

Организация рационального использования моторного топлива на АТП

Юрий Алексеевич Шамарин¹, Иван Иванович Руденко², Владислав Алексеевич Титов¹

¹МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

²РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

e-mail: vanya.rudenko.82@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена эффективность применения различных систем и методов контроля и учета расхода моторного топлива на автопредприятиях. Определены основные отличия применяемых способов учета, их преимущества и недостатки. Обоснована необходимость применения современных устройств для контроля расхода топлива. Экспериментальные исследования доказали применение таких устройств и перспективных способов учета приводит к финансовому благополучию предприятий.

Ключевые слова: расход топлива; способ учета; затраты компании; спутниковые системы; результаты исследований; датчики учета; гистограмма.

Для цитирования: Шамарин Ю. А., Руденко И. И., Титов В. А. Организация рационального использования моторного топлива на АТП // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 205–211. [http: 10.28983/asj.y2023i11pp205-211](http://10.28983/asj.y2023i11pp205-211).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Organization of rational use of motor fuel at the ATP

Yuri A. Shamarin, Ivan I. Rudenko, Vladislav A. Titov

¹MF Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

²Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

e-mail: vanya.rudenko.82@mail.ru

Abstract: The effectiveness of the application of various systems and methods for monitoring and accounting for the consumption of motor fuel at auto enterprises is considered. The main differences between the applied accounting methods, their advantages and disadvantages are determined. The necessity of using modern devices for fuel consumption control is substantiated. Experimental studies have proven that the use of such devices and promising methods of accounting leads to the financial well-being of enterprises.

Keywords: fuel consumption; metering method; company costs; satellite systems; research results; metering sensors; histogram.

For citation: Shamarin Yu. A., Rudenko I. I., Titov V. A. Organization of rational use of motor fuel at the ATP. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(11):205–211. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i11pp205-211](http://10.28983/asj.y2023i11pp205-211).

Введение. В связи с тем, что России проводит самостоятельный внешнеполитический курс, США и страны Евросоюза ввели и вводят санкции против транспортно-логистической отрасли и по всем компаниям, которые используют в своей работе легковые, грузовые, пассажирские автомобили и спецтехнику, возникла необходимость сокращения затрат на топливо и повышения эффективности при минимальных издержках [1, 2, 5].

Грамотная учетная политика обеспечивает возможность работы без издержек и не в убыток, имея точные сведения о расходе ГСМ (рис. 1) и при применении эффективных способов учета и контроля расхода топлива (табл. 1.).

Цель исследования – провести анализ расхода топлива на действующих муниципальных автопредприятиях АО «МОСТРАНСАВТО» Московской области в зависимости от длины маршрута, времени года, технического состояния автотранспорта, статистическим методом и методом спутникового мониторинга.

Методика исследований. Анализ проводили в зависимости от длины маршрута, времени года, технического состояния автотранспорта.





Рис. 1. Структура затрат компании

Таблица 1

Способы учета и контроля расхода топлива

Способы, основанные на модельном ряде устройств	Способы, основанные на статистических законах, формулах и нормативах
Спутниковый мониторинг без датчика топлива	Контроль расхода топлива без спутниковых систем
Контроль расхода топлива с помощью штатного датчика через CAN-шину	
Контроль расхода топлива с помощью расходомера (ДРТ)	
Контроль с помощью емкостного датчика уровня топлива (ДУТ)	

1. Контроль расхода топлива без спутниковых систем.

Без ГЛОНАСС/GPS мониторинга работают много автопарков. Возможно, что учёт и списание дизельного топлива в компании проводится корректно, и перерасхода ГСМ не фиксируется. Но, скорее всего, руководство не может заявлять, что владеет всей информацией. Настоящим контролем является возможность сравнивать максимум различных показаний и выявлять причины расхождений [3–6].

