

ДИАГНОСТИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ
DIAGNOSTICS AND SAFETY OF TECHNICAL AND ENVIRONMENT SYSTEMS

УДК 629.3.018
<https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-3-375-383>

Поступила в редакцию 20.03.2020
Received 20.03.2020

А. С. Гурский, В. С. Ивашко

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕМАТИКИ И ДИСТАНЦИОННОЙ
ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Аннотация. Рассматривается возможность применения планово-предупредительной системы в современных условиях. Система телематики транспортных средств и дистанционной диагностики позволяют автоматизировать получение корректирующих коэффициентов для определения нормативных значений трудоемкости технического обслуживания и ремонта и производить расчеты, как предполагается, с приемлемой для прикладного применения точностью. Пробег до капитального ремонта или списания транспортного средства, установленный заводом-изготовителем, также корректируется с учетом коэффициентов. Использование средств навигации позволяет определять расположение транспортного средства в координатах карт навигации с характеристиками дорожного покрытия, населенного пункта, с определением высоты над уровнем моря и дорожно-климатического районирования. Данный способ является альтернативным решением, позволяющим автоматизировать пробеги и трудоемкость технических воздействий и может быть применен для уточнения параметров. Для реализации заложенных принципов предлагается блок-схема обработки данных транспортной телематики с целью определения корректирующих коэффициентов с последующим расчетом периодичностей и трудоемкостей. Предложенная блок-схема реализуется стандартной системой телематики транспортного средства, однако возможна модернизация с возможностью дистанционной диагностики, позволяющей выполнять функции общей диагностики отдельных систем и транспортного средства в целом. Использование систем мониторинга транспорта позволяет усовершенствовать систему технического обслуживания и ремонта. Анализ существующих требований, регламентируемых документами в ракурсе возможностей современных систем транспортной телематики, позволяет обосновать и развивать новый подход к расчету пробегов до технических воздействий и скорректировать нормативы трудоемкостей выполнения этих воздействий. Внедрение функции общей дистанционной диагностики отдельных систем и транспортного средства в целом делает возможным исключение погрешности при расчетах корректирующих коэффициентов, а также упреждение возникновения отказов в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: техническое, обслуживание, ремонт, корректирующие, коэффициенты, транспортная, телематика, дистанционная, диагностика

Для цитирования: Гурский, А. С. Использование транспортной телематики и дистанционной диагностики для совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств / А. С. Гурский, В. С. Ивашко // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2020. – Т. 65, №3. – С. 375–383. <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-3-375-383>

Alexander S. Gurski, Viktor S. Ivashko

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

**USING TRANSPORT TELEMATICS AND REMOTE DIAGNOSTICS TO IMPROVE VEHICLE MAINTENANCE
AND REPAIR**

Abstract. The article considers the possibility of using planned-prevention system in modern conditions. The system of vehicle telematics and remote diagnostics allows you to automate the getting of correction coefficients to determine the standard values of labor intensity of maintenance and repair and make calculations with high accuracy. The mileage before

major repairs or write-off of the vehicle set by the manufacturer is also corrected for coefficients. The use tools of navigation allows you to determine the location of the vehicle in the coordinates of navigation maps with characteristics of the road surface, locality, with the definition of height above sea level and road-climate zoning. This method is an alternative solution that allows you to automate the mileage and labor intensity of technical actions and can be used to clarification parameters. To implement these principles, we propose a flowchart for processing transport telematics data for calculating correction coefficients, followed by calculating the periodicity and labor intensity. The proposed flowchart is implemented by a standard vehicle telematics system, but it can be upgraded with the possibility of remote diagnostics, which allows performing the functions of general diagnostics of individual systems and the vehicle as a whole. The use of systems of transport monitoring make it possible to improve the system of maintenance and repair. Analysis of the existing requirements regulated by documents in the perspective of the capabilities of modern transport telematics systems allows us to justify and create a new approach to the calculation of mileage before technical impacts and adjust the standards for the complexity of performing these impacts. The introduction of the general remote diagnostics function for individual systems and the vehicle as a whole makes it possible to eliminate errors in the calculation of correction coefficients, as well as to prevent the occurrence of failures during operation.

