

Научная статья

УДК 631.372:621.436.1

doi: 10.55196/2411-3492-2024-4-46-96-104

## Исследование влияния природно-климатических и дорожных условий на эксплуатационные показатели автомобиля

Аслан Каральбиевич Апажев<sup>1</sup>, Юрий Ахметханович Шекихачев<sup>✉2</sup>,  
Хачим Хазраилович Ашабоков<sup>3</sup>, Людмила Зачиевна Шекихачева<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>✉2</sup>shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>3</sup>hachik917@mail.ru

<sup>4</sup>sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

**Аннотация.** В зависимости от природно-климатических или метеорологических условий, характеристик дорожной инфраструктуры существенно могут изменяться состояние покрытия дороги, видимость, тепловой режим работы агрегатов и др., что сказывается на скоростном режиме и экономичности работы автомобиля. В результате проведенных исследований установлено, что средняя скорость движения грузовых автомобилей в горных условиях примерно на 40-50% ниже, а расходы топлива на 10-15% выше, чем в равнинных условиях. В высокогорных условиях в 5-6 раз возрастает загрузка низких ступеней трансмиссии. Значения крутящего момента двигателя снижаются в 1,5-1,7 раза. Эффективная мощность двигателя падает на 40-50%. Время и путь разгона до заданной скорости увеличиваются в 2,5-3 раза. При повышении температуры воздуха во впускном трубопроводе на 10°C эффективная мощность дизелей без наддува и с наддувом от приводного нагнетателя уменьшается в среднем на 2,2%, а при постоянной ограниченной дымности на 3%. Мощность карбюраторных двигателей в этих же условиях уменьшается в среднем на 1,8%. Кроме того, изменение температуры приводит к изменению суммарного сопротивления движению, что влияет на расход топлива и среднюю скорость автомобиля. При переходе продольных уклонов от спусков к подъемам пропускная способность дорог плавно увеличивается и лишь на подъемах свыше 4% начинает резко снижаться. Влияние радиуса кривых в плане на скорость движения автомобилей наиболее существенно до значений 250 м, после чего скорость возрастает монотонно. Состояние дорожного покрытия или ровность дорог также оказывают существенное влияние на среднюю скорость движения автомобилей и расход топлива: с ухудшением ровности покрытия резко снижается средняя скорость и повышается расход топлива.

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, эксплуатация, мощность, топливо, экономичность, дорожное покрытие

**Для цитирования.** Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Ашабоков Х. Х., Шекихачева Л. З. Исследование влияния природно-климатических и дорожных условий на эксплуатационные показатели автомобиля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 4(46). С. 96–104. doi: 10.55196/2411-3492-2024-4-46-96-104

Original article

## Research of the Influence of Natural, Climatic and Road Conditions on Vehicle Performance Indicators

Aslan K. Apazhev<sup>1</sup>, Yuri A. Shekikhachev<sup>✉2</sup>, Khachim H. Ashabokov<sup>3</sup>,  
Luda Z. Shekikhacheva<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>✉2</sup>shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>3</sup>hachik917@mail.ru

<sup>4</sup>sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

**Abstract.** Depending on natural, climatic or meteorological conditions, the characteristics of the road infrastructure, the condition of the road surface, visibility, thermal operating conditions of units, etc. can significantly change, which affects the speed limit and efficiency of the vehicle. As a result of the studies, it was found that the average speed of trucks in mountainous conditions is approximately 40-50% lower, and fuel consumption is 10-15% higher than in flat conditions. In high mountain conditions, the load on the low stages of the transmission increases by 5-6 times. Engine torque values are reduced by 1.5-1.7 times. The effective engine power drops by 40-50%. The time and distance of acceleration to a given speed increases by 2.5-3 times. When the air temperature in the intake pipe increases by 10°C, the effective power of diesel engines without supercharging and with supercharging from a drive supercharger decreases by an average of 2.2%, and with constant limited smoke by 3%. The power of carburetor engines under the same conditions decreases by an average of 1.8%. In addition, a change in temperature leads to a change in the total resistance to movement, which affects fuel consumption and the average speed of the car. During the transition of longitudinal slopes from descents to ascents, the road capacity gradually increases and only on ascents of more than 4% begins to sharply decrease. The influence of the radius of curves in the plan on the speed of vehicles is most significant up to values of 250 m, after which the speed increases monotonically. The condition of the road surface or the smoothness of roads also have a significant impact on the average speed of vehicles and fuel consumption: as the smoothness of the surface deteriorates, the average speed sharply decreases and fuel consumption increases.

