

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES****Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса**  
**Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex**

Научная статья

УДК 621.436.2

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

**Исследование эксплуатационных показателей дизельных двигателей  
при работе на биотопливе****Владимир Исмелович Батыров<sup>✉1</sup>, Люда Зачиевна Шекихачева<sup>2</sup>**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>✉1</sup>batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058><sup>2</sup>sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

**Аннотация.** Современный этап развития мирового рынка нефтепродуктов характеризуется объективными процессами развития мировой экономики, связанными с инновационными изменениями в том числе в нефтехимическом, транспортном и других секторах. Анализ результатов исследования физико-химических характеристик биотоплива на основе растительных масел свидетельствует, что по основным показателям оно существенно отличается от дизельного топлива. Причиной этого является присутствие в биотопливе глицерина и других примесей, в результате чего его вязкость, плотность, содержание фактических смол, по сравнению с дизельным, значительно выше. Следовательно, необходимо провести оценочное исследование надежности функциональных систем сельскохозяйственной техники при использовании минерального и биотоплива. В результате проведенных исследований установлено, что на основании полученных зависимостей можно оценить степень влияния различных видов топлива на надежность топливных насосов высокого давления топливной системы дизельного двигателя с учетом обобщенных показателей надежности трактора в целом, то есть коэффициентов готовности и технического использования. Анализ предложенной вероятностной модели надежности сложной технической системы позволил выявить «проблемный» элемент топливных насосов высокого давления, работавших на биотопливах. Так, «проблемным» элементом с точки зрения надежности являются уплотнения, средний ресурс которых составляет 960 мото-часов, что в 4 раза меньше по сравнению с топливными системами, работающими на минеральном дизельном топливе. Замена инертных к агрессивной биотопливной среде материалов уплотнений позволит повысить надежность топливных насосов высокого давления и трактора в целом.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, топливо, топливная аппаратура, топливная система, топливный насос, биотопливо

**Для цитирования:** Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Исследование эксплуатационных показателей дизельных двигателей при работе на биотопливе // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2026. № 1(51). С. 51–58. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

Original article

## Study of diesel engine performance when working on biofuel

Vladimir I. Batyrov<sup>✉1</sup>, Lyuda Z. Shekikhacheva<sup>2</sup>

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

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

<sup>2</sup>sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

**Abstract.** The current stage of development of the global oil products market is characterized by objective processes of development of global economic and social processes, which is associated with innovative changes in the petrochemical, transport and other sectors. Analysis of the results of studies of physicochemical biofuels based on vegetable oils indicates that in terms of basic indicators it differs significantly from diesel fuel. The reason for this is the presence of glycerol and other impurities, as a result of which its viscosity, density, content of actual resins compared to diesel is much higher. Therefore, it is necessary to conduct an assessment study of the reliability of functional systems of agricultural machinery using mineral and biofuel. As a result of the studies, it was found that, based on the relationships obtained, it is possible to assess the degree of influence of various types of fuel on the reliability of the high-pressure fuel pumps of the diesel engine fuel system, taking into account the generalized indicators of the reliability of the tractor as a whole, that is, the availability and technical use factors. Analysis of the proposed probabilistic reliability model of a complex technical system made it possible to identify a "problematic" element of high-pressure fuel pumps operating on biofuels. Thus, the "problem" element in terms of reliability is seals, the average resource of which is 960 engine hours, which is 4 times less than fuel systems operating on mineral diesel fuel. Replacement of sealing materials inert to the aggressive biofuel medium will improve the reliability of high-pressure fuel pumps and the tractor as a whole.

**Keywords:** diesel engine, fuel, fuel apparatus, fuel system, fuel pump, biofuel

**For citation:** Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z Study of diesel engine performance when working on biofuel. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):51–58. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

**Введение.** В связи с ускоренным развитием современной техники крайне актуальна задача повышения надежности машин, работающих в условиях больших нагрузок, температур, в различных агрессивных средах. Решение указанной задачи усложняется тем, что оно должно отражать специфику всех фаз существования машин – от стадии проектирования до стадии эксплуатации [1, 2]. Последние события, которые наблюдаются на рынке нефтепродуктов, подтвердили зависимость России от импорта нефти, который составляет 75–85%. Увеличение ее цены на нефтяных биржах неизбежно приводит к удорожанию горюче-смазочных материалов внутри страны. Такая ситуация в очередной раз подтверждает необходимость поиска и перевода двигателей мобильных энергетических средств на альтернативные виды топли-

ва. Их обширное внедрение, естественно, не сумеет решить всех энергетических проблем. Однако при неизбежном росте мировых цен на минеральные топлива альтернативные виды, для производства которых в России есть достаточные условия и мощности, смогут удовлетворить значительную долю внутреннего спроса на топливо, существенно снизить негативное влияние отходящих газов на окружающую среду [2–5].

