единая классификация условий работы на автомобильном транспорте отсутствует до настоящего времени. В связи с этим различные нормы и нормативы (порядка 30%) учитывают условия эксплуатации. Отсутствие единого критерия оценки условий работы и механизированных методов их учета во многом сдерживают процесс оптимизации эксплуатационных характеристик автомобильного транспорта. Без решения этой проблемы невозможно существенно улучшить управление автомобильным транспортом и создать систему расчетных (научно обоснованных) норм и нормативов.

В свое время ряд исследователей справедливо ставили вопрос о необходимости разработки эксплуатационной классификации условий работы автомобиля и вносили конкретные предложения по разработке такой классификации [1].

Дороги по типу и состоянию покрытий были ими разделены на пять групп и для каждой

группы устанавливались пределы изменения основных показателей работы автомобилей (производительность, себестоимость, скорость движения, пробег автомобиля до капитального ремонта, расход топлива, пробег шин).

Цель исследования – разработка научно обоснованной методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей.

Материалы, методы и объекты исследования. База исследования – единая классификация условий работы на автомобильном транспорте, средняя техническая скорость автомобиля, а также механизированный метод учета дорожных и транспортных условий, которые глубоко вскрывают связи между изучаемыми объектами и служат основой для обобщающих выводов и прогнозов.

Результаты исследования. Дороги по продольному профилю предлагается делить на три группы: дороги в равнинной, пересеченной и горной местностях.

В зависимости от сочетания дорог по типу и состоянию покрытий и продольному профилю дорожные условия были сведены в четыре группы: *A* (хорошие), *B* (удовлетворительные), *B* (плохие) и *G* (очень плохие). В этой классификации впервые были предложены коэффициенты корректировки пробегов автомобиля до очередного технического обслуживания и капитального ремонта, изменяющиеся от 1 до 0,5.

На базе теоретических и экспериментальных исследований предлагается усовершенствовать данную классификацию. Так, в качестве единого критерия, оценивающего конкретные условия эксплуатации количественно, принимается средняя техническая скорость автомобиля и предлагается механизированный метод учета дорожных и транспортных условий.

По этой классификации все многообразие условий работы делится на четыре класса: дорожные, транспортные, атмосферно-климатические условия и культура эксплуатации.

Оценку транспортных систем (ТС) следует осуществлять по экономии общественного времени на грузоперевозках. Поэтому в качестве квалификационного признака (критерия), позволяющего количественно и качественно оценивать условия эксплуатации подвижного состава (ПС), следует принимать среднюю техническую скорость.

Скорость движения оказывает наибольшее влияние на эффективность работы автомобилей (производительность, себестоимость, безопасность движения) [2–4].

На автотранспортных предприятиях средним техническим скоростям уделяется мало внимания [5–9]. Скорость относится к числу учитываемых, но не основных показателей

работы ПС. На автомобилях до сих пор не устанавливаются приборы, позволяющие с достаточной точностью определять средние технические скорости. Они определяются только приближенно. Почти все действующие нормы и нормативы не учитывают изменения скоростей движения, хотя на самом деле они очень существенно влияют на основные показатели работы автомобилей.

Скорость – это тот слабо используемый резерв, который может значительно активизировать работу автотранспорта и компенсировать замедлившийся по ряду причин рост других параметров (коэффициент использования пробега и грузоподъемности, время в наряде и др.), которые в прежние годы оказывали решающее влияние на рост производительности и снижение себестоимости перевозок. Действующие нормативы скоростей явно не стимулируют водителей на борьбу за высокие показатели работы ПС. Есть реальная возможность в каждом крупном населённом пункте повысить скорость автомобилей в среднем на 20%. Это позволит примерно на 8-10% снизить себестоимость перевозок, на 18-20% повысить производительность автомобилей и на 12-15% увеличить срок службы двигателей [10–15].