2. Спутниковый мониторинг без датчиков топлива. Для спутникового контроля необходимо установить профессиональный ГЛОНАСС/GPS-трекер (рис. 2), подойдет любой GPS трекер, например, трекеры «ГдеМои А3», «ГдеМои А5», «ГдеМои А6», «ГдеМои А8» и другие модели, которые передают в систему мониторинга информацию о перемещении автомобильного транспорта, координаты, скорость и пробег. Пробег, зафиксированный трекерами, достоверен показаниям штатного одометра автомобиля [3–5].

3. Контроль расхода топлива с помощью штатного датчика через CAN-шину.

CAN-шина – это интерфейс, обеспечивающий обмен информацией между датчиками и электронными системами автомобиля, а также сторонними устройствами в рамках единой CAN-сети автомобиля (Controller Area Network) (рис. 3). CAN-шина присутствует во всех современных



Рис. 2. ГЛОНАСС/GPS-трекер, «ГдеМои А5»

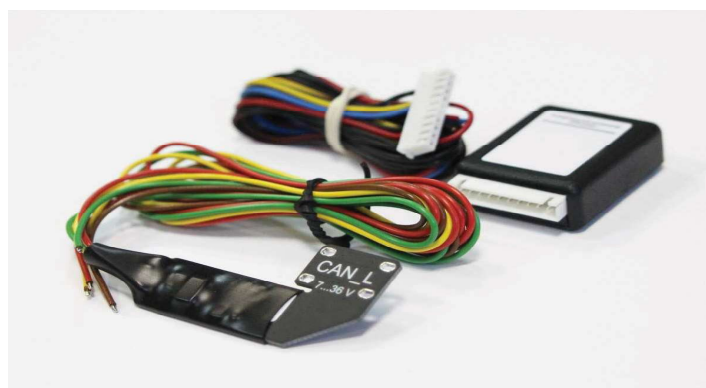


Рис. 3. CAN-шина

автомобилях. Такой контроль топлива заключается в подключении ГЛОНАСС/GPS-трекера к блоку управления автомобиля через CAN-интерфейс с помощью бесконтактных считывателей путем проводного соединения.

4. Контроль расхода топлива с помощью расходомера или датчика уровня топлива (ДУТ).

Датчик устанавливается в топливную систему двигателя автомобиля (рис. 4). Принцип работы расходомера заключается в определении объемов поступающего топлива и учёте времени его потребления, поэтому датчики расхода топлива (ДРТ) также называют проточными. Некоторые модели расходомеров определяют время работы двигателя и температуру топлива [7, 8].

Чаще используют способы, которые требуют меньших затрат на установку. Среди всех рассмотренных решений рациональнее использовать ёмкостные ДУТ. Но и не обойтись без установки ДРТ либо удалённого считывания данных с CAN-шины автомобиля. Сравнительные характеристики различных способов контроля расхода топлива сведены в табл. 2.



Рис. 4. Датчик расхода топлива

Результаты исследований. Проводили исследования по расходу топлива на действующих муниципальных автопредприятиях АО «МОСТРАНСАВТО» Московской области с использованием полученных среднестатистических данных. Анализ проводили в зависимости от длины маршрута, времени года, технического состояния автотранспорта. В статье приведен анализ учета расхода топлива в зависимости от длины маршрута статистическим методом и методом спутникового мониторинга.

Данные для анализа представлены в табл. 3.

Далее проведем статистический анализ данных и построим гистограмму по всей выборке расхода топлива.

Числовые характеристики полученной выборки расхода топлива:

Максимальное значение $X_{\max} = 116,8$ л.

Минимальное значение $X_{\min} = 1$ л.

Среднеарифметическое находят по формуле

$$X_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i;$$

$$X_{cp} = 42,911.$$

Медиана выборки $Me = 25,1$.