Keywords: technical, maintenance, repair, corrective, coefficients, transport, telematics, remote, diagnostics

For citation: Gurski A. S., Ivashko V.S. Using transport telematics and remote diagnostics to improve vehicle maintenance and repair. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-technichnych navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-technical series*, 2020, vol. 65, no. 3, pp. 375–383 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8358-2020-65-3-375-383>

Введение. В Республике Беларусь при проведении плановых технического обслуживания №1 (ТО-1), технического обслуживания №2 (ТО-2), текущего ремонта (ТР) и регламентированного ремонта (РР) широко применяется плано-предупредительная система технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) автомобильных транспортных средств (ТС). Коррективы в нормативные данные, установленные заводом-изготовителем, с учетом корректирующих коэффициентов для пробега до капитального ремонта (КР) или списания и трудоемкостей работ вносятся на основании Технического кодекса установившейся практики ТКП 248-2010 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения».

Тенденции упрощения эксплуатации транспортных средств, повышения безопасности движения и экономической эффективности базируются на использовании интеллектуальных транспортных систем [1]. Первыми элементами стали применять системы дистанционного контроля расхода топлива и навигационные системы и технологии спутникового мониторинга транспорта (СМТ) [2]. Однако технологические аспекты по поддержанию транспортных средств в исправном состоянии с сохранением полного ресурса, заложенного заводом-изготовителем, требуют доработки.

В связи с тем что транспортное средство эксплуатируется в различных условиях, определение корректирующих коэффициентов имеет первостепенное значение, как и индивидуальный учет для конкретных транспортных средств.

Корректирующие коэффициенты зависят от различных условий:

коэффициент K_1 , учитывающий условия эксплуатации, зависит от скорости и нагрузки;

коэффициент K_2 учитывает модификацию ТС и организацию его работы;

коэффициент K_3 учитывает природно-климатические условия;

коэффициент K_4 учитывает пробег ТС с начала его эксплуатации;

коэффициент K_5 учитывает количественный состав транспортных средств, обслуживаемых и ремонтируемых в автотранспортном предприятии, и количество групп технологически совместимых ТС;

коэффициент K_6 учитывает период эксплуатации.

Применение данных коэффициентов вызывает определенные трудности, так как их значение варьируется в пределах 30 % и более, что позволяет транспортным предприятиям увеличивать пробеги до очередного технического обслуживания и уменьшать трудоемкость работ в ущерб состоянию транспортных средств и усложнению ремонтных работ. Объясняется это повышением эффективности использования транспортных средств в настоящий момент времени даже с учетом уменьшения ресурса.

Таким образом, целью данной работы является автоматизация учета общего пробега транспортного средства на весь период его эксплуатации на основе телематики транспортных средств и дистанционной диагностики.

Математическое обоснование принципа обработки данных транспортной телематики для расчета корректирующих коэффициентов. Для повышения качества ТО и Р и снижения общей трудоемкости работ, а также предотвращения сокращения установленного ресурса необходимо определить общий пробег транспортного средства до капитального ремонта ($L_{\text{КР}}$) (ТКП 248-2010) с учетом корректирующих коэффициентов:

$$L_{\text{КР}} = l_{\text{КР}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1)$$

где $l_{\text{КР}}$ – нормативный пробег до капитального ремонта или списания, установленный заводом-изготовителем.

Трудоемкость текущего ремонта транспортного средства определяется с помощью следующего выражения:

$$N_{\text{ТР}} = n_{\text{ТР}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2)$$

где $n_{\text{ТР}}$ – нормативная трудоемкость текущего ремонта, установленная заводом-изготовителем для базовой модели.

Коэффициент K_1 корректирует периодичность ТО, определяет пробег до КР или списания и трудоемкость ТР. В зависимости от условий эксплуатации периодичность технического обслуживания и трудоемкость текущего ремонта колеблется от 0,6 до 1, а пробег ТС до списания – 1,0–1,5 (ТКП 248-2010). Критерии для определения коэффициента включают качество дорожного покрытия и тип рельефа местности.

Если транспортное средство преодолевает длительные маршруты, которые проходят через несколько геозон с различными параметрами, то использование геолокации позволяет определить статус дороги, расположение над уровнем моря и расстояние от города.