**Keywords:** car, engine, operation, power, fuel, efficiency, road surface

**For citation.** Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Ashabokov Kh.H., Shekikhacheva L.Z. Research of the Influence of Natural, Climatic and Road Conditions on Vehicle Performance Indicators. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;4(46):96–104. (In Russ.).  
doi: 10.55196/2411-3492-2024-4-46-96-104

**Введение.** Условия эксплуатации автомобилей различны. Можно выделить дорожные, нагрузочные, климатические, эксплуатационно-технические и прочие условия [1–7]. Тип, конструкция и техническая характеристика автомобиля должны соответствовать условиям его эксплуатации, в частности, в зависимости от того, на каких дорогах будет работать автомобиль, в конструкции его могут быть существенные различия.

Автомобили, предназначенные для работы на дорогах большой ширины, равнинного профиля, с гладким бетонным покрытием, обычно проще по конструкции, имеют высо-

кие показатели скоростных свойств и топливной экономичности.

Автомобили, предназначенные для работы на грунтовых дорогах и в условиях бездорожья, имеют, как правило, привод на все колеса, шины с регулируемым давлением и другие специальные устройства; грузоподъемность таких автомобилей обычно меньше, собственная масса больше, ниже скорость движения, топливная экономичность и долговечность. Это объясняется тем, что вследствие значительных сопротивлений движению силовая напряженность деталей и узлов таких автомобилей гораздо выше.

Однако при эксплуатации на дорогах с усовершенствованным покрытием производительность и экономичность работы автомобилей могут изменяться в значительных пределах в зависимости от продольного профиля, плана, состояния покрытия и места расположения дорог. На дорогах, расположенных в пересеченной местности, с крутыми и затяжными подъемами, закрытыми поворотами с малыми радиусами кривизны в плане, как известно, сопротивление движению повышается, что значительно снижает среднюю скорость и повышает расход топлива. Наличие неровностей (выбоин) резко снижает скорости движения и увеличивает расходы топлива, уменьшает долговечность агрегатов автомобиля, обуславливает применение более сложной конструкции подвески.

В зависимости от природно-климатических или метеорологических условий, характеристик дорожной инфраструктуры существенно могут изменяться состояние покрытия дороги, видимость, тепловой режим работы агрегатов и др., что сказывается на скоростном режиме и экономичности работы автомобиля [8–15].

**Цель исследования** – установить влияние внешних факторов на показатели топливной экономичности автомобиля.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использован автомобиль. Параметры технического состояния автомобиля установлены по результатам экспериментальных исследований. Результаты расчетов обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

**Результаты исследования.** К основным параметрам, определяющим взаимодействие автомобиля с внешними факторами (дорогой и окружающей средой), обычно относят скоростную характеристику двигателя, КПД трансмиссии, радиусы колес, координаты центра тяжести, моменты инерции автомобиля.

Изменение атмосферных условий сказывается, как известно, на работе двигателя, трансмиссии и всей ходовой части автомобиля, особенно шин, что заметно влияет на выходные характеристики автомобиля, в частности, на изменение средней скорости и расхода топлива.

При работе автомобилей в высокогорных условиях, например, на высоте 3000–4000 м над уровнем моря, наблюдается значительное ухудшение их тягово-скоростных свойств и топливной экономичности вследствие больших потерь мощности двигателя. Эти потери обусловлены, главным образом, снижением плотности воздуха и, как следствие, снижением коэффициента наполнения цилиндров двигателя.

По результатам исследований режимов работы грузовых автомобилей и автопоездов в указанных условиях можно отметить следующее: средняя скорость движения грузовых автомобилей в горных условиях примерно на 40–50% ниже, а расходы топлива на 10–15% выше, чем в равнинных условиях. В высокогорных условиях в 5–6 раз возрастает нагрузка низких ступеней трансмиссии. Значения крутящего момента двигателя снижаются в 1,5–1,7 раза. Эффективная мощность двигателя падает на 40–50%. Время и путь разгона до заданной скорости увеличиваются в 2,5–3 раза. Максимальная скорость на высшей ступени трансмиссии уменьшается примерно в 2 раза. Изменяется характер протекания характеристики крутящего момента, в частности, максимальные его значения смещаются в сторону меньших частот вращения коленчатого вала двигателя. Удельный расход топлива двигателя  $g_e$  возрастает до 40–45%, а расход топлива автомобилем  $Q_s$  до 30–40%.