Выборочную дисперсию рассчитывают по формуле

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2 = 1963,217.$$

Выборочное стандартное отклонение находят по формуле

$$S = \sqrt{S^2} = 44,31.$$

Коэффициент асимметрии:

$$\gamma_{AS} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^3}{S^3} = -1,669.$$

Коэффициент эксцесса:

$$\gamma_{ЭХ} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^4}{S^4} - 3 = 0,39.$$



Таблица 2

Сравнительные характеристики разных способов контроля топлива

Способ контроля топлива	Эффективность контроля	Погрешность	Контролируемые параметры	Вероятность хищения	Особенности установки	Стоимость
Базовый контроль по пробегу, топливным картам, чекам	Низкая	15–20 %	Пробег Расходы на потраченное топливо	Высокая	Не требуется	–
Только спутниковый мониторинг	Низкая	–	Пробег Следование маршруту Посещение геозон	Высокая	Простой монтаж Установка и настройка ПО Подключение к абонентскому обслуживанию	ГЛОНАСС/GPS-трекер от 5000р + Установка в среднем 1500р
Контроль по CAN-шине	Средняя	До 15 %	Расход и уровень топлива в баке Другие параметры ТС, доступные через CAN-шину	Высокая	Простой монтаж Подключение к блоку управления машины напрямую	Бесконтактный CAN-считыватель от 2800 руб. + CAN-LOG-адаптер от 5000 руб. + ГЛОНАСС/GPS-трекер от 5000 руб. + Установка в среднем 2700 руб.
Контроль с помощью ДРТ	Средняя	1–3 %	Расход топлива Время работы и температура двигателя	Средняя	Сложный монтаж Установка на топливные магистрали Не требует калибровки Требуется периодическая очистка	Расходомер 12 600 руб. + установка расходомера от 2 000 руб. + ГЛОНАСС/GPS-трекер от 5 000 руб. + установка трекера в среднем 1 500 руб.
Контроль с помощью ДУТ	Низкая	1–3 %	Расход и уровень топлива в баке Заправки и сливы	Низкая	Монтаж средней сложности Установка внутрь топливного бака Требуется тарировка бака	Датчик уровня топлива от 6 500 руб. + установка датчика от 2 500 руб. + ГЛОНАСС/GPS-трекер от 5 000 руб. + установка трекера в среднем 1 500 руб.



Данные для анализа расхода топлива

Маршрут	ЛиАЗ-5256 (Д)	КАВЗ-3976 (Б)	ГАЗ-3221 (Б)	ГолАЗ-4242 (Д)	ЗИЛ-325000 (Д)	ЛАЗ-4202 (Д)	АКА-5225 (Д)	МАЗ-103 (Д)	ПАЗ-3201 (Б)
Длинный маршрут зимой с самым большим населением в МО	116,8 л	76,2 л	47,8 л	78,7 л	49,1 л	88,9 л	112,7 л	95,7 л	91,4 л
Короткий маршрут зимой с самым большим населением в МО	2,4 л	1,6 л	1 л	1,6 л	1 л	1,3 л	2,3 л	2 л	1,9 л

Коэффициент вариации определяют по формуле

$$v = \frac{s}{\bar{x}} = 1,03.$$

Для построения интервального вариационного ряда определим величину интервала h по формуле Стерджесса:

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3,3221 \lg(n)} = 23,$$

где n – общее число выборок.

Строим шкалу интервалов. За верхнюю границу интервала примем величину, определяемую по формуле:

$$a_1 = X_{\min} + h = 24.$$

Верхние границы всех последующих интервалов определяют по следующей формуле:

$$\begin{aligned} a_2 &= a_1 + h = 47; \\ a_3 &= a_2 + h = 70; \\ a_4 &= a_3 + h = 93; \\ a_5 &= a_4 + h = 116; \\ a_6 &= a_5 + h = 139. \end{aligned}$$

В результате получаем вариационный ряд, представленный в табл. 4.

Таблица 4

Вариационный ряд

a_j	m_h	w_h
24	9	0,5
47	0	0
70	2	0,11
93	4	0,22
116	2	0,11
139	1	0,06

Примечание: a_j – верхняя граница j -го интервала; m_h – интервальная частота; w_h – интервальная частость.

Гистограмма распределения частот выборки расхода топлива по длине маршрута дана на рис. 4.