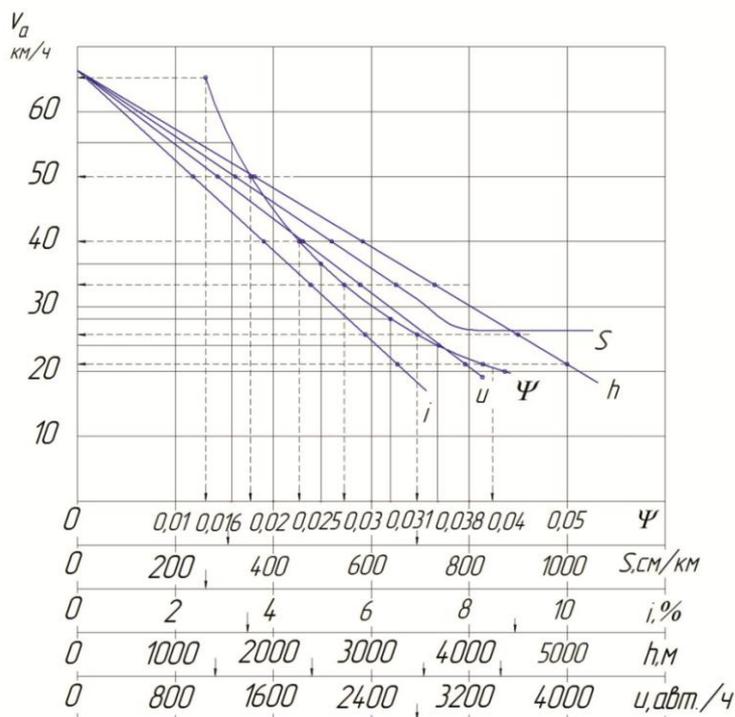


Рисунок 1. Влияние дорожных условий на скорость движения грузового автомобиля
 Figure 1. Effect of road conditions on truck speed

На рисунке 1 показано влияние суммарного сопротивления дороги ψ , степени ровности покрытий дорог S , продольного уклона дороги i , высоты над уровнем моря h и интенсивности движения автомобилей u на скорость движения расчетного грузового автомобиля ($V_{\max} = 90$ км/ч).

Расчетные формулы для вычисления средних технических скоростей приведены в таблице 1.

Из рисунка 1 видно, что скорость движения в зависимости от суммарного дорожного сопротивления и других параметров, характеризующих условия работы автомобиля, изменяется в пределах 65-20 км/ч. Скорость в зависимости от ψ изменяется по закону гиперболы. Эту кривую можно рассматривать как огибающую кривые характеристики динамического фактора на разных передачах.

Определенным величинам скоростей соответствуют конкретные значения ψ, S, i, h, u .

Таблица 1. К расчету средних технических скоростей движения автомобиля
Table 1. To the calculation of the average technical speeds of the car

Расчетные формулы, взятые из литературных источников	Обозначения переменных
1. $V_a(\psi) \approx 0,9/\psi$	ψ – суммарное дорожное сопротивление
2. $V_a(S) \approx 65 - 0,05S$ при $S \leq 700$ см/км; $V_a(S) \approx (25...27)S$ км/час при $S > 700$ см/км	S – степень ровности дороги по толчкомеру, см/км
3. $V_a(i, h) = 65 - 6,7i - 0,008h$	i – средний продольный уклон дороги, %; h – высота над уровнем моря, м
4. $V_a(u) = 65 - 0,013u$	u – интенсивность движения автомобилей, авт./ч