Приведенные данные свидетельствуют о значительной потере эффективности работы двигателя и автомобиля в целом в высокогорных условиях и необходимости специальных мер компенсации (хотя бы частичной) потерь мощности.

В качестве таких мер применяют специальные регулировки системы смесеобразования (карбюрации) или топливоподачи (у дизелей), направленные на обеднение смеси, подбор фаз газораспределения, повышение степени сжатия, непосредственный впрыск топлива для карбюраторных двигателей, оптимизацию параметров трансмиссии. Но самой эффективной мерой следует считать турбонаддув, устраняющий первопричину, т. е. подачу воздуха с низкой плотностью. Эта мера коренным образом улучшает рабочий процесс двигателя в условиях разреженной атмо-

сферы. Использование турбонаддува с избыточным давлением 29,4-34,4 кПа полностью восстанавливает наполняемость двигателя на высотах до 4000 м над уровнем моря.

Влияние температуры, давления и влажности воздуха на эффективность работы двигателя и автомобиля исследовалось как на стенде, так и в дорожных условиях. Из результатов экспериментальных исследований следует, что при повышении температуры воздуха во впускном трубопроводе на 10°C эффективная мощность дизелей без наддува и с наддувом от приводного нагнетателя уменьшается в среднем на 2,2%, а при постоянной ограниченной дымности на 3%. Мощность карбюраторных двигателей в этих же условиях уменьшается в среднем на 1,8%.

Часовой расход топлива у дизелей уменьшается примерно на 1,5%, у карбюраторных двигателей он в значительной мере зависит от конструкции карбюратора. Снижение мощности при повышении температуры сопровождается увеличением удельного расхода топлива.

При повышении относительной влажности воздуха (при температуре 40°C) на 10% эффективная мощность двигателей (дизелей и карбюраторных) уменьшается в среднем на 0,75%.

На работу других агрегатов, и прежде всего трансмиссии и шин, основное влияние оказывает температура окружающего воздуха. Изменение температуры приводит к изменению суммарного сопротивления движению, что влияет на расход топлива и среднюю скорость автомобиля.

Проведенное исследование показывает, что интенсивность изменения температуры масла в агрегатах зависит от пройденного пути, а установившаяся температура в агрегатах – от скорости движения.

Повышение температуры в зависимости от пути носит нелинейный характер: интенсивность роста температуры ослабевает с увеличением пути и затем стабилизируется.

При движении автопоезда по дороге с переменным профилем с допустимой скоростью свыше 90 км/ч (средняя скорость 70 км/ч) интенсивный нагрев масла в двигателе наблюдается при пробеге примерно 30 км, в коробке передач и ведущих мостах – при пробеге 50 км.

Интенсивное снижение расхода топлива происходит при пробеге автомобиля до 40 км. Устойчивое тепловое состояние в агрегатах, в частности ведущих мостах, наступает при пробеге автомобилей 50 км, при этом расход топлива снижается примерно на 20-25%. Зависимость температуры масла в картере двигателя, коробке передач и ведущих мостах, топлива на сливе из насоса высокого давления и воздуха во впускном трубопроводе от температуры окружающей среды носит линейный характер. Наклон прямых различен; применительно к маслам наименьший наклон имеет прямая изменения температуры масла в двигателе, наибольший – в коробке передач (до 45°). Примерно такой же наклон (до 45°) имеют прямые, относящиеся к топливу и воздуху.

Количественно зависимости характеризуются следующими данными. При повышении температуры внешней среды на 10°C установившаяся температура повышается: масла в двигателе на 2,5-3°C, масла в коробке передач на 8-10°C, масла в ведущих мостах на 15-20°C, топлива в топливном баке на 9,5-10°C, воздуха во впускном трубопроводе на 9-10°C. При уменьшении передаточного числа главной передачи температура масла в агрегатах несколько снижается, особенно в ведущих мостах.

В зависимости от температуры окружающей среды суммарное сопротивление движению изменяется линейно при любых значениях скорости автомобиля. При повышении температуры среды на 10°C суммарное сопротивление движению снижается примерно на 8-10% и расход топлива на 6-7%. При снижении температуры среды от +10 до -30°C расход топлива увеличивается до 25% (применительно к автопоезду бх4 коэффициент приведения равен 0,23-0,24 л/°С). Все это свидетельствует о важности и необходимости учета влияния температуры окружающей среды на показатели топливной экономичности (на показатели скоростных свойств влияние несущественно) при эксплуатации автомобилей в различных климатических зонах. Кроме того, это указывает на необходимость приведения результатов испытаний к одинаковым условиям (к одной температуре воздуха), в противном случае результаты окажутся несравнимыми.