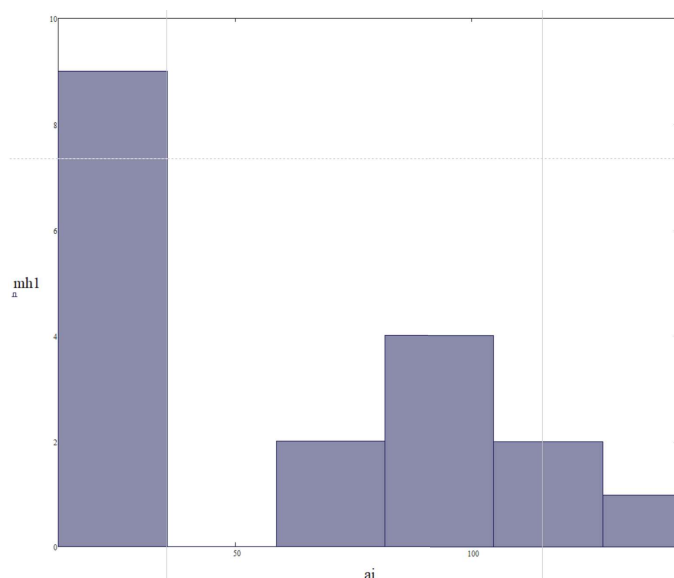


Рис. 4. Гистограмма распределения расхода топлива по длине маршрута

Статистический способ контроля и учета топлива довольно сложен и объемен, хотя до сих пор находит применение на многих автопредприятиях. Гораздо эффективнее оказываются способы, основанные на базе спутникового мониторинга и применении современных систем контроля. Расход топлива у ГАЗ А64R42 в зависимости от длины маршрута (данные получены с использованием спутникового мониторинга).

Нами были выбраны маршруты автотранспорта АО «МОСТРАНСАВТО» Московской области (протяженностью 7 км), (протяженностью 20 км), (протяженностью 18 км), (протяженностью 15 км) за январь 2022 года (табл. 3.).

На рис. 5–7 видно, что фактический расход превышает плановый на 10 %.

Таблица 3

Средний расход топлива Газ А64R42 на разных маршрутах (данные взяты за месяц)

№ маршрута	Протяженность, км	Плановый средний расход топлива	Фактический средний расход топлива
1	7	8,3	9,4
2	20	22,38	25,65
3	18	21,25	23,74
4	15	18	20,43