Каждый маршрут транспортного средства индивидуален и состоит из интервалов движения, характеризующихся различными дорожными условиями, со специфическими режимами. В значительной степени отличаются условия эксплуатации автомобилей, работающих с заездом в карьер и при проезде пересеченной местности, в городах с интенсивным движением и частыми остановками. Коэффициент K_1 определяется по формуле

$$K_1 = K_{st} \cdot K_H \cdot K_l, \quad (3)$$

где K_{st} – коэффициент, учитывающий статус дороги; K_H – коэффициент, учитывающий расположение над уровнем моря; K_l – коэффициент, учитывающий расстояние от города.

Коэффициент K_{st} по координатам и условному обозначению на карте транспортной телематики определяется, по какому покрытию движется транспортное средство – по дороге или бездорожью, если по дороге – то к какой категории относится дорога (см. табл. П 1 ТКП 248-2010 и ТКП 45-3.03-19-2006 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования»).

Детальное изучение коэффициента K_{st} показывает, что при его определении важным критерием является скоростной режим транспортного средства в соответствии с табл. 4 «Расчетные скорости движения для проектирования геометрических элементов дороги – плана, продольного и поперечного профилей» ТКП 45-3.03-19-2006. K_{st} может быть представлен следующим образом:

$$K_{st} = f(V(navi)), \quad (4)$$

где V – скорость движения транспортного средства, $navi$ – расположение транспортного средства в координатах карт навигации с характеристиками дорожного покрытия, характеристиками населенного пункта, определением дорожно-климатического районирования, определением высоты над уровнем моря [2].

Предложенная методика не в полной мере раскрывает скоростной режим, так как она предполагает теоретически необходимую скорость движения транспортного средства. Практическое измерение скорости движения транспортных средств имеет высокую достоверность и может производиться двумя способами. Одним из них является определение скорости по данным навигационной системы путем расчета пройденного пути в единицу времени. Первый способ имеет высокую точность, так как измеряет реальную скорость движения транспортного средства без

погрешностей от влияния потерь на проскальзывание колес, а также других факторов, таких как диаметр колес и степень накачки шин. Однако точность измерения им напрямую зависит от частоты считывания данных, что требует усложнения конструкции навигационной системы. Другой способ подразумевает считывание данных с датчика скорости, панели приборов или системы передачи данных. Этот способ имеет преимущество перед первым за счет простоты реализации и высокой точности получаемых результатов:

$$K_{st} = f(V(t)), \quad (5)$$

где t – элементарный временной интервал считывания данных.

В некоторых случаях рекомендуется использовать несколько способов определения скорости движения транспортного средства для получения большей точности. Если же учесть движение транспортного средства по пересеченной местности, то для более качественного описания дорожных условий кроме скорости движения следует учесть такие показатели, как частота вращения коленчатого вала ($n_{кв}$) и расход топлива (P_T).

На основании данных навигации рассчитывается коэффициент K_l , с учетом расстояния от города (а также с учетом населения города), по координатам населенных пунктов и условному обозначению на карте.

$$K_l = f(S(navi)R(navi)), \quad (6)$$

где S – расстояние от местоположения транспортного средства до населенного пункта, R – характеристика населенного пункта, по количеству жителей.

Принимая во внимание расположение при движении транспортного средства с учетом характеристик близко расположенного населенного пункта, для более корректного описания дорожных условий следует иметь в виду такие показатели, как скорость движения транспортного средства (V) и расход топлива (P_T). Данные параметры считываются с помощью системы транспортной телематики, что в полной мере может заместить картографические расчеты и получить большую точность:

$$K_l = f(V(t), P_T(t)). \quad (7)$$

Определение значения коэффициента K_H , учитывающего расположение транспортного средства над уровнем моря, производится по координатам высот геозон и условному обозначению на карте:

$$K_H = f(H(navi)), \quad (8)$$

где H – высота транспортного средства над уровнем моря.

При работе транспортных средств в высокогорных условиях происходит снижение мощности двигателя вследствие уменьшения коэффициента наполнения цилиндров. В результате средняя скорость движения грузовых автомобилей в горных условиях примерно на 40–50 % ниже, а расход топлива на 10–15 % выше, чем на равнинной местности.

Территория Республики Беларусь имеет преимущественно равнинную местность, поэтому изменение коэффициента K_H незначительно, что позволяет им пренебречь. Однако если транспортное средство преодолевает места с высоким расположением над уровнем моря, то учет данного коэффициента обязателен.

