

0-779004

На правах рукописи



**ВЕРШИНИН ОЛЕГ СТАНИСЛАВОВИЧ**

**СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА  
НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
И ЕЕ АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

05.11.13 – Приборы и методы контроля  
природной среды, веществ, материалов и изделий

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Казань 2009

Работа выполнена в  
ГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент  
Шаров Валерий Васильевич

Официальные оппоненты

доктор технических наук, профессор  
Евдокимов Юрий Кириллович

доктор технических наук, профессор  
Андреев Николай Кузьмич

Ведущая организация

Казанский государственный технологиче-  
ский университет

Защита состоится 23 октября 2009 г. в 16.00 на заседании диссертационного совета Д212.082.01 при Казанском государственном энергетическом университете, по адресу: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д.51.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, ученому секретарю диссертационного совета Д212.082.01.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанского государственного энергетического университета, с авторефератом – на сайте <http://www.kgeu.ru>.

Автореферат разослан «18» сентября 2009 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000641735

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Калимуллин Р.И.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Основную часть расходов, связанных с эксплуатацией транспортного средства (ТС), на практике составляют расходы на топливо. В связи с этим информация о режиме расходования топлива, объемах заправок, текущем объеме топлива является весьма ценной и используется для ведения статистической и оперативной отчетности, определения себестоимости перевозок и других видов транспортных работ, осуществления режима экономии потребляемых нефтепродуктов и т.д.

По методу определения различают два вида расхода топлива: фактический и нормированный. При расчете расхода топлива конкретным ТС необходимо учитывать большое количество разнообразных эксплуатационных параметров. При этом существует ряд параметров, контролировать которые достаточно сложно. Поэтому такие параметры как профиль дороги, качество дорожного покрытия, рисунок и состояние протектора автомобильных шин, погодно-климатические условия, техническое состояние ТС и т.д., учитываются достаточно редко. На практике используются только основные: пробег автомобиля, масса груза, сезонные изменения расхода топлива. В результате вычисление расхода топлива по нормативным документам не всегда дает точные результаты. Практика показывает, что несоответствие расчетного расхода топлива фактическому может достигать 10% для легковых, и до 70% для грузовых ТС. В связи с этим разработка и внедрение в эксплуатацию систем контроля фактического расхода топлива является актуальной задачей.

Измерение фактического расхода топлива на ТС осуществляется с использованием расходомеров или уровнемеров, состоящих из двух основных модулей - первичного преобразователя (датчика) и модуля регистрации, обработки, хранения и передачи данных. До недавнего времени задача фактического контроля не получила широкого распространения, хотя определенные работы велись. Основная причина этого – сложность аппаратурной реализации второго функционального модуля, т.е. аппаратуры регистрации, хранения и дистанционной передачи данных.

Измерение текущего расхода топлива и вычисление на его основе суммарного объема израсходованного топлива при помощи расходомера, встраиваемого в топливную систему ТС, характеризуется высокой стоимостью, требованиями к чистоте топлива, зависимостью показаний от физико-химических свойств топлива и рядом других факторов, которые сдерживают распространение данного способа контроля расхода топлива.

Альтернативным способом является измерение расхода топлива с использованием уровнемеров, измеряющих уровень топлива в баке ТС. Расход топлива рассчитывается исходя из габаритных размеров бака и значений измеренного уровня топлива. При этом в качестве датчика может использоваться серийный (предусмотренный конструкцией автомобиля) датчик, либо устанавливается специальный датчик уровня топлива. Информация обрабатывается модулем контроля. Данный способ позволяет осуществлять контроль расхода топлива без внесения конструктивных изменений и является наиболее простым и дешевым с точки зрения

реализации, т.к. для получения результата требуется лишь укомплектовать автомобиль модулем контроля. Это наиболее дешевый и простой путь решения задачи контроля расхода топлива, который находит все большее распространение.

Актуальность исследования определяется необходимостью осуществления контроля за фактическим расходом топлива ТС в условиях эксплуатации с использованием недорогих систем, определяющих его расход на основе результатов измерения уровня топлива в баке ТС.

**Цель работы:** исследование и разработка аппаратно-методического комплекса для решения важной научно-технической задачи – создания эффективной и экономичной системы измерения фактического расхода топлива на основе уровнемеров. Достижение поставленной цели требует решения следующих научно-технических задач:

- ♦ на основе анализа существующих методов измерения уровня топлива оценить технические характеристики серийных датчиков грузовых ТС и возможность их использования для решения задачи контроля фактического расхода топлива;
- ♦ разработать методику достоверного контроля фактического расхода топлива при использовании уровнемеров в условиях изменяющегося наклона бака;
- ♦ аппаратурная реализация системы измерения и контроля фактического расхода топлива в виде электронного блока измерения уровня топлива и программного обеспечения.

**Научная новизна.** В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

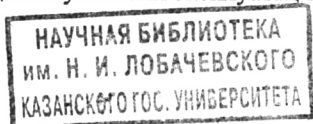
- 1) разработана методика компенсации погрешности измерения фактического расхода топлива при проведении измерений в условиях переменного угла наклона топливного бака ТС;
- 2) разработана методика, позволяющая осуществлять вычисление значения расхода топлива ТС на основе результатов измерений уровня топлива с использованием серийного датчика уровня топлива автомобиля КамАЗ;
- 3) разработана и осуществлена аппаратурная реализация системы измерения и контроля фактического расхода топлива с использованием серийного датчика уровня топлива, позволяющая повысить достоверность измерений за счет использования методов цифровой обработки сигнала.

**Практическая значимость работы** заключается в следующем.

1. Осуществлена практическая оценка и модернизация существующей системы измерения расхода топлива автомобилями КАМАЗ с использованием программных и аппаратурных средств на основе реализации оптимальных алгоритмов и схемотехнических решений, позволяющих контролировать фактический расход топлива ТС на всех этапах его эксплуатации.

2. Разработана и внедрена система измерения и контроля расхода топлива на 50 ТС марок КамАЗ, МАЗ и УРАЛ.

3. Результаты исследований используются в ООО КБ «Навигационные технологии» при проектировании автоматических систем контроля параметров транспортных средств в условиях эксплуатации, что подтверждено актом реализации.



### **Положения, выносимые на защиту:**

1) методика компенсации погрешности измерения уровня, возникающей вследствие изменения угла наклона емкости при выполнении транспортной работы в условиях пересеченной местности;

2) аппаратурная и программная реализация системы контроля расхода топлива в условиях эксплуатации ТС, основным элементом которой является модуль измерения уровня топлива в баке ТС, который подключается к серийным датчикам уровня топлива, предусмотренных конструкцией ТС.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 11 печатных работ, из них две статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

**Апробация результатов исследования.** Результаты работы доложены на XII международной научно-технической конференции студентов и аспирантов "Радиоэлектроника, Электротехника и энергетика" (г. Москва, 2006), на научной студенческой конференции, посвященной «Дню энергетика» (г. Казань, 2006 г.), на двух Всероссийских научно-технических конференциях «Методы и средства измерения физических величин» (г. Н. Новгород, 2007 г.), на II международной научной конференции «Тинчуринские чтения» (г. Казань, 2007 г.), на III международной научной конференции «Тинчуринские чтения» (г. Казань, 2008 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в профессиональной и научной деятельности» (г. Йошкар-Ола, 2008 г.), на XIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии СТТ 2008» (г. Томск, 2008 г.).

**Достоверность и обоснованность полученных результатов** обеспечиваются согласованием расчетных данных с результатами теоретических и экспериментальных исследований:

1) совпадением контрольных точек передаточной характеристики реального датчика, полученных при выполнении натурального эксперимента с датчиками марки БМ-128 в количестве 30 шт., с результатами, полученными на основе разработанных математических моделей;

2) совпадением результатов измерения расхода топлива в условиях переменной угла наклона ТС с расчетными данными

**Личный вклад соискателя.** Результаты, представленные в диссертации, получены лично соискателем или при его непосредственном участии. Автором выбраны пути решения задач и схемы исследований в рамках выполненной им научно-исследовательской работы.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 150 страницы машинописного текста, 6 приложений, 24 таблицы и 85 рисунков. Библиографический список включает 88 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность задачи создания и использования системы контроля фактического расхода топлива, показана ее практическая значимость, сформулированы цели и задачи диссертационной работы. Обоснованы научная новизна, структура работы и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен сравнительный анализ структуры автоматических систем контроля параметров транспортных средств (АСКПТС), внедрение и использование которых позволяет решать ряд задач, связанных с эксплуатацией транспорта, на более высоком уровне. При решении задач повышения эффективности использования ТС в качестве входных параметров выступает большое количество разнообразных характеристик, которые напрямую или косвенным образом связаны с процессом выполнения транспортной работы. Важнейшими параметрами, которые необходимо учитывать при выполнении транспортной работы, являются: пробег ТС, расход топлива, масса перевезенного груза и т.д. При этом самыми важными из них являются расход топлива и пробег, поэтому их достоверный контроль имеет важное значение.

В настоящее время в большинстве случаев на практике контролируется пробег ТС, а расход топлива рассчитывается исходя из установленных норм расхода. Нормированный расход рассчитывается косвенными методами и может значительно отличаться от реального расхода. В частности, фактический расход отличается от нормированного приблизительно на 10% (легковые ТС) и на 70-80% (грузовые ТС). На практике существуют методики, позволяющие вычислять нормированный расход с достаточно высокой степенью точности, но для этого необходимо учитывать большое количество разнообразных параметров, описывающих условия, в которых эксплуатируются ТС. Например, перепад нормативного расхода топлива в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия составляет 50% (расход снижается до 15% при работе на усовершенствованном покрытии и повышается до 35% при езде по бездорожью). Учитывать параметры, подобные дорожным условиям и т.д., достаточно сложно, поэтому достоверность подсчета нормированного расхода достаточно низка. В связи с этим возникает необходимость в осуществлении контроля фактического расхода топлива ТС. Для этого используются системы измерения уровня и расхода топлива (СИУиРТ). Измерительные приборы, входящие в СИУиРТ, подразделяются на две основные группы: расходомеры и уровнемеры.

Расходомеры подсчитывают объем топлива, непосредственно пропущенный через них. В среднем основная погрешность расходомеров лежит в пределах 1...5%. Данные расходомеры не находят широкого распространения. Среди основных причин, препятствующих использованию расходомеров, выделяются следующие: высокая стоимость; требование к чистоте топлива; зависимость метрологических характеристик от характеристик (химический состав, температура, и т.д.) топлива.

Альтернативный метод измерения расхода топлива подразумевает использование уровнемеров. При этом фактический расход рассчитывается на основании данных об уровне топлива и габаритов топливного бака. В процессе выполнения ис-

следований были рассмотрены известные существующие методы контроля уровня жидкости и выбраны те из них, которые могут использоваться для контроля уровня топлива. В общем случае это поплавковые, акустические и электрические уровнемеры.

В процессе анализа используемых средств для решения задачи контроля уровня установлено, что на практике более экономичным, простым с точки зрения возможностей реализации является использование в качестве уровнемеров датчиков уровня топлива, предусмотренных конструкцией ТС. Практически все российские и большинство зарубежных ТС комплектуются поплавковыми реостатными датчиками уровня топлива. Поэтому на следующем этапе исследований основное внимание было посвящено детальному изучению технических характеристик поплавковых реостатных датчиков уровня топлива и СИУиРТ в целом.

Во второй главе рассмотрен принцип действия СИУиРТ. Поэтапно рассмотрены все узлы и составляющие системы. В результате получены основные уравнения и соотношения, описывающие работу СИУиРТ, включающую в себя реостатный датчик уровня топлива марки БМ-128 и логометрический указатель уровня. Для оценки технических характеристик датчика были выведены аналитические выражения (1-3), описывающие работу датчика, конструктивные особенности которого показаны на рис. 1., где  $R_0$  - сопротивление датчика.

$$\alpha = \arcsin((H_n + H)/r) + |\arcsin(H_e/r)| \quad (1)$$

$$H = r \sin(\alpha - \alpha_{\max}/2) + r \sin(\alpha_{\max}/2) \quad (2)$$

$$R_0 = k_R \alpha + R_0 \quad (3)$$

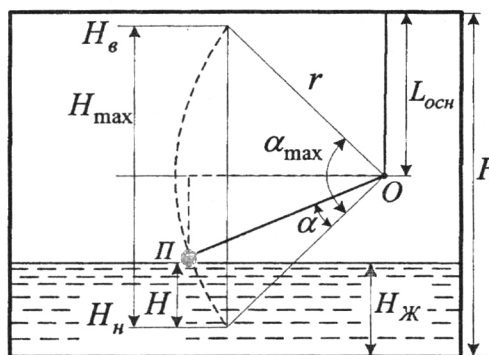


Рис. 1. Модель работы датчика установленного в емкости

Соотношения (1-3) позволили получить функцию преобразования вида  $R_0 = f(H)$  и произвести теоретическую оценку характеристик датчика.

Установлено, что при равномерном шаге намотки реостата датчика функция преобразования носит нелинейный характер.

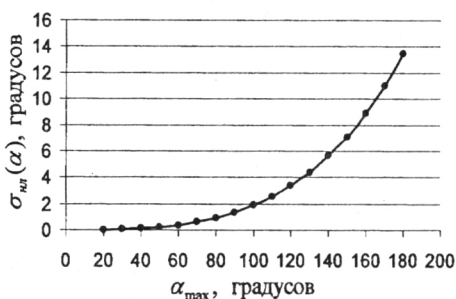


Рис. 2. Значения стандартного отклонения  $\sigma_{ni}$  в зависимости от  $\alpha_{\max}$



Компенсация погрешности измерения сопротивления датчика осуществляется с использованием выражения  $K_{\text{Рд}} = U_{\delta} / U_{\text{пит}}$  в процессе измерения уровня топлива. Для оценки достоверности предложенной методики вычисления  $R_{\delta}$  по известным значениям  $U_{\delta}$  и  $U_{\text{пит}}$  экспериментальным путем были произведены измерения значений  $R_{\delta}$ ,  $U_{\delta}$  и  $U_{\text{пит}}$  с использованием стандартной измерительной цепи. В результате анализа полученных данных было установлено, что разница между расчетными и измеренными значениями в среднем лежит в пределах  $\pm 2\%$ . Таким образом, данная методика вычислений может использоваться для моделирования и вычисления различных параметров рассмотренной измерительной цепи. Наличие разницы в расчетных и экспериментальных значениях обусловлено рядом факторов, среди которых основными являются: наличие температурного коэффициента стабильности (ТКС), погрешность измерения значений  $R_{\delta}$ ,  $U_{\delta}$ ,  $U_{\text{пит}}$  и значений сопротивлений элементов измерительной цепи, а также нелинейность передаточной характеристики датчика.

Анализ спектра сигнала, снимаемого с датчика уровня топлива, показал наличие в сигнале гармоник с частотами, лежащими в широких пределах частотного диапазона. При этом частоты изменения сигнала, вызванные изменением уровня топлива в точке измерения, располагаются в достаточно узком диапазоне 0...1.6 Гц. Все частоты, выходящие за пределы этого диапазона, являются помехами, которые необходимо фильтровать с использованием аналоговых или цифровых фильтров.

Среди факторов, оказывающих существенное влияние на результат измерения уровня топлива  $H$  и вычисления текущего объема  $Q_T$ , выделяются следующие.

1. Баки имеют не строго прямоугольную форму, в результате чего возникает погрешность вычисления текущего объема топлива  $Q_T$ .

2. При монтаже возможны ситуации, когда датчик устанавливается под некоторым углом к вертикальной оси бака. В результате этого появляется систематическая аддитивная погрешность измерения уровня топлива.

3. Погрешность, вызванная наличием ТКС измерительной цепи.

Влияние вышеперечисленных погрешностей можно практически полностью скомпенсировать. Для этого необходимо установить соответствие между сопротивлением датчика  $R_{\delta}$  и объемом топлива  $Q_T$ , находящимся в баке в текущий момент времени, т.е. произвести тарировку.

Четвертая погрешность вызвана наклоном топливного бака при движении по пересеченной местности ТС относительно горизонтальной плоскости. В результате наклона происходит перераспределение топлива по объему бака и уровень топлива в точке измерения изменяется, при этом объем топлива остается неизменным. Таким образом, возникает погрешность вычисления объема  $Q_T$  по измеренному значению уровня  $H$ . Компенсация указанной погрешности является определяющим фактором при разработке методики вычисления расхода топлива с использованием уровней.

В третьей главе предложена методика вычисления значения и компенсации погрешности измерения уровня  $\lambda_H$ , возникающей вследствие изменения угла наклона бака. При проведении измерений в условиях переменного угла наклона бака следует различать два вида уровней: реальный и текущий (рис. 4).

*Реальный уровень  $H_x$*  – уровень жидкости, измеренный в конкретной точке, при отсутствии наклона емкости относительно горизонтальной плоскости.

*Текущий уровень  $H_x$*  – уровень жидкости, измеренный в конкретной точке при ненулевом угле наклона емкости относительно горизонтальной плоскости земли. Результат измерения зависит от места расположения датчика.

Погрешность измерения реального уровня определяется  $\lambda_H = H_x - H_x$ .

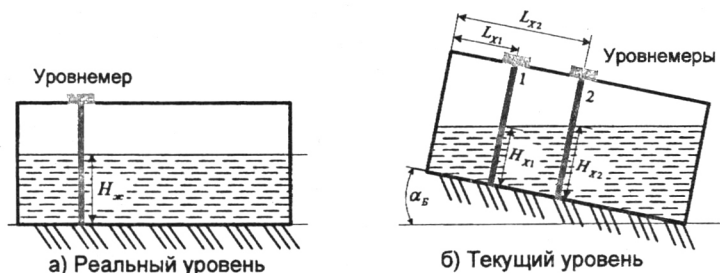


Рис. 4. Реальный и текущий уровни топлива в баке ТС

При проведении измерений расхода топлива  $Q_T$  в условиях переменного угла наклона бака необходимой операцией является вычисление значения реального уровня  $H_x$  на основе данных о текущем уровне  $H_x$ . Данная задача была решена путем введения в состав прибора контроля уровня топлива акселерометра, измеряющего угол наклона бака  $\alpha_B$  относительно горизонтальной плоскости земли, и разработки методики компенсации погрешности  $\lambda_H$  методами цифровой обработки сигнала.

Для оценки степени изменения текущего уровня  $H_x$  при изменении угла наклона бака была разработана математическая модель, описывающая распределение топлива в объеме топливного бака при его наклоне на угол  $\alpha_B$ . С использованием модели были получены графики, показывающие значения следующих параметров:

- 1) распределение топлива по объему бака  $H_x = f(L_x, \alpha_B)$  и погрешность измерения  $\lambda_H$  реального уровня  $H_x$  при его наклоне на угол  $\alpha_B$  в зависимости от места установки уровнемера  $L_x$ , которая представлена на рис. 5;
- 2) распределение топлива по объему бака  $H_x = f(H_x, \alpha_B)$  и погрешность измерения  $\lambda_H$  реального уровня при его наклоне на угол  $\alpha_B$  в зависимости от степени заполнения бака.

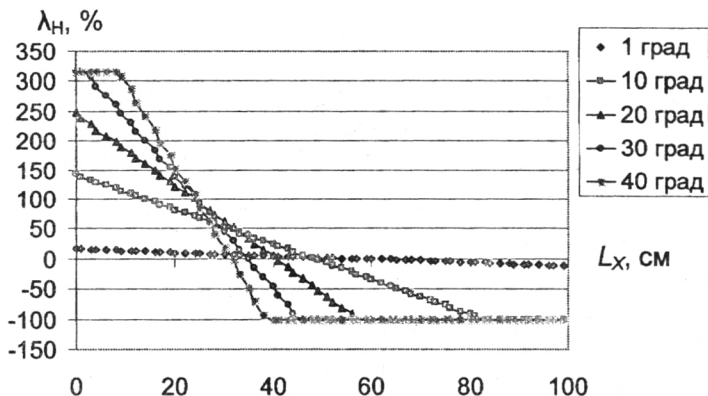


Рис. 5. Относительная погрешность измерения реального уровня  $H_{ж}$

На основе проведенного анализа полученных зависимостей были сделаны следующие выводы:

- 1) при измерении уровня в центре бака значение погрешности  $\lambda_H$  минимально и начинает возрастать при перемещении уровнемера к боковым стенкам бака;
- 2) погрешность измерения реального уровня  $\lambda_H$  зависит от геометрических размеров бака. Чем меньше значение отношения высоты бака к его длине  $K_T$ , тем больше разница между значениями текущего и реального уровня;
- 3) погрешность измерения реального уровня  $\lambda_H$  зависит от степени заполнения бака топливом. Значение погрешности  $\lambda_H$  значительно увеличивается, если в баке осталось очень мало топлива или наоборот, он заполнен полностью;
- 4) в процессе измерения возможна ситуация, когда значение реального уровня определить невозможно. Данная ситуация возникает, если измерительная часть уровнемера не соприкасается с топливом, или уровень топлива в месте измерения достигает максимального значения.

Для вычисления реального уровня топлива  $H_{ж}$  были разработаны алгоритм (рис б) и программа, позволяющие вычислять реальный уровень  $H_{ж}$  как функцию пяти переменных  $H_{ж} = f(H_B, L_B, H_x, L_x, \alpha_B)$  и одновременно компенсировать погрешность  $\lambda_H$

Внедрение данной методики не требует больших экономических затрат, но позволяет в значительной мере уменьшить погрешность вычисления расхода топлива при эксплуатации ТС в условиях пересеченной местности.

Если данную погрешность не компенсировать, то результат вычисления текущего объема топлива  $Q_T$  на практике сильно отличается от истинного значения объема топлива, находящегося в данный момент в баке ТС.

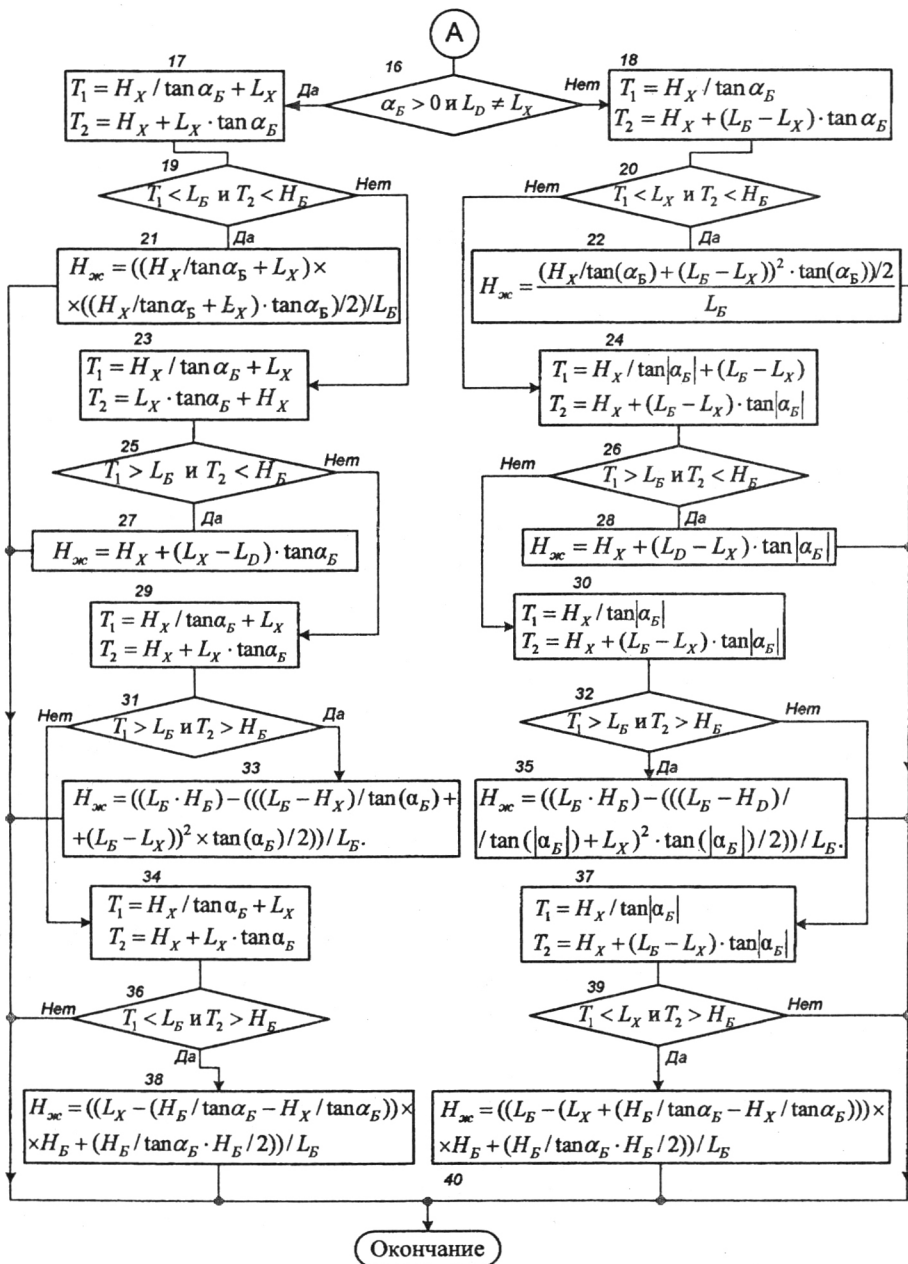


Рис. 6. Алгоритм компенсации погрешности  $\lambda_H$

**В четвертой главе,** на заключительном этапе выполнения исследований, был разработан опытный образец прибора, позволяющего контролировать уровень топлива, с использованием резистивного датчика топлива в условиях эксплуатации.

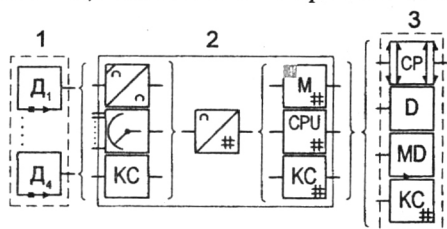


Рис. 7. Функциональная схема измерительной системы: 1 – датчики; 2 – измерительный прибор; 3 – ЭВМ

. Прибор спроектирован с учетом результатов проведенного анализа сигнала с датчика уровня и рассмотренной методики компенсации основных и дополнительных погрешностей измерения уровня топлива. В процессе выполнения исследований была разработана функциональная (рис. 7) и структурная (рис. 8) схемы прибора контроля уровня топлива, включающие в себя блоки нормализации и масштабирования сигнала, датчик угла наклона и микроконтроллер.

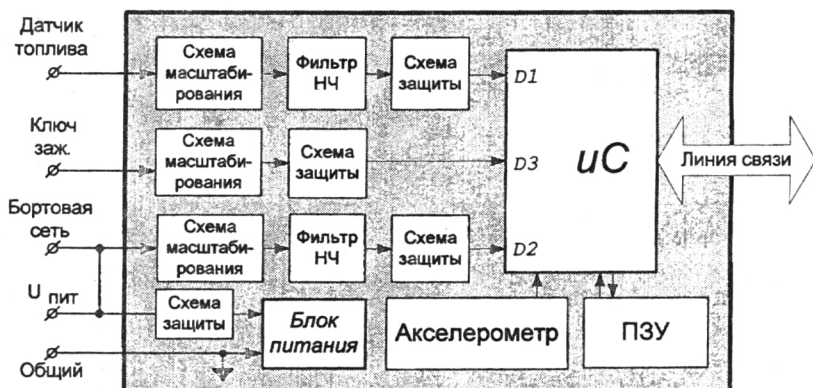


Рис. 8. Структурная схема прибора для контроля уровня топлива

На основе функциональной схемы была составлена принципиальная схема прибора. Разработка прибора осуществлялась исходя из требований, определяемых условиями эксплуатации, функциональными возможностями и характером измеряемых сигналов. Основой прибора послужил микроконтроллер «АТmega 8». В результате был создан прибор, имеющий следующие функциональные возможности:

- 1) измерение амплитуды сигнала, поступающего от датчика уровня топлива;
- 2) измерение напряжения бортовой сети автомобиля;
- 3) контроль состояния ключа зажигания;
- 4) измерение угла наклона ТС относительно горизонтальной плоскости;
- 5) вычисление значения  $H_{ж}$  и сохранение полученных результатов в энерго-независимой памяти прибора с последующей их передачей в ЭВМ.

В процессе выполнения исследований был разработан управляющий алгоритм для контроллера. Алгоритм позволяет учитывать на практике существующие особенности измерительного процесса, среди которых можно выделить необходимость компенсации погрешности, вызванной зависимостью показаний датчика от напряжения бортовой сети и положения ключа зажигания.

Идеализированный график расхода топлива, представленный на рис. 9., показывает динамику изменения объема топлива, происходящего в процессе выполнения транспортной работы ТС.

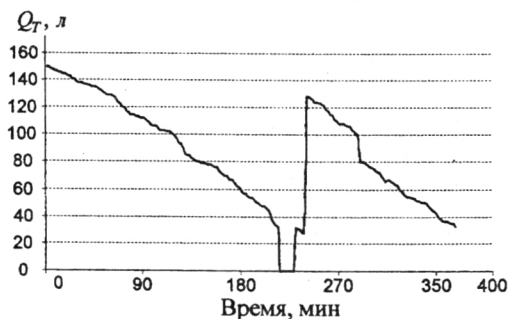


Рис. 9. Идеальный график расхода топлива

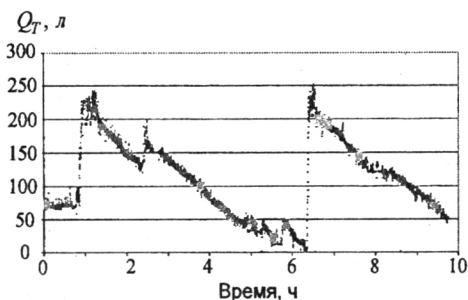


Рис. 10. Реальный график расхода топлива

При тестовой эксплуатации прибора были получены значения расхода топлива, представленные на рис. 10. Для фильтрации помех, присутствующих в реальном сигнале, используется алгоритм фильтрации, который позволяет эффективно подавлять помехи и не искажает моменты сливов и заправок, когда скорость изменения уровня топлива резко возрастает. Алгоритм разработан на основе симметричного цифрового фильтра первого порядка с предварительной обработкой данных. Для автоматического определения моментов и объемов заправок или сливов топлива также разработаны соответствующие алгоритмы.

#### **Основные результаты и выводы.**

В диссертационной работе решена актуальная задача, позволяющая на практике обеспечить контроль расхода топлива в условиях эксплуатации с использованием разработанной системы измерения фактического расхода топлива для грузовых транспортных средств. Основными результатами, полученными в процессе исследований, являются следующие.

1. Существенное влияние на результат измерения уровня и фактического расхода топлива оказывают следующие факторы: точность, воспроизводимость показаний и степень нелинейности передаточной характеристики датчика уровня топлива, среднее квадратическое значение которой для датчика марки БМ-128 составило  $\sigma_{нл} = 1.68\%$ . Для уменьшения влияния указанных факторов на результат вычисления расхода топлива необходимо обязательное проведение тарировки, результатом

которой является установление функциональной зависимости между сигналом с датчика  $U_D$  и объемом топлива  $Q_T$ , находящимся в баке.

2. Анализ функциональных зависимостей  $H_x = f(L_x, \alpha_B)$  и  $H_x = f(H_{ж}, \alpha_B)$ , устанавливающих степень изменения значения текущего уровня топлива  $H_x$  при изменении угла наклона бака  $\alpha_B$ , показал следующее:

- при измерении уровня топлива в центре бака значение погрешности измерения реального  $\lambda_H$  минимально и начинает возрастать в случае перемещения уровнемера к боковым стенкам бака;
- погрешность измерения реального уровня  $\lambda_H$  зависит от геометрических размеров бака. При этом, чем меньше значение отношения высоты бака к его длине, тем больше значение погрешности  $\lambda_H$ ;
- Значение погрешности  $\lambda_H$  увеличивается, если в баке находится незначительное количество топлива или когда он заполнен практически полностью.

3. Разработан алгоритм, позволяющий осуществлять вычисление реального уровня топлива  $H_{ж}$ , значение которого является функцией пяти переменных  $H_{ж} = f(H_B, L_B, H_x, L_x, \alpha_B)$ , а также компенсировать погрешность измерения реального уровня топлива  $\lambda_H$  при выполнении условия, когда  $0 < H_x < H_B$ .

4. Осуществлена аппаратная реализация системы измерения расхода топлива, в основу которой положены фильтрация гармонических составляющих сигнала, снимаемого с датчика уровня топлива, а также методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. При этом суммарная погрешность системы определяется техническими характеристиками серийного датчика уровня топлива. Разработаны методические рекомендации и способы уменьшения погрешности измерения расхода топлива при использовании серийных датчиков грузовых транспортных средств.

#### **Основные результаты работы изложены в следующих публикациях**

1. Вершинин О. С. О компенсации погрешности измерения расхода топлива на транспортных средствах / Вершинин О. С., Шаров В. В. // Датчики и системы, № 4. М.: 2008, С. 20-23. (Статья, вклад соискателя - 85%).
2. Вершинин О. С. Экспериментальный метод оценки погрешности автомобильного датчика уровня топлива / Вершинин О. С., Шаров В. В. // Известия вузов. Проблемы энергетики, № 3-4, Казань, 2008, С. 116-121. (Статья, вклад соискателя - 80%).
3. Вершинин О. С. Структура протоколов передачи данных в телеизмерительных системах для подвижных объектов // Материалы докладов IX аспирантско-магистерского семинара, посвященного «Дню энергетика» – Казань: КГЭУ, 2006; С. 35. (Тезисы, вклад соискателя - 65%).
4. Вершинин О. С. Структура протоколов обмена в телематических системах на транспорте с использованием GPS / Вершинин О. С., Шаров В. В. // XII Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов "Радиоэлектроника, Электротехника и энергетика": Сборник докладов в 3-х томах.- М.: -МЭИ, 2006, Т.1, С. 488-490. (Тезисы, вклад соискателя - 80%).

5. Вершинин О.С. Методы измерения уровня жидкостей // Материалы II международной научной конференции «Тинчуринские чтения»: Сборник докладов. – Казань.: КГЭУ, 2007, Т. 1, С. 156-157. (Тезисы, вклад соискателя - 65%).
6. Вершинин О. С. Основные погрешности автомобильных расходомеров / Вершинин О. С., Шаров В. В. // Всероссийская научно-техническая конференция «Методы и средства измерения физических величин»: Материалы докладов. – Нижний Новгород: Нижегородский и научно производственный центр «Диалог», 2007, С. 29.
7. Вершинин О. С. Методы компенсации погрешности расхода топлива / Вершинин О. С., Шаров В. В. // Всероссийская научно-техническая конференция «Методы и средства измерения физических величин»: Материалы докладов. – Нижний Новгород: ННПЦ «Диалог», 2007, С. 30. (Тезисы, вклад соискателя - 75%).
8. Вершинин О.С. Погрешность измерения уровня жидкости в условиях переменного угла наклона емкости / Вершинин О.С., Шаров В.В. // «Электромеханические и внутрикамерные процессы в энергетических установках, струйная акустика и диагностика, приборы и методы контроля природной среды, материалов и изделий», Материалы XX Всероссийской межвузовской научно-технической конференции. – Казань: Изд-во Отечества, 2008, С. 82. (Тезисы, вклад соискателя - 80%).
9. Вершинин О. С. Методика измерения уровня жидкости на подвижных объектах // Томский политехнический институт, XIV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии СТТ 2008» / Сборник в 3-х томах, – Томск.: Изд-во ТПУ, 2008, Т. 1, С. 147-148. (Тезисы, вклад соискателя - 85%).
10. Вершинин О. С. Поплавковые методы контроля уровня топлива на транспортных средствах // Материалы докладов III международной научной конференции «Тинчуринские чтения», посвященной юбилею КГЭУ: Сборник докладов в 4-х томах. – Казань: КГЭУ, 2008, Т. 1, С. 64-65. (Тезисы, вклад соискателя - 70%).
11. Вершинин О. С. Система автоматического контроля параметров транспортного средства // Сборник материалов Всероссийской научно практической конференции с международным участием «Информационные технологии в профессиональной и научной деятельности». – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008: в 2 ч. – Ч. 1. С. 26-28. (Тезисы, вклад соискателя - 75%).

**Вершинин Олег Станиславович**

**Система измерения расхода топлива на транспортных средствах  
в условиях эксплуатации и ее аппаратурная реализация**

**Автореферат**

диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Подписано в печать 29.06.2009г. формат А5. Бумага офсетная, печать ризографическая,  
тираж 100 экз. Заказ 257 Отпечатано с готовых оригинал макетов.  
420029, г. Казань, Сибирский тракт, д.34, ЗАО «Альфа-Т»