

А. С. Гурский¹
В. С. Ивашко¹
В. А. Макаров²

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

¹Белорусский национальный технический университет

²Винницкий национальный технический университет

В статье рассматривается применение планово-предупредительной системы технического обслуживания (ТО) в современных условиях с использованием систем мониторинга транспорта, что позволяет более обоснованно подходить к срокам проведения ТО и создать новый подход к расчету пробегов до технических воздействий.

Подтверждение предлагаемой методики необходимо получить, выполняя анализ данных об отказах с использованием имеющейся информационно-справочной системы. Проведение анализа статистических данных необходимо для определения критерия необходимости и достаточности при выполнении технического обслуживания. С целью сокращения расходов при выполнении технического обслуживания и ремонта транспортных средств интервалы устанавливаются максимально-возможные регламентированные заводом изготовителем, однако превышение сроков технического обслуживания чревато преждевременным отказом отдельных систем и механизмов, восстановление которых может быть на порядок больше экономии при таком подходе. Одновременно с этим проведением анализа статистических данных можно выявить наиболее уязвимые механизмы