



РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ ОТ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА

В статье описаны основные положения разработанной автором методики определения реальных эксплуатационных норм расхода топлива грузовых транспортных средств. Путем исследования, обработки и анализа полученной БД, было исследовано влияние поступающих от транспортных информационных терминалов данных на фактический расход топлива грузовых автотранспортных средств.

Разработан алгоритм обработки формируемой БД и оценки расхода топлива на основе обширного непрерывного потока данных, поступающих с эксплуатируемых автомобилей, оборудованных спутниковой системой телематического контроля.

Спутниковые системы телематического контроля, автотранспортные предприятия, базы данных, спутниковый навигационный терминал, CAN-шина, приемник данных.

Проблема поиска дополнительных средств экономии топлива в современных экономических реалиях является одной из наиболее часто встречающихся задач для автотранспортных предприятий всех форм собственности.

Поставленная задача на сегодняшний день недостаточно исследована в рамках транспортной работы грузовых транспортных средств, выполняемой в условиях городского цикла. В данной работе производится исследование обозначенной проблемы и составление алгоритма установки собственных норм расхода топлива грузовых автомобилей, находящихся на балансе конкретного предприятия, и работающих в городских условиях, с применением систем телематического контроля транспорта. На основе анализа полученных результатов представляется возможным составление алгоритма, соответствующего магистральному режиму движения.

Современное законодательство требует установку систем телематического контроля на пассажирский и грузовой транспорт, а также на спецподвижной состав.

В процессе эксплуатации грузового транспорта, оборудованного системой телематического контроля, происходит постоянная передача объемного, переменного во время выполнения транспортной работы массива данных [1-4].

Перед авторами настоящего исследования были поставлены следующие задачи.

1. Разработать алгоритм оценки расхода топлива автомобилей на основе данных, полученных в процессе эксплуатации систем телематического контроля, который будет учитывать особенности транспортной работы конкретного предприятия.

2. Реализовать алгоритм оценки расхода топлива на примере анализируемого предприятия.

Для определения расхода топлива даже отдельного автомобиля требуется длительный период сбора данных, которые отображают режим движения автомобиля, текущий расход топлива, климатические условия, рельеф местности, а также массу перевозимого груза для грузовых транспортных средств.

Учитывая вероятность возникновения ошибок системы, существует необходимость фильтрации собранных данных. Кроме того, требуется разделение отфильтрованного потока данных в соответствии с режимами движения – магистральным и городским, с учетом выбора отображения информации.

В процессе решения поставленных задач была собрана необходимая информация. Специфика собранной информации заключается в большом потоке взаимосвязанных данных, требующих обработки и анализа [6, 7]. Установка реальных эксплуатационных норм расхода топлива вызывает необходимость подготовки суммарной информации на основе больших массивов данных. Сложность заключается в необходимости структурирования данных по многомерному принципу, который включает в себя разброс показателей расхода топлива в зависимости от массы перевозимого груза, скорости движения, пройденного пути и времени движения.

Проведенные исследования позволят специалистам конкретного автотранспортного предприятия любой формы собственности оценить возможные конкретные пути снижения расхода топлива транспортных средств, находящихся на балансе конкретного предприятия [5].

Исследования были проведены на базе автотранспортных предприятий Вологодской и Архангельской областей. В качестве объекта исследования по заказу автопредприятий были выбраны автомобили КАМАЗ-55111 в городе Вологда (Вологодская область), КАМАЗ-55111 в городе Вельск (Архангельская область) и Fiat Ducato в городе Вологда. На объектах (автомобилях), выбранных для исследования, было установлено оборудование телематического контроля фирмы Omnicomm. Заказчики в лице автотранспортных предприятий предоставляли для анализа информацию, полученную с использованием серверов Omnicomm Online и обработанную за период с сентября 2016 года по май 2017.

В процессе выполнения транспортной работы выбранными в рамках проводимого исследования автомобилями из массива потоковой информации, полу-

чаемого с систем телематического контроля, был произведен выбор данных, позволяющих отследить зависимость расхода топлива от средней скорости движения рассматриваемых автомобилей. Эти данные представлены в таблице.

С целью последующей обработки отфильтрованных данных были составлены точечные диаграммы с полиномиальной линией тренда, отображающие общую зависимость расхода топлива от средней скорости движения в городском режиме и помещенные в соответствующую систему координат.

Мониторинг входящего потока отфильтрованных данных и аналитическая обработка полученных диаграмм позволила сделать следующие выводы.