Каждый автомобиль, как известно, обладает определенной курсовой устойчивостью и практически не может двигаться строго прямолинейно даже на прямых горизонтальных участках дороги. Это обусловлено действием возмущающих сил от неровностей дороги, наличием зазоров в рулевом управлении и ходовой части, эластичностью шин, их уводом и проскальзыванием. Величина отклонений от заданного теоретического направления зависит от скорости движения, технического состояния автомобиля, ровности дорожного покрытия и других факторов. Все это сказывается на средней скорости движения и расходе топлива.

Еще большее влияние на показатели автомобиля оказывают продольный профиль дороги, ее криволинейность в плане, ширина проезжей части, наличие пересечений, ровность покрытия.

На прямых участках дорог с переменным продольным профилем наибольшие скорости движения наблюдаются на пологих спусках (до 23%) и горизонтальных участках. По мере увеличения уклонов скорости снижаются (табл. 1), причем на подъемах в большей степени, чем на спусках, что видно из приведенных ниже данных по скоростям движения.

**Таблица 1.** Влияние уклона на среднюю скорость транспортных средств

**Table 1.** Effect of slope on average vehicle speed

Уклон, %	-8	-4	0	+4	+8
Средняя скорость, км/ч: автобусов	51	56	55	37	16
грузовых автомобилей	50	55	55	42	27
легковых автомобилей	65	73	78	70	45

При переходе продольных уклонов от спусков к подъемам пропускная способность дорог плавно увеличивается и лишь на подъемах свыше 4% начинает резко снижаться. Влияние радиуса кривых в плане на скорость движения автомобилей наиболее существенно до значений 250 м, после чего скорость возрастает монотонно. Аналогичный характер имеет зависимость пропускной способности от радиуса кривых. При малых значениях

радиусов кривых в плане значительно возрастает средний расход топлива, особенно у грузовых автомобилей и автобусов.

Это подтверждают приведенные в табл. 2 данные, полученные при испытаниях грузового автомобиля типа 6Х4 на круговых траекториях с радиусом 20-50 м.

Таким образом, можно заключить, что при движении автомобиля по кривым в плане изменения радиуса кривых и скорости движения одинаково существенны по своему количественному влиянию на расход топлива.

**Таблица 2.** Влияние радиусов кривых на расход топлива

**Table 2.** Influence of curve radii on fuel consumption

Радиус кривой, м	Расход топлива на 100 км, л, при скорости (км/ч)			
	25	30	35	40
20	48	–	–	–
30	38	47	62	–
35	30	38	49	68
40	28	32	40	52
50	25	26	30	38

Состояние дорожного покрытия и ровность дорог также оказывают существенное влияние на среднюю скорость движения автомобилей и расход топлива: с ухудшением ровности покрытия резко снижается средняя скорость и повышается расход топлива. Работа подвески в определенной мере компенсирует влияние ровности дорог; чем выше качество подвески, тем с большей скоростью может двигаться автомобиль по дороге с данной ровностью покрытия и тем меньше будет расход топлива в этих условиях движения.

Увеличение высоты неровностей дорог с 6,4 мм (бетонная ровная дорога) до 22 мм (булыжная среднего качества) приводит к снижению средней скорости грузового автомобиля типа ГАЗ С41RB3 «ГАЗон NEXT 10» с 81 до 47,5 км/ч (примерно на 41%) в нагруженном состоянии и с 82,5 до 52,5 км/ч (на 37%) без груза, при этом среднее квадратическое отклонение скорости движения увеличивается более чем в 3 раза. При уровне неровностей 22 мм скоростные свойства автомобиля и мощность двигателя реализуются в среднем на 56,57%. Вертикальные динамические