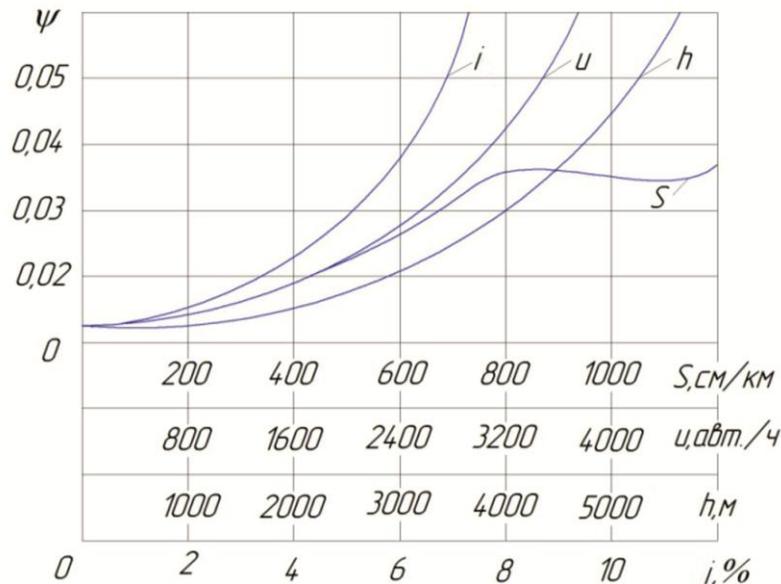


Рисунок 2. Взаимосвязь суммарного сопротивления качению с другими параметрами дорожных условий ψ в зависимости от S, i, h, u при равноценных скоростях движения
Figure 2. The relationship of the total rolling resistance with other parameters of road conditions ψ depending on S, i, h, u at equal speeds

Если воспользоваться расчетными формулами из таблицы 1, то нетрудно получить выражения, с помощью которых можно опреде-

лить значения ψ в зависимости от S, i, h, u . Если принять равноценные скорости, то

$$V_a(\psi) = V_a(S) = V_a(i, h) = V_a(u).$$

Например, если

$$0,01V_a/\psi = 65 - 0,013u,$$

то

$$\psi = 0,01V_a/(65 - 0,013u).$$

На рисунке 1 представлены кривые изменения. Например, при $V_a = 30$ км/ч ($\psi = 0,03$), $S = 700$ см/км, $i = 5,2\%$, $h = 4020$ и $u = 2690$ авт/ч. Кривые, приведённые на рисунках 1 и 2, могут использоваться при разработке

единой классификации условий работы автомобилей по пределам изменения скоростей движения.

Дорожные условия характеризуются тремя классификационными признаками и делятся на 14 подклассов (табл. 2). По высоте над уровнем моря дорожные условия делятся на горы низкие (Γ_1), расположенные на высоте до 1700 м, горы средние (Γ_2) – на высоте до 2900 м, горы высокие (Γ_3) – на высоте до 3700 м и горы очень высокие (Γ_4) – на высоте до 4500 м.

Таблица 2. Классификационные характеристики дорожно-транспортных условий
Table 2. Classification characteristics of traffic conditions

Условия работы	Классификационный признак	Название подклассов	Обозначение подклассов	Пределы изменения параметров	Пределы изменения скоростей (при $V_{\max} = 90$ км/ч)	Относительные коэффициенты изменения скоростей
Дорожные (D)	Высота над уровнем моря h , м	Горы низкие	Γ_1	0-1700	63-50	1-0,8
		Горы средние	Γ_2	1700-2900	50-40	0,8-0,63
		Горы высокие	Γ_3	2900-3700	40-32	0,63-0,50
		Горы очень высокие	Γ_4	3700-4500 и >	32-26	0,50-0,41
	Продольный профиль (рельеф местности), i	Равнинные	P	0-2,2	63-50	1-0,8
		Волнистые	B	2,2-3,7	50-40	0,8-0,63
		Холмистые	X	3,7-4,9	40-32	0,63-0,50
		Низкогорье (предгорье)	H	4,9-5,8	32-26	0,50-0,41
		Перевальные	Π	5,8-6,5 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <
	Тип и состояние покрытия ψ, S	Отличные	o	0,014-0,018	63-50	1-0,8
		Хорошие	x	0,018-0,022	50-40	0,8-0,63
		Удовлетворительные	y	0,022-0,028	40-32	0,63-0,50
		Плохие	n	0,028-0,034	32-26	0,50-0,41
		Бездорожье	b	0,034-0,042 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <
	Транспортные (T)	Интенсивность движения u , авт/ч	Лёгкие	l	0-1100	63-50
Средние			c	1100-1900	50-40	0,8-0,63
Затруднительные			z	1900-2500	40-32	0,63-0,50
Тяжёлые			t	2500-3000	32-26	0,50-0,41
Критические			k	3000-3400 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <

По продольному профилю дорожные условия делятся на: равнинные (P) с математическим ожиданием уклонов до 2,2%, волнистые (B) – с уклоном до 3,7%, холмистые

(X) – с уклоном до 4,9%, низкогорье (H) или предгорье – с уклонами до 5,8%, перевальные (Π) – с уклонами до 6,5% и более. К перевальным относятся дороги, проходя-

щие через высокогорные перевальные участки, у которых разности уровней достигают значительных величин. Предельно допускаемые уклоны могут быть 15%.

По типу и состоянию покрытий дорожные условия также делятся на 5 подклассов. К отличным дорогам (*o*) относятся дороги с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями и покрытиями из щебня и гравия, обработанные вяжущими материалами. Коэффициент сопротивления качению 0,014-0,018, степень ровности по толчкомеру 0-300 см/км.

К хорошим дорогам (*x*) относятся дороги с асфальто- и цементобетонным покрытиями в удовлетворительном состоянии, с гравийным и щебеночным покрытиями и булыжной мостовой в хорошем состоянии. Коэффициент сопротивления качению 0,018-0,022, степень ровности по толчкомеру 300-500 см/км.

К удовлетворительным дорогам (*y*) относятся дороги с гравийным покрытием и каменная мостовая в удовлетворительном состоянии, грунтовая дорога сухая укатанная. Коэффициент сопротивления качению 0,022-0,028, степень ровности по толчкомеру 500-660 см/км.

К плохим дорогам (*n*) относятся грунтовые дороги в сухом состоянии с неровностями и колеями. Коэффициент сопротивления качению 0,028-0,034, степень ровности по толчкомеру более 660 см/км.

К бездорожью (*b*) относятся грунтовые дороги после дождя, песчаные дороги в карьерах и на труднопроходимых участках, перевозка по целине или взрыхленному полю. Коэффициент сопротивления качению 0,034-0,042 и более.

Транспортные условия также делятся на пять подклассов: легкие (*л*) с интенсивностью движения 0-1100 авт/ч, средние (*с*) – 1100-1900, затруднительные (*з*) – 1900-2500, тяжелые (*т*) – 2500-3000, критические (*к*) – 3000-3400 авт/ч и более. В последнем случае на дороге образуются заторы, скорость снижается до минимума и движение автомобилей прекращается.

Могут быть различные сочетания условий работы. В каждом возможном сочетании выбирается наименьшее значение относительных коэффициентов изменения скорости. Эти коэффициенты и определяют группу ус-

ловий работы. Пределы изменения скоростей для каждой группы определяются умножением приведенных коэффициентов на наибольшую допустимую (крейсерскую) скорость движения, равную для одиночного автомобиля $\sim 0,7V_{max}$, а для автомобиля с прицепом или полуприцепом $\sim 0,65V_{max}$. Зная V_{max} для любого автомобиля, можно определить пределы изменения скоростей для конкретных условий работы. Для конструкций старых (с низкими динамическими качествами) автомобилей семейства ГАЗ и ЗИЛ ($V_{max} \approx 70$ км/ч) пределы изменения скоростей будут примерно на 22% меньше, чем для ЗИЛ-4301. В настоящее время при начислении заработной платы водителей, работающих на загородных дорогах, установлены следующие скорости: для 1-й группы – 49 км/ч, для 2-й – 37 км/ч и для 3-й (естественные дороги) – 28 км/ч. Эти нормы не дифференцированы по маркам автомобилей. Для городов установлены для всех автомобилей практически одинаковые скорости – 24-25 км/ч.