1. Квадратичная функция полиномиальной линии тренда указывает на то, что зависимость расхода топлива автомобиля от скорости движения не является линейной, она имеет один экстремум. Более того, до достижения экстремума функция убывает. Однако экстремум представленных функций достигается при значениях координат, соответствующих скоростям, превышающим ограничение, установленное в городе. Например, для автомобиля Fiat Ducato наименьший расход топлива достигается при движении со скоростью около 70 км/ч. Это говорит о том, что при скорости движения автомобиля в диапазоне городского цикла, значение расхода топлива при любых условиях будет выше минимально возможного.

На увеличение расхода топлива при низких скоростях в городском режиме движения также оказывает влияние качество и стиль вождения конкретных водителей, а именно частота воздействия на органы управления автомобилем, которая, в свою очередь, приводит к интенсивному изменению оборотов коленчатого вала ДВС и передаточного числа трансмиссии, а следовательно, к более интенсивному изменению скорости движения автомобилей.

2. На представленных диаграммах наблюдается частичное несовпадение массива значений расхода топлива с линией тренда. Об этом также свидетельствует низкое значение R^2 . Соотношение транспортной работы рассматриваемых автомобилей в городском режиме по сравнению с магистральным невелико, что вызывает необходимость гораздо более длительного сбора данных для получения более точных показаний.

3. На представленных диаграммах наблюдается зависимость разброса значений расхода топлива от скорости движения. Чем ниже скорость движения,

тем существеннее разброс. Такая зависимость обусловливается тем, что в потоке информации, поступающей от телематических комплексов, установленных на борту автомобиля, отсутствуют данные по массе перевозимого груза. Сбор этих данных особенно актуален для грузовых транспортных средств, поскольку масса перевозимого груза может превосходить собственную массу автомобиля. Причем загрузка автомобиля сильнее влияет на расход топлива при малых скоростях, чем при больших. Соответственно, возникает проблема удаленного сбора этих данных для уточнения поступающей информации.

Существует система контроля нагрузки на ось фирмы ALM, которая включает в себя весовой компьютер в кабине водителя и датчики нагрузки на ось. Датчики нагрузки бывают двух типов: датчик перемещения ДП-01 для рессорной подвески и датчик давления ДДЭ-08, предназначенный для пневматической подвески. После интеграции оборудования в программное обеспечение системы спутниковой телематики, появится возможность сбора информации о весе перевозимого груза, что позволит решить вышеописанную проблему.

Для понимания зависимости расхода топлива от условий движения автомобиля, сравним представленные выше диаграммы между собой. Для сравнения поместим их в единую систему координат.

Из сравнения видно, что разброс массива значений расхода топлива у обоих КАМАЗов существеннее, чем у Fiata. То есть можно сделать вывод, что характер разброса зависит так же от отношения грузоподъемности автомобиля по сравнению с его снаряженной массой.

Из сравнения КАМАЗов видно, что формы линий трендов схожи, значения коэффициентов их функций близки друг к другу. Тем не менее, расход топлива КАМАЗа в Вологде выше, чем в Вельске. Принимая во внимание несущественное различие климатических условий и допустякая, что состояние обоих автомобилей удовлетворительное, можно сделать вывод о том, что на расход топлива влияет размер города, в котором эксплуатируется автомобиль, а значит и характер движения в этом городе.

При анализе циклов движения выбирались данные, характеризующие периоды работы автомобилей, соответствующих городским условиям движения – с частыми разгонами и замедлениями, а так же останками на светофорах или в «пробке».

Таблица

Зависимость расхода топлива от средней скорости движения (фрагмент данных)

КамАЗ-55111 (Вологда)		КамАЗ-55111 (Вельск)		FIAT DUCATO	
01.12.2016 – 24.04.2017		09.01.2017 – 24.04.2017		01.09.2016 – 24.04.2017	
расход, л/100 км	средняя скорость, км/ч	расход, л/100 км	средняя скорость, км/ч	расход, л/100 км	средняя скорость, км/ч
90,4	1,7	142	10,7	33,1	8
163,1	3,7	108	10,7	57,8	9,1
157,1	4,5	86,9	11,3	30,3	9,4
185,2	14,9	86,5	11,7	4,5	10
138,8	16	2,3	11,9	31,7	10,8
56,6	16	81,1	12,5	15,4	12

На основе сравнения данных со стандартным городским циклом можно сделать следующие выводы:

1. Характеристики фактического цикла движения схожи со стандартным городским циклом.