нагрузки на колеса в этом случае могут превышать статические более чем в 3 раза. При этом резко снижается стабильность контакта колес с дорогой (вероятность до 11-17%). Поэтому в этих условиях средняя скорость движения автомобиля будет в значительной степени зависеть не от мощности двигателя, а от качества подвески и величины неподрессоренных масс. В зависимости от степени неровностей дороги, дополнительное увеличение коэффициента сопротивления качению может достигать 0,019, что превышает значение этого коэффициента на ровной дороге примерно в 1,7 раза.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что средняя скорость движения грузовых автомобилей в горных условиях примерно на 40-50% ниже, а расход топлива на 10-15% выше, чем в равнинных условиях. В высокогорных условиях в 5-6 раз возрастает загрузка низких ступеней трансмиссии. Значения крутящего момента двигателя снижаются в 1,5-1,7 раза. Эффективная мощность двигателя падает на 40-50%. Время и путь разгона до заданной скорости увеличиваются в 2,5-3 раза. Это свидетельствует о значительной потере эффективности работы двигателя и автомобиля в целом в высокогорных условиях и необходимости специальных мер компенсации (хотя бы частичной) потерь мощности.

При повышении температуры воздуха во впускном трубопроводе на 10°C эффективная

мощность дизелей без наддува и с наддувом от приводного нагнетателя уменьшается в среднем на 2,2%, а при постоянной ограниченной дымности на 3%. Мощность карбюраторных двигателей в этих же условиях уменьшается в среднем на 1,8%. Кроме того, изменение температуры приводит к изменению суммарного сопротивления движению, что влияет на расход топлива и среднюю скорость автомобиля. Это свидетельствует о важности и необходимости учета влияния температуры окружающей среды на показатели топливной экономичности при эксплуатации автомобилей в различных климатических зонах.

При переходе продольных уклонов от спусков к подъемам пропускная способность дорог плавно увеличивается и лишь на подъемах свыше 4% начинает резко снижаться. Влияние радиуса кривых в плане на скорость движения автомобилей наиболее существенно до значений 250 м, после чего скорость возрастает монотонно. Состояние дорожного покрытия и ровность дорог также оказывают существенное влияние на среднюю скорость движения автомобилей и расход топлива: с ухудшением ровности покрытия резко снижается средняя скорость и повышается расход топлива. Это свидетельствует о важности и необходимости проведения мероприятий по совершенствованию элементов дорог и дорожных покрытий.

#### Список литературы

1. Койчев В. С., Батыров В. И., Болотоков А. Л. Режимные факторы и регулировочные параметры автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 91–100. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100. EDN: FGJYAC
2. Карданов Х. Б., Джолабов Ю. Ш. Определение влияния температурных условий эксплуатации на показатели тракторных дизелей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 98–103. EDN: LAILAZ
3. 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. EDN: AANADS
4. Батыров В. И., Дзуганов В. Б., Апхутов 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. EDN: VOJKWC
5. 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. EDN: ZUJDBQ

6. 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. EDN: ITNEIQ
7. Тавасиев Р. М., Дзицкоев А.П. Повышение надежности и долговечности тормозных систем автомобилей в колесном гидроцилиндре // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 97–103. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-97-103. EDN: LZQARB
8. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Карданов К. Х. Основные пути повышения стабильности параметров топливоподачи тракторных дизелей // АгроЭкоИнфо. 2018. № 2 (32). С. 55. EDN: UTXEVN
9. Батыров В. И., Губжоков Х. Л. Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания в дизелях // Сельский механизатор. 2017. № 6. С. 48. EDN: WEPQSZ
10. Батыров В. И., Койчев В. С., Болотоков А. Л. Влияние состояния топливной системы низкого давления на работоспособность топливных насосов распределительного типа // Научно-технический прогресс в АПК: проблемы и перспективы: сборник науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016». Ставрополь: Изд-во «Агрус», 2016. С. 247–252. EDN: WAWRAN
11. Обнаружение и пути устранения неисправностей – резерв более глубокого познания конструкций тракторов и автомобилей / А. К. Кобозев, И. И. Швецов, В. С. Койчев, И. И. Газизов, Н. В. Бахолдин // Совершенствование научно-методической работы в университете: материалы научно-практической конференции Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2018. С. 278–282. EDN: VSGLEK
12. Батыров В. И., Койчев В. С., Болотоков А. Л. Зависимость параметров топливоподачи от давления в полости питания топливного насоса высокого давления // Научно-технический прогресс в АПК: проблемы и перспективы: сборник науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016». Ставрополь: Изд-во «Агрус», 2016. С. 252–256. EDN: WBHSPV
13. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Характерные неисправности топливоподкачивающих насосов в процессе эксплуатации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 102–107. EDN: BIBDQI
14. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние оптимизации параметров топливоподачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115. EDN: HSNVQS
15. 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. EDN: LOAHPE