Атмосферно-климатические условия классифицируются по ГОСТ 16350-80. В несколько упрощенном виде основные параметры этой классификации приведены в таблице 3.

Таблица 3. Классификация атмосферно-климатических условий

Table 3. Classification of atmospheric and climatic conditions

Климатический район		Среднемесячная температура воздуха, °С	
название	обозначение	январь	июль
Холодный	I	-50...-14	0...13
Умеренный	II	-14... -5	13...21
Умеренно-теплый, теплый влажный	III	-5... 0	21...25
Жаркий	IV	0...6	28 и выше

При климатическом районировании учитываются температура и влажность воздуха, которые оказывают значительное влияние на промышленные изделия и материалы. Среднемесячные температуры указаны для наи-

более холодного (январь) и наиболее теплого (июль) месяцев. Атмосферно-климатические условия условно обозначены буквой *A*.

Уровень культуры эксплуатации автомобилей делится на три группы: высокий – *в*, удовлетворительный – *у*, низкий – *н*, и определяется показателем качества работы, который является произведением времени в наряде, коэффициента выпуска автомобилей и коэффициентов использования пробега и грузоподъемности ($T_n, \alpha_v, \beta, \gamma$). Для высокого уровня культуры этот показатель равен 5-7, для удовлетворительного – 3-5 и низкого – 1-3. Культуру эксплуатации можно обозначить буквой *K*.

С помощью введенных обозначений любые сочетания дорожных (*D*), транспортных (*T*), атмосферно-климатических условий (*A*) и уровня культуры эксплуатации (*K*) можно представить в виде буквенного кода. Например, дорожные условия можно записать так:

$D - \Gamma_1 - B - n$ (высота над уровнем моря до 1700 м, профиль волнистый, плохое состояние покрытия, наименьший относительный коэффициент изменения скорости – 0,50-0,41); транспортные – $T - л, T - с, T - з, T - т, T - к$; атмосферно-климатические – $A - I, A - II, A - III, A - IV$; культура эксплуатации – $K - в, K - у, K - н$.

Конкретный вариант сочетания условий работы автомобилей можно, например, записать так $D - \Gamma_1, X - у, T - л, A - II, K - в$.

Все основные показатели работы грузовых автомобилей существенно зависят от условий эксплуатации. В таблице 4 приведены коэффициенты, показывающие изменение этих показателей для разных условий по сравнению с условиями 1-й группы (коэффициенты округлены).

Таблица 4. Сравнительные (с 1-й группой) коэффициенты изменения условий эксплуатации
Table 4. Comparative (with the first group) factors of change in operating conditions

Группа условий эксплуатации	Скорость автомобиля	Производительность автомобиля	Себестоимость перевозок	Пробег до капитального ремонта	Расход топлива	Периодичность технических воздействий
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,80	0,85	1,30	0,90	1,13	0,90
3	0,64	0,75	1,60	0,75	1,33	0,75
4	0,51	0,70	1,90	0,60	1,59	0,60
5	0,41 и менее	0,65	2,20	0,50	1,97 и более	0,50

Выводы. Внедрение в практику авто-транспортных предприятий единой классификации условий работы автомобилей будет способствовать повышению общего уровня культуры их эксплуатации и упорядочению разработки различных норм и нормативов.

В связи с появлением практической необходимости в установлении единой клас-

сификации условий работы автомобилей назрела потребность в разработке специальных приборов, которые, подобно спидометру, фиксировали бы в виде конкретных количественных показателей дорожные, транспортные и другие условия работы автомобилей.