2. В реальных условиях эксплуатации скорость движения автомобиля меняется намного динамичнее, чем при испытании автомобиля.

3. При испытаниях скорость движения автомобиля не превышает 50 км/ч, в то время как в реальных условиях скорость движения в городе может достигать 60 км/ч, а в некоторых случаях и больше (нельзя не учитывать стиль езды водителя).

4. Помимо отличий характеристик от стандартного цикла, они отличаются и друг от друга. Это говорит о постоянно меняющихся условиях движения ав-

томобиля, что не учитывается при проведении испытаний.

Исследование показало, что выполнение действий по выявлению реальных норм расхода топлива – длительный и трудоемкий процесс. Авторами статьи предложено создать специальное программное обеспечение на основе систем телематического мониторинга транспорта в качестве одного из возможных путей решения данной проблемы. Созданная программа будет выполнять операции по сбору, фильтрации, обработке и анализу информации в автоматизированном режиме.

Блок-схема алгоритма программы представлена на рисунке.

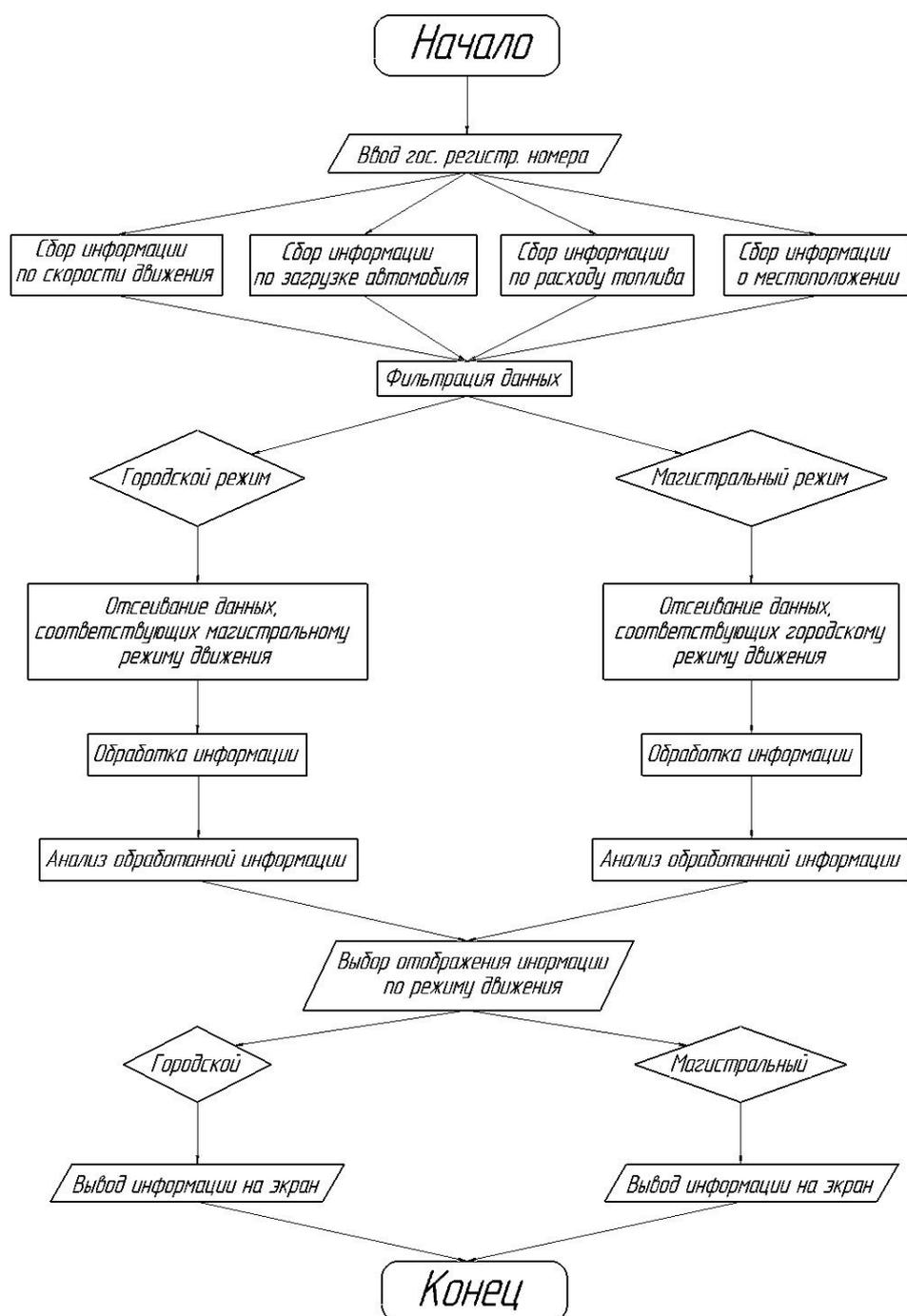


Рис. Блок-схема алгоритма определения эксплуатационных норм расхода топлива

После того, как необходимое оборудование будет установлено на автомобиль, программа потребует ввести государственный регистрационный номер транспортного средства, по которому начинается поиск необходимой информации в системе спутниковой телематики. Из получаемой информации будут отсеиваться возможные ошибочные данные системы, которые могут повлиять на конечный результат. Далее программа разделит данные на соответствующие городскому и магистральному режиму движения автомобиля. Отдельно для городского и магистрального режима будет проводиться обработка и анализ информации, после чего оператор выберет, какую информацию и для какого автомобиля вывести на экран. В конечном итоге пользователь получит данные по нормам расхода топлива для конкретного автомобиля.

Данная программа позволит рассчитать реальные эксплуатационные нормы расходов топлива в рамках конкретного предприятия.

В заключение, из проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. Зависимость расхода топлива от скорости движения носит нелинейный характер, обусловленный техническим состоянием автомобиля, массой перевозимого груза и условиями эксплуатации.

2. Разработан алгоритм оценки расхода топлива автомобилей на основе данных, полученных в процессе эксплуатации систем телематического контроля, учитывающий особенности транспортной работы конкретного предприятия.

3. Разработан алгоритм оценки расхода топлива, включающий в себя следующие пункты:

1. Установить необходимое оборудование на автомобиль с установленной системой спутникового мониторинга.

2. Собирать необходимые данные в течение определенного периода эксплуатации автомобиля.

3. Произвести выборку собранных данных.
4. Произвести обработку полученной информации.
5. Произвести анализ полученных результатов.

Литература

1. Froberg, A. Efficient drive cycle simulation / A. Froberg, L. Nielsen // *IEEE Trans. Veh. Technol.* – 2008. – Vol. 57. – P. 1442–1453.
2. Scenario analysis of energy consumption and greenhouse gas emissions from China's passenger vehicles / H. Hao, Z. Liu, F. Zhao, W. Li, W. Hang // *Energy.* – 2015. – Vol. 91. – P. 151–159.
3. Khayyam, H. Adaptive intelligent energy management system of plug-in hybrid electric vehicle / H. Khayyam, A. Bab-Hadiashar // *Energy.* – 2014. – Vol. 69. – P. 319–335.
4. Highly-resolved modeling of personal transportation energy consumption in the United States / M. Muratori, M.J. Moran, E. Serra, G. Rizzoni // *Energy.* – 2013. – Vol. 58. – P. 168–77.
5. Пикалев, О. Н. Обзор методологических подходов к организации систем мониторинга транспортных средств с применением технологий GPS-трекинга / О. Н. Пикалев, П. И. Смирнов // *Наука молодых – будущее России: сборник науч. статей междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых: в 3 т. Т. 3.* – Курск, 2016. – С. 293–295.
6. Whyte, K. Modelling HGV freight transport energy demand in Ireland and the impacts of the property construction bubble / K. Whyte, H. E. Daly, O. B. P. Gallach // *Energy.* – 2013. – Vol. 50 (1). – P. 245–251.
7. Zhao, H. Analysis of Class 8 truck technologies for their fuel savings and economics / H. Zhao, A. Burke, M. Miller // *Transp Res Part D Transp Environ.* – 2013. – Vol. 23. – P. 55–63.

P.I. Smirnov

Vologda State University

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR PROCESSING DIGITAL TELEMATIC DATA RECEIVED FROM TRANSPORT MONITORING SYSTEMS

The article describes the main provisions of the method for determining the real operational standards for fuel consumption of cargo vehicles developed by the author. By studying, processing and analyzing the received database, the effect of the data from transport information terminals on the actual fuel consumption of freight vehicles was investigated.

An algorithm for processing the generated database and estimating fuel consumption is developed on the basis of an extensive continuous stream of data from vehicles equipped with a satellite telematics monitoring system.

Satellite telematics control systems, motor transport enterprises, database, satellite navigation terminal, CAN bus, data receiver.