График среднего расхода топлива в зависимости от длины маршрута

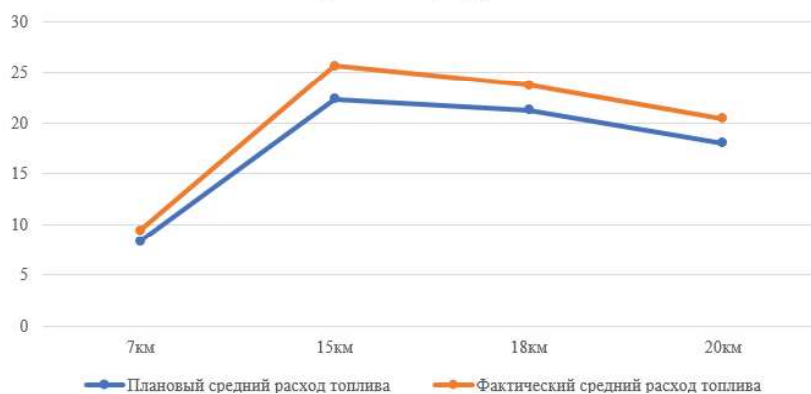


Рис. 5. График среднего расхода топлива в зависимости от длины маршрута

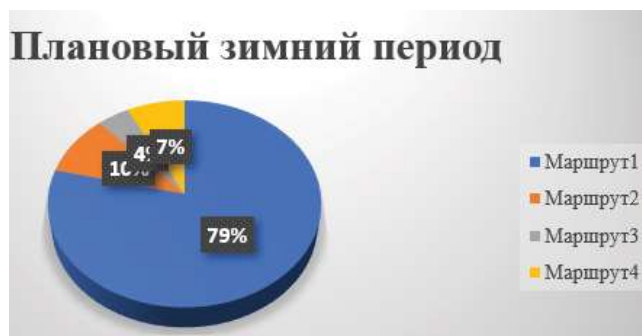


Рис. 6. Плановый зимний период



Рис. 7. Фактический зимний период



Заключение. Результаты исследований подтверждают необходимость выбора оптимальной стратегии по учету и контролю расхода топлива для финансового благополучия автопредприятия. Исследования показали, что фактический расход топлива превышает на 10 % планового расхода топлива на всех четырех маршрутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веревкин Н.И., Давыдов Н. А., Джерихов В. Б. Экономия топливно-энергетических ресурсов: учеб. пособие. СПб., 2011. 38 с.
2. Распоряжение Минтранса от 14.03.2008 №АМ-23-р. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/.
3. Шамарин Ю.А., Щербаков Е.Н., Краснов Н.Д., Титов В.А., Кузнецов М.И. Результаты испытаний гидроплотности распылителей форсунок двигателя ЯМЗ-238Д // Заметки ученого. 2022. № 8. С. 268–274.
4. Борисов Г.В., Лелиовский К.Я., Пачурин Г.В. К вопросу о нормировании расхода жидких топлив на автомобильном транспорте // Фундаментальные исследования. 2015. № 3. С. 28–35. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37079> (дата обращения: 14.05.2023).
5. ГОСТ 20306-90. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. М., 1991.
6. Шамарин Ю.А., Руденко И.И. Использование цифровых решений в конструкциях оборудования для диагностирования топливной аппаратуры дизелей лесных машин // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XII Междунар. науч.-практ. Интернет-конференции «ИнформАгро-2020»; Инновационные технологии и технические средства для АПК. М., 2020. С. 519–521.
7. Голубев И.Г. Руденко И.И. Изменение параметров топливоподачи дизеля при работе на смешанном топливе с биодобавками из рапсового масла // Аграрная наука – сельскому хозяйству: XVI Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2021. С. 16–18.
8. Руденко И.И., Голубев И.Г. Работоспособность топливной аппаратуры дизелей на топливе с биодобавками из рапсового масла // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2012. № 8. С. 53–54.

REFERENCES

1. Verevkin N.I., Davydov N.A., Dzherikhov V.B. Economy of fuel and energy resources: textbook. allowance. St. Petersburg, 2011. 38 p. (In Russ.).
2. Order of the Ministry of Transport dated March 14, 2008 No. AM-23-r. Consumption standards for fuels and lubricants in road transport. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/. (In Russ.).
3. Shamarin Yu.A., Shcherbakov E.N., Krasnov N.D., Titov V.A., Kuznetsov M.I. Results of testing the hydraulic tightness of injector nozzles of the YaMZ-238D engine. Notes of a scientist. 2022;8:268–274. (In Russ.).
4. Borisov G.V., Leliovsky K.Ya., Pachurin G.V. On the issue of rationing the consumption of liquid fuels in road transport. Fundamental Research. 2015;3:28–35. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37079> (access date: 05/14/2023). (In Russ.).
5. GOST 20306-90. Motor vehicles. Fuel efficiency. Test methods. Moscow, 1991. (In Russ.).
6. Shamarin Yu.A., Rudenko I.I. The use of digital solutions in equipment designs for diagnosing fuel equipment of diesel engines of forestry machines. Scientific and information support for innovative development of the agro-industrial complex. Moscow, 2020:519–521. (In Russ.).
7. Golubev I.G. Rudenko I.I. Changes in diesel fuel supply parameters when operating on mixed fuel with bioadditives from rapeseed oil. Agricultural Science – Agriculture. Barnaul, 2021:16–18. (In Russ.).
8. Rudenko I.I., Golubev I.G. Performance of fuel equipment of diesel engines using fuel oil with bioadditives from rapeseed oil. Repair. Recovery. Modernization. 2012;8:53–54. (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 22.05.2023; одобрена после рецензирования 23.06.2023; принята к публикации 30.06.2023.
The article was submitted 22.05.2023; approved after reviewing 23.06.2023; accepted for publication 30.06.2023.*