Список литературы

1. Говорущенко Н. Я. Об учете дорожных условий при междугородных перевозках грузов // В кн.: Междугородные перевозки грузов автомобильным транспортом. Труды МИЭИ. 1963. Вып. XX. С. 54–62.
2. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1(35). С. 81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97.

3. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Особенности протекания рабочего процесса дизеля в условиях высокогорья Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 117–121.
4. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З., Болотоков А. Л. Экологические требования к автотранспортным средствам // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 75–80.
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I. [et al.] Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1679(4), 042063. doi: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.
6. Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. [et al.] Prediction of service life of auto-tractor engine parts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 862(3), 032001.
7. Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M. [et al.] Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1515(4), 042029. doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
8. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Резервы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 80–84.
9. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Конструктивно-технологические факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 111–116.
10. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Эксплуатационные факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 85–92.
11. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние Оптимизации параметров топливopодачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115.
12. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Карданов Х. Б. Методика установления предельного состояния распылителей форсунок тракторных дизелей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018. № 1(19). С. 55–60.
13. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Исследование влияния параметров распылителя форсунки на динамические показатели дизельных двигателей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 114–118.
14. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Критерии оценки качества функционирования топливной аппаратуры // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 99–103.
15. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Характерные неисправности топливopодкачивающих насосов в процессе эксплуатации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 102–107.

References

1. Govorushchenko N.Ya. *Ob uchete dorozhnykh uslovij pri mezhdugorodnykh perevozkah gruzov* [On the accounting of road conditions for intercity transportation of goods]. V kn.: *Mezhdugorodnye perevozki gruzov avtomobil'nyim transportom. Trudi MIEI*. 1963. Vyp. XX. P. 54–62. (In Russ.)
2. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Optimization of the functioning of agricultural production systems. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-81-89. (In Russ.)
3. Batyrov V.I., Shekikhachev Yu.A. Peculiarities of diesel engine working process in high-mountain conditions of Kabardino-Balkarian republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):117–121. (In Russ.)
4. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L. Environmental requirements for motor vehicles. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4(26):75–80. (In Russ.)
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. [et al.] Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020. 1679(4). 042063. doi: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.

6. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. [et al.] Prediction of service life of auto-tractor engine parts. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020/ 862(3)/ 032001.
7. Shekikhachev Yu.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M. [et al.] Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1515(4). 042029. doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
8. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricants economy reserves. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):80–84. (In Russ.)
9. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Constructive - technological factors of economy of fuel lubricants. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):111–116. (In Russ.)
10. Balkarov R. A., Chechenov M. M., Sabanchieva F. R. Fuel and lubricant savings operating factors. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):85–92. (In Russ.)
11. Gubzhokov H. L., Bolotokov A. L. Influence of optimization of fuel supply parameters on the economic efficiency of a diesel. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):110–115. (In Russ.)
12. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B. Technique of establishment of the limit condition of sprays of nozzles of tractor diesels. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2018;1(19):55–60. (In Russ.)
13. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekihacheva L.Z. Research of influence of parameters of the spray of the nozzle on dynamic indicators of diesel engines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):114–118. (In Russ.)
14. Batyrov V. I., Shekihachev Yu. A. Fuel equipment quality assessment criteria. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):99–103. (In Russ.)
15. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I. Characteristic faults of fuel supply pumps during operation. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):102–107. (In Russ.)

Сведения об авторах

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Дзуганов Вячеслав Барасбиевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3358-4604, Author ID: 754479, Scopus ID: 57219486929

Апхудов Тимур Муаедович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7421-4358, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

Information about the authors

Vladimir I. Batyrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Vyacheslav B. Dzuganov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3358-4604, Author ID: 754479, Scopus ID: 57219486929

Timur M. Apkhudov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7421-4358, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 30.07.2022;
одобрена после рецензирования 22.08.2022;
принята к публикации 25.08.2022.*

*The article was submitted 30.07.2022;
approved after reviewing 22.08.2022;
accepted for publication 25.08.2022.*