При преодолении возвышенностей более эффективными параметрами являются скорость движения транспортного средства (V) и расход топлива (P_T), считанные с помощью системы транспортной телематики, что в полной мере позволяет заместить картографические расчеты и получить большую точность:

$$K_H = f(V(t), P_T(t)). \quad (9)$$

С учетом использования системы транспортной телематики следует отметить, что применение классических составляющих коэффициента K_1 позволяет переписать выражение (3) следующим образом:

$$K_1 = f(f(V(navi)) \cdot f(H(navi)) \cdot f(S(navi)R(navi))). \quad (10)$$

Основным недостатком обработки данных в соответствии с формулой (10) является огромное количество зависимостей каждой точки навигационной системы, что требует больших ресурсов вычислительной системы. Данный способ рекомендуется применять для проверки адекватности расчетов, полученных другими способами. Альтернативным решением для повышения точности определения коэффициента K_1 является считывание параметров транспортной телематики. В общем виде формула будет выглядеть следующим образом:

$$K_1 = \frac{1}{T} \int_0^T (K_{st}(t) \cdot K_u(t) \cdot K_l(t)) dt, \quad (11)$$

где T – общий интервал времени эксплуатации транспортного средства от момента последнего технического воздействия; K_{st} – коэффициент, учитывающий статус дороги; K_u – коэффициент, учитывающий расположение над уровнем моря; K_l – коэффициент, учитывающий расстояние от города.

Наибольшую информативность дает привязка полученных результатов к параметрам, считываемым непосредственно с транспортных средств с определенным интервалом времени. Так как все составляющие коэффициенты в соответствии с формулами (5), (7), (9) включают скорость движения транспортного средства (V) и расход топлива (P_T), то результирующая формула преобразуется в следующий вид:

$$K_1 = f(V(t), P_T(t)). \quad (12)$$

Крутящий момент двигателя пропорционален расходу топлива, однако в соответствии с теорией движения транспортного средства расход топлива также зависит от скорости движения. В связи с этим для описания коэффициента, учитывающего условия эксплуатации, следует применить зависимости которые можно выразить системой

$$\begin{cases} K_1 = f(V(t), P_T(t)); \\ P_T = f(V(t)). \end{cases} \quad (13)$$

Данная система имеет сложную зависимость, и для ее реализации в идеальном случае необходимо применить трехмерный массив данных, который закладывается на основе экспериментальных исследований.

Таким образом, с учетом условий эксплуатации коэффициент K_1 будет определяться путем считывания данных с заданным интервалом с последующим вычислением среднего значения, после чего с этим же интервалом корректируются нормативные значения.

При установлении нагрузки используются параметры мгновенного или среднего расхода топлива, которые можно определять с использованием датчиков расхода топлива и уровня топлива, а также данных длительности впрыска топлива форсунками и результатами промежуточных расчетов в CAN-шине передачи данных транспортного средства [7]:

$$P_T = f(t_{inj}(t)), \quad (14)$$

где t_{inj} – длительность впрыска топлива [6].

Коэффициент K_2 учитывает модификацию транспортных средств и организацию работы и используется для определения пробега до КР (списания), трудоемкости ТО, моечных работ и ТР:

$$K_2 = K_M \cdot K_{ОР}, \quad (15)$$

где K_M – коэффициент, учитывающий модификацию транспортного средства; $K_{ОР}$ – коэффициент, учитывающий организацию работы транспортного средства.

Коэффициент K_M определяется по параметрам, установленным заводом-изготовителем, и функциональному назначению, и может быть введен в ручном режиме в систему расчета или в автоматическом – по идентификационному номеру транспортного средства (VIN):

$$K_M = f(VIN). \quad (16)$$

Определение коэффициента, учитывающего организацию работы транспортного средства, производится путем измерения таких параметров, как частота вращения коленчатого вала, расход топлива и нагрузка на ось:

$$K_{OP} = K_{nkV} \cdot K_P \cdot K_g, \quad (17)$$

где K_{nkV} – коэффициент, учитывающий частоту вращения коленчатого вала; K_P – коэффициент, учитывающий расход топлива; K_g – коэффициент, учитывающий нагрузку на ось. Данные коэффициенты определяются по формулам:

$$K_{nkV} = f(n_{KB}(t)), \quad (18)$$

где n_{KB} – частота вращения коленчатого вала;

$$K_P = f(P_T(t)), \quad (19)$$

$$K_g = f(N(t)), \quad (20)$$

где N – нагрузка на ось транспортного средства.