В этой связи становится актуальным использование в качестве моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) спиртов, эфиров, газовых конденсатов и т.п. Однако наиболее перспективным видом, который может использоваться как основное или как добавка к дизельному, является топливо на основе растительных масел, в частности рапсового [7–10]. Наиболее подходя-

щим для использования в дизельных двигателях сельскохозяйственной техники является биодизельное топливо, или рапсово-метилловые (РМЭ), или рапсово-этиловые эфиры (РЭЭ) на основе рапсового масла.

Рапсово-этиловые эфиры можно использовать в чистом виде. Однако проведенными ранее исследованиями установлено, что его эффективно использовать в смеси с дизельным топливом или газовым конденсатом, поскольку в таком случае его важнейшие физико-химические и эксплуатационные показатели приближаются к показателям стандартного топлива. Рекомендуемое соотношение компонентов смеси 50–60% рапсово-этиловых эфиров и 50–40% газового конденсата. Исследуя работу двигателя на разных режимах, можно подтвердить целесообразность использования этого альтернативного вида топлива и обосновать состав компонентов смеси.

Соответствие физико-химических и эксплуатационных свойств установленным нормативным требованиям биодизеля в значительной степени зависит от качества сырья – растительного масла и технологии производства данного вида топлива. Однако в настоящее время использование некачественного по отдельным показателям масла, в том числе и рапсового, а также несовершенная технология этерификации и отделения глицерина приводят к получению биодизеля с повышенными вязкостными низкотемпературными показателями. Поэтому для обеспечения соответствия установленным нормативам получаемое биодизельное топливо следует использовать в смеси с нефтяными топливами, содержание компонентов которых следует определять проведением экспериментальных исследований.

Актуальность состоит и в том, что необходимо провести оценочное исследование надежности функциональных систем сельскохозяйственной техники при использовании минерального и биотоплива.

**Цель исследования** – оценка надежности топливного насоса высокого давления дизельного двигателя при эксплуатации на различных видах топлива для повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования базируются на методах физического и математического модели-

рования, сравнения. В качестве объекта исследования использован топливный насос высокого давления (ТНВД) дизельного двигателя. Место проведения исследования: ООО НП «Шэджэм» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Результаты расчетов параметров топливоподачи обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

**Результаты исследования.** Для нахождения вероятностей безотказной работы при наработке  $\Delta t$  используем равенство:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(\Delta t)}{N_0}, \quad (1)$$

где

$N_0$  – общее число испытываемых однотипных объектов (невосстанавливаемых или восстанавливаемых);

$n(\Delta t)$  – число отказавших блоков.

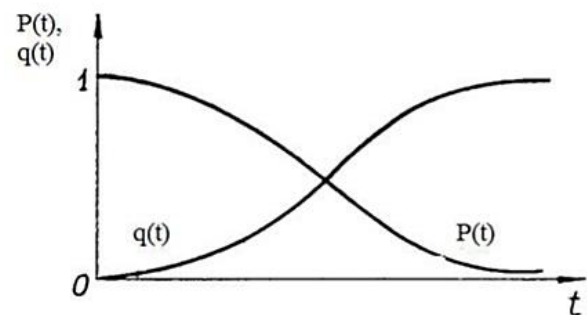
Если при наработке  $\Delta t$  не отказал ни один из объектов, то для ориентировочного определения  $p(\Delta t)$  справедливо следующее соотношение:

$$p(\Delta t) = 1 - \frac{1}{N_0 + 1}. \quad (2)$$

Вероятность отказа есть событие, противоположное вероятности безотказной работы:

$$q(\Delta t) = 1 - p(\Delta t) = \frac{n(\Delta t)}{N_0}. \quad (3)$$

Графики конфигурации функций  $p(t)$  и  $q(t)$  за цикл эксплуатации технического объекта приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Взаимное расположение графиков вероятности безотказной работы  $p(t)$  и вероятности отказов  $q(t)$

**Figure 1.** Mutual arrangement of failure-free operation probability  $p(t)$  and failure probability diagrams  $q(t)$

Выражение для интенсивности отказов выглядит следующим образом:

$$\lambda(\Delta t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t}, \quad (4)$$

где

$$N_{cp} = 0,5(N_i + N_{i+1}),$$

$N_i$  и  $N_{i+1}$  – соответственно число невосстанавливаемых объектов, исправно работавших в начале и конце интервала наработки  $\Delta t$ .

Среднюю наработку до отказа находим по формуле:

$$T_{cp} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} t_i, \quad (5)$$

где

$t_i$  – наработка до отказа  $i$ -го невосстанавливаемого объекта.