## References

1. Koichev V.S., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Regime factors and adjusting parameters of automobile engines during operation in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):91–100. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100. EDN: FGJYAC
2. Kardanov Kh.B., Dzholabov Yu.Sh. Aggregate repair method: prospects of its applications in modern repair production. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;1(27):98–103. (In Russ.). EDN: LAILAZ
3. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L. Environmental requirements for motor vehicles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2019;4(26):75–80. (In Russ.). EDN: AANADS
4. Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Apkhudov T.M. Improvement of the method of classification characteristics of vehicle operating conditions. *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. EDN: BOJKWC
5. Batyrov V.I., Shekikhachev Yu.A. Peculiarities of diesel engine working process in high-mountain conditions of Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;2(28):117–121. (In Russ.). EDN: ZUJDBQ
6. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Constructive-technological factors of economy of fuel-lubricants. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;2(28):111–116. (In Russ.). EDN: ITNEIQ

7. Tavasiev R.M., Dzitsoev A.P. Improving the reliability and durability of the brake systems of vehicles in the wheel hydraulic cylinder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):97–103. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-97-103. EDN: LZQARB
8. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov K.Kh. The main ways to improve the stability of fuel supply parameters of tractor diesel engines. *AgroEkoInfo*. 2018. № 2(32):55. (In Russ.). EDN: UTXEVN
9. Batyrov V.I., Gubzhokov Kh.L. Improving the processes of mixture formation and combustion in diesel engines. *Sel'skiy mekhanizator*. 2017;(6):48. (In Russ.). EDN: WEPQSZ
10. Batyrov V.I., Koychev V.S., Bolotokov A.L. Influence of the state of the low-pressure fuel system on the performance of distributor-type fuel pumps. *Nauchno-tekhnicheskii progress v APK: problemy i perspektivy: sbornik nauch. tr. po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, v ramkakh XVIII Mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki "Agrouniversal – 2016"* [Scientific and technical progress in the agro-industrial complex: problems and prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference, within the framework of the XVIII International agro-industrial exhibition "Agrouniversal – 2016"]. Stavropol: Izd-vo "Agrus", 2016. Pp. 247–252. (In Russ.). EDN: WAWRAN
11. Kobozev A.K., Shvetsov I.I., Koychev V.S., Gazizov I.I., Bakholdin N.V. Detection and ways of troubleshooting – a reserve for deeper knowledge of tractor and automobile designs. *Sovershenstvovaniye nauchno-metodicheskoy raboty v universitete: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Improving scientific and methodological work at the university. Proceedings of the scientific and practical conference]. Stavropol: Stavropol'skiy GAU, 2018. Pp. 278–282. (In Russ.). EDN: VSGLEK
12. Batyrov V.I., Koychev V.S., Bolotokov A.L. Dependence of fuel supply parameters on the pressure in the feed cavity of the high-pressure fuel pump. *Nauchno-tekhnicheskii progress v APK: problemy i perspektivy: sbornik nauch. tr. po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, v ramkakh XVIII Mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki "Agrouniversal – 2016"* [Scientific and technical progress in the agro-industrial complex: problems and prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference, within the framework of the XVIII International agro-industrial exhibition "Agrouniversal – 2016"]. Stavropol: Izd-vo "Agrus", 2016. Pp. 252–256. (In Russ.). EDN: WBHSPV
13. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. Characteristic faults of fuel supply pumps during operation. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):102–107. (In Russ.). EDN: BIBDQI
14. Gubzhokov Kh.L., Bolotokov A.L. Influence of optimization of fuel supply parameters on the economic efficiency of a diesel. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):110–115. (In Russ.). EDN: HSNVQS
15. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricants economy reserves. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov* 2020;1(27):80–84. (In Russ.). EDN: LOAHPE

---

#### Сведения об авторах

**Апажев Аслан Каральбиевич** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Шекихачев Юрий Ахметханович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

**Ашабоков Хачим Хазраилович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2423-1922

**Шекихачева Люда Зачиевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8551-6400, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

#### Information about the authors

**Aslan K. Apazhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Yuri A. Shekikhachev** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

**Khachim Kh. Ashabokov** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2423-1922

**Luda L. Shekikhacheva** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

---

**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 11.11.2024;  
одобрена после рецензирования 29.11.2024;  
принята к публикации 09.12.2024.*

*The article was submitted 11.11.2024;  
approved after reviewing 29.11.2024;  
accepted for publication 09.12.2024.*