Таким образом,

$$K_{OP} = f(n_{KB}(t), P_T(t), N(t)) \quad (21)$$

На основании формулы (15) получаем:

$$K_2 = f(VIN) \cdot f(n_{KB}(t), P_T(t), N(t)). \quad (22)$$

Расчет K_2 производится с тем же интервалом что и K_1 , после чего производится корректировка нормативных данных.

Коэффициент K_3 учитывает природно-климатические условия, главным из которых является температурный режим.

Применение геолокации с привязкой к местности в транспортной телематике позволяет корректировать с большей точностью коэффициент в соответствии с таблицей «Дорожно-климатическое районирование территории Республики Беларусь» приложения А ТКП 45-3.03-19-2006 в соответствии с формулой

$$K_3 = f(T_B(navi)), \quad (23)$$

где T_B – температура воздуха.

Коэффициент K_3 применяется для корректирования периодичности ТО, пробега до КР, трудоемкости ТР. Использование датчика температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, или датчика наружного воздуха позволяет фиксировать температурные режимы и критерии природных условий:

$$K_3 = f(T_B(t)). \quad (24)$$

Датчик определяет температуру окружающего воздуха и в виде напряжения подает сигнал в блок управления следующим образом:

$$T_B = f(U_{СМВ}), \quad (25)$$

где $U_{СМВ}$ – выходное напряжение, снимаемое с датчика температуры воздуха, В.

Коэффициент K_4 учитывает пробег с начала эксплуатации и применяется для корректировки трудоемкости ТО и ТР, а также продолжительности простоя в ТО и ремонте. Данные о пробеге считываются из блока управления кузовом или с панели приборов. При необходимости можно повысить точность данного коэффициента путем фиксации наработки двигателя внутреннего сгорания с использованием моточасов, что имеет актуальность для специализированной техники. Коэффициент определяется согласно выражению

$$K_4 = f(L(t)), \quad (26)$$

где L – пробег с начала эксплуатации, км.

Коэффициент K_5 учитывает количественный состав транспортных средств, обслуживаемых и ремонтируемых в автотранспортном предприятии, и количество групп технологически совместимых транспортных средств. Применяется для корректировки трудоемкости технического обслуживания, текущего ремонта и моечных работ. Коэффициент определяется по данным базы технической службы, может быть введен в систему расчета по мере изменения количественного состава или количества технологически совместимых групп и рассчитывается следующим образом:

$$K_5 = K_A \cdot K_G, \quad (27)$$

где K_A – коэффициент, учитывающий количественный состав транспортных средств; K_G – коэффициент, учитывающий количество технологически совместимых групп. Данные коэффициенты определяются по формулам:

$$K_A = f(A(t)), \quad (28)$$

где A – количественный состав транспортных средств;

$$K_G = f(G(t)), \quad (29)$$

где G – количество технологически совместимых групп.

Подставив (28) и (29) в выражение (27), получаем

$$K_5 = f(A(t)) \cdot f(G(t)). \quad (30)$$

Коэффициент K_6 учитывает период эксплуатации и предназначен для корректировки трудоемкости технического обслуживания, текущего ремонта и моечных работ. Период эксплуатации устанавливается по времени и дате со спутников. Более точно рассчитать данный коэффициент можно, используя температурный режим эксплуатации, то есть по принципу определения коэффициента K_3 . В данном случае информацию с датчика температуры воздуха следует принимать в усредненном режиме. Детальная запись условий эксплуатации позволит значительно сократить затраты на техническое обслуживание и ремонт.

$$K_6 = f(T_B(t)). \quad (31)$$

Результаты математического обоснования принципа обработки данных транспортной телематики. Результирующий коэффициент корректирования нормативов получается перемножением отдельных коэффициентов [1]. Перечень расчетных параметров определяется по группе формул:

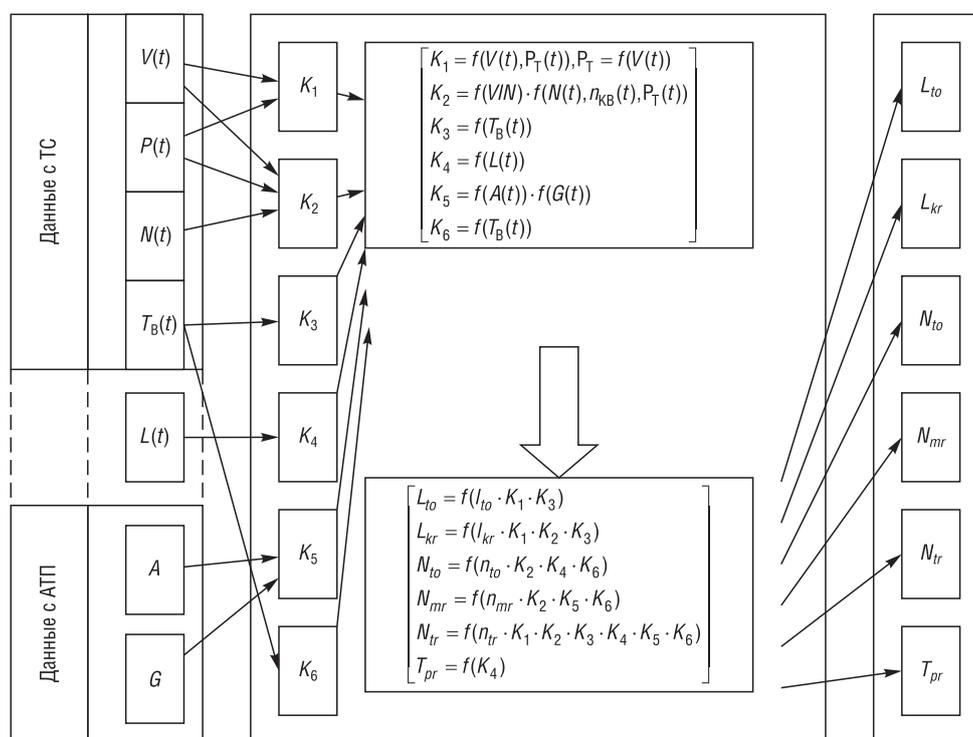
$$\left[\begin{array}{l} L_{to} = f(l_{to} \cdot K_1 \cdot K_3) \\ L_{kr} = f(l_{kr} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) \\ N_{to} = f(n_{to} \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_6) \\ N_{mr} = f(n_{mr} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_6) \\ N_{tr} = f(n_{tr} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6) \\ T_{pr} = f(K_4) \end{array} \right]. \quad (32)$$

Перечень коэффициентов корректирования нормативов получается путем обработки входных параметров:

$$\left[\begin{array}{l} K_1 = f(V(t), P_T(t)), P_T = f(V(t)) \\ K_2 = f(VIN) \cdot f(n_{KB}(t), P_T(t), N(t)) \\ K_3 = f(T_B(t)) \\ K_4 = f(L(t)) \\ K_5 = f(A(t)) \cdot f(G(t)) \\ K_6 = f(T_B(t)) \end{array} \right]. \quad (33)$$

С целью реализации заложенных принципов предлагается блок-схема обработки данных транспортной телематики для расчета корректирующих коэффициентов с последующим опреде-

лением периодичностей и трудоемкостей (рисунок). Данная блок-схема подразумевает реализацию стандартной системой транспортной телематики транспортного средства, однако возможна модернизация с возможностью дистанционной диагностики, позволяющей выполнять функции общей диагностики отдельных систем и транспортного средства в целом.



Блок-схема обработки данных
Data flowchart

Выводы. Система телематики транспортных средств и дистанционной диагностики позволяет автоматизировать получение корректирующих коэффициентов для определения значений периодичностей и трудоемкостей технического обслуживания и ремонта, пробега до капитального ремонта или списания транспортного средства, а также производить расчеты с приемлемой для прикладного применения точностью.

Предложенное математическое обоснование принципа обработки данных транспортной телематики дает возможность развивать новый подход к расчету пробегов до технических воздействий и корректировать нормативы трудоемкостей выполнения данных операций.