Среднюю наработку на отказ определяем из равенства:

$$t_{cp} = \frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*, \quad (6)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$  – суммарная наработка  $N_0$  возобновляемых объектов в период проведения запланированных испытаний;

$N^*$  – общее число отказов всех объектов в период испытания, включая отказы после восстановления.

График функции интенсивности отказов  $\lambda(t)$  за цикл эксплуатации однотипных объектов представлен на рисунке 2.

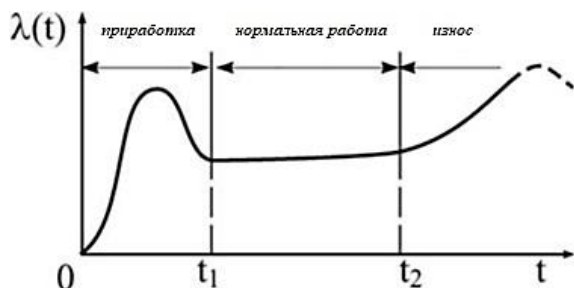


Рисунок 2. Изменение интенсивности отказов во времени

Figure 2. Change in failure rate over time

Вычисление среднего времени восстановления производим по соотношению:

$$t_B = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{N_0}, \quad (7)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*$  – суммарное время восстановления

$N_0$  объектов при испытаниях;

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{mi}^*$  – общее число обновлений (можно

принять  $\sum_{i=1}^{N_0} t_{mi}^* = N^*$ ).

Для нахождения коэффициента готовности используем следующую зависимость:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni}}, \quad (8)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$  – суммарная наработка;

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni}^*$  – суммарное время простоев наблюдаемых объектов на техническое обслуживание в период испытаний.

Коэффициент технического использования определяем по формуле:

$$K_{TO} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni} + \sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}. \quad (9)$$

Связь между двумя комплексными показателями за один и тот же период испытаний (наблюдений) с учетом зависимостей (8) и (9) можно установить следующим образом:

$$K_{TO} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni} + \sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*} = \frac{K_{\Gamma}}{1 + K_{\Gamma} \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}} = \frac{K_{\Gamma}}{1 + \varphi K_{\Gamma}}. \quad (10)$$

Параметр  $\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}$  – вполне конкретная

величина, показывающая долю времени нахождения наблюдаемых объектов в текущем ремонте по отношению ко времени нахождения тех же объектов в трудоспособном состоянии.

В процессе сбора информации в хозяйственных условиях ООО НП «Шэджэм» Чегемского района КБР в соответствии с требованиями ГОСТ 17510 под наблюдением находилось 16 топливных насосов высокого давления (ТНВД) тракторов МТЗ-80. Наблюдение проводили в течение 1200 мото-часов, что соответствует среднегодовой наработке (при эксплуатации на минеральном и биотопливе).

При работе на минеральном горючем за время испытаний из 16 единиц техники ТНВД 4 выходили из строя с последующим техническим обслуживанием (ТО) или ремонтом.

При работе на биотопливе за время испытаний из 16 единиц техники ТНВД 13 выходили из строя с последующим ТО или ремонтом.

По формуле (1) рассчитаем вероятность безотказной работы техники, работающей на минеральном горючем:

$$P_{\min}(t) = \frac{16-4}{16} = 0,75.$$

По формуле (1) рассчитаем вероятность безотказной работы техники, работающей на биотопливе:

$$P_{\min}(t) = \frac{16-13}{16} = 0,19.$$

Отсюда по формуле (3) рассчитаем вероятность отказа ТНВД испытываемой техники для различных видов горючего:

$q_{\min}(\Delta t) = 1 - 0,75 = 0,25$  – для минерального топлива;

$q_{\min}(\Delta t) = 1 - 0,19 = 0,81$  – для биотоплива.

Рассчитаем еще один важный параметр – интенсивность отказов на разных видах горючего по формуле (4):

$$\lambda_{\min}(\Delta t) = 2,38 \cdot 10^{-4};$$

$$\lambda_{\min}(\Delta t) = 1,14 \cdot 10^{-3}.$$

Произведем расчет средней наработки до отказа по формуле (5):

$$T_{cp.m} = 226,9 \text{ мото-часов};$$

$$T_{cp.б} = 505,2 \text{ мото-часов}.$$

По формуле (6) рассчитали среднюю наработку на период проведения испытаний с учетом затрат на ТО (7%) и на ремонт (20%) [1]:

$$t_{cp.m} = 4224 \text{ мото-часов};$$

$$t_{cp.б} = 1133,5 \text{ мото-часов}.$$

Для вычисления коэффициента готовности воспользуемся формулой (8), в которой  $\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$  при работе на минеральном горючем будет равна суммарному количеству отработанных моточасов для 16 единиц техники с вычетом времени на проведение ТО, ремонтных и восстановительных работ неисправных элементов ТНВД топливной системы, то есть минус 7% времени на ТО для всех 16 единиц и 20% на ремонт.