Использование средств навигации делает возможным подтверждение использования эксплуатационных параметров на этапе экспериментальных исследований путем определения расположения транспортного средства в координатах карт навигации с характеристиками дорожного покрытия и населенного пункта, с определением высоты над уровнем моря и дорожно-климатического районирования.

Предложенная блок-схема обработки данных является основанием для создания алгоритма, позволяющего автоматизировать считывание данных с транспортного средства для последующего определения значений периодичностей и трудоемкостей технического обслуживания и ремонта, пробега до капитального ремонта или списания.

Список использованных источников

1. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы ITS / В.П. Волков [и др.]. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 398 с.
2. Мальцев, Н.Г. Современные методы контроля расхода топлива и применение для мониторинга режимов работы автотракторной техники / Н.Г. Мальцев, Ю.Д. Карпиевич // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. ведущим ученым БГАТУ, создателям

научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову, В. А. Скотникову, Минск, 28–30 нояб. 2013 г. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 35–39.

3. Ивашко, В. С. Показатели эффективности использования транспортных средств / В. С. Ивашко, А. С. Гурский, А. Н. Мальцев // Изобретатель. – 2017. – № 10 (214). – С. 26–30.

4. Разработка норм расхода топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tehnoton.by/?page_id=464 – Дата доступа: 14.03.2020.

5. Повышение качества технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств путем мониторинга технического состояния / А. А. Алешко [и др.]; под ред. Д. Н. Ковалёва. – Минск: Бел НИИТ «Транстехника», 2018. – 324 с.

6. Гурский, А. С. Диагностирование электронной системы впрыска топлива бензинового двигателя по длительности открытого состояния форсунок / А. С. Гурский // Вестн. Белорус. нац. техн. ун-та. – 2003. – № 4. – С. 49–52.

References

1. Volkov V. P., Mateichik V. P., Nikonov O. Ya., Komov P. B., Gritsuk I. V., Volkov Yu. V., Komov E. A. *Integration of the Technical Operation of Cars in the Structures and Processes of ITS*. Donetsk, Noulidzh Publ., 2013. 398 p. (in Russian).

2. Mal'cev N. G., Karpievich Yu. D. Modern methods of fuel consumption control and application for monitoring operating modes of automotive equipment. *Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi vedushchim uchenym BGATU, sozdatelyam nauchnoi shkoly po avtotraktorostroeniyu D. A. Chudakovu, V. A. Skotnikovu, Minsk, 28–30 noyabrya 2013 g.* [Scientific and Technological Progress in Agricultural Production: Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Leading Scientists of the BSATU, the Founders of the Scientific School on Automotive Engineering D. A. Chudakov, V. A. Skotnikov, Minsk, November 28–30, 2013]. Minsk, BSATU, 2013, pp. 35–39 (in Russian).

3. Ivashko V. S., Gurskii A. S., Mal'cev A. N. Performance indicators for the use of vehicles. *Izobretatel'* [Inventor], 2017, no. 10 (214), pp. 26–30 (in Russian).

4. *Development of fuel consumption standards*. Available at: http://tehnoton.by/?page_id=464 (accessed 14 March 2020) (in Russian).

5. Aleshko A. A., Gurskii A. S., Ivashko V. S., Koval' D. N. *Improving the Quality of Maintenance and Repair of Vehicles by Monitoring the Technical Condition*. Minsk: Bel NIIT "Transtehnika", 2018. 324 p. (in Russian).

6. Gurskii A. S. Diagnosing the electronic fuel injection system of a gasoline engine by the duration of the open state of the injectors. *Vestnik Belorusskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Belarusian National Technical University], 2003, no. 4, pp. 49–52 (in Russian).

Информация об авторах

Гурский Александр Станиславович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет (пр. Независимости, 65, 220013, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ASGURSKI@bntu.by. <https://orcid.org/0000-0002-3904-8146>

Ивашко Виктор Сергеевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет (пр. Независимости, 65, 220013, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ivashko47@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1905-1898>

Information about the authors

Alexander S. Gurski – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department "Technical Operation of Automobiles", Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosti Ave., 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ASGURSKI@bntu.by. <https://orcid.org/0000-0002-3904-8146>

Viktor S. Ivashko – D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department "Technical Operation of Automobiles", Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosti Ave., 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ivashko47@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1905-1898>