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi.m}^* = 16896 \text{ мото-часов}.$$

Аналогично рассчитаем суммарную наработку  $N_0$  возобновляемых объектов в период проведения запланированных испытаний и для работы техники на биотопливе:

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi.б}^* = 14736 \text{ мото-часов}.$$

Время, затраченное на проведение ТО как для техники, работавшей на минеральном горючем, так и для техники, работавшей на биотопливе, будет одинаковым и равным 1344 ч:

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi.m}^* = 1344 \text{ ч};$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi.б}^* = 1344 \text{ ч}.$$

Для расчета коэффициента готовности необходимо учитывать как время, затраченное на ТО, так и время, затраченное на ремонт и восстановление вышедших из строя узлов ТНВД топливной системы при испытании техники (т.е. полное время простоя):

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni.m}^* = 2304 \text{ ч};$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni.b}^* = 4464 \text{ ч}.$$

Подставляя полученные данные для техники, ТНВД которой работал на минеральном горючем топливе, в формулу (8), получим коэффициент готовности:

$$K_{Г.м} = \frac{16895}{16896 + 1344} = 0,93.$$

Коэффициент готовности для техники, ТНВД которой работал на биотопливе, равен:

$$K_{Г.б} = \frac{14736}{14736 + 4464} = 0,77.$$

Для вычисления коэффициента технического использования необходимо вычислить параметр  $\varphi$ , который показывает долю времени нахождения наблюдаемых объектов в текущем ремонте по отношению ко времени нахождения тех же объектов в трудоспособном состоянии:

$$\varphi_m = \frac{2304}{16896} = 0,14;$$

$$\varphi_b = \frac{4464}{14736} = 0,30.$$

Теперь по формуле (10) рассчитаем коэффициент технического использования для исследуемой техники при эксплуатации на различных видах горючего:

$$K_{ГО.м} = \frac{0,93}{1 + 0,14 \cdot 0,93} = 0,83;$$

$$K_{ГО.б} = \frac{0,77}{1 + 0,30 \cdot 0,77} = 0,63.$$

**Вывод.** На основании полученных зависимостей можно оценить степень влияния различных видов топлива на надежность ТНВД топливной системы дизельного двигателя с учетом обобщенных показателей надежности трактора в целом, то есть коэффициентов готовности и технического использования. Анализ предложенной вероятностной модели надежности сложной технической системы позволил выявить «проблемный» элемент ТНВД, работавших на биотопливах. Так, «проблемным» элементом с точки зрения надежности являются уплотнения, средний ресурс которых составляет 960 мото-часов, что в 4 раза меньше по сравнению с топливными системами, работающими на минеральном дизельном топливе. Замена инертных к агрессивной биотопливной среде материалов уплотнений позволит повысить надежность ТНВД и трактора в целом.

### Список литературы

1. 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. EDN: PEHVGG
2. 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
3. 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: LOANPE
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. EDN: AANADS
5. 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. EDN: VOJKWC
6. Болотоков А. Л., Губжоков Х. Л. Исследование параметров технического состояния распылителей дизельных форсунок // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3 (45). С. 93–99. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-93-99. EDN: VPELWT

7. Болотоков А. Л. Сравнительные эксплуатационные исследования изменения параметров форсунок дизелей с серийными и модернизированными распылителями // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 118–126. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-118-126. EDN: KYESHQ

8. 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

9. 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

10. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние оптимизации параметров топливоподдачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115. EDN: HSNVQS

### References

1. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricant savings operating factors. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;3(29):85–92. (In Russ.). EDN: PEHVGQ

2. 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

3. 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

4. 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

5. Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Aphudov 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

6. Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Investigation of technical condition parameters spray nozzles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;3(45):93–99. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-93-99. EDN: VPELWT

7. Bolotokov A.L. Comparative operational studies of changes in the parameters of diesel injectors with serial and modernized nozzles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;4(42):118–126. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-118-126. EDN: KYESHQ

8. Kojchev V.S., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Mode factors and adjusting parameters of automobile engines when operating 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

9. 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

10. Gubzhokov H.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

### Сведения об авторах

**Батыров Владимир Исмелович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Scopus ID: 57214136440

**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: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

#### Information about the authors

**Vladimir I. Batyrov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural engineering, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Scopus ID: 57214136440

**Luda Z. Shekikhacheva** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-20

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 21.01.2026;  
одобрена после рецензирования 12.02.2026;  
принята к публикации 19.02.2026.*

*The article was submitted 21.01.2026;  
approved after reviewing 12.02.2026;  
accepted for publication 19.02.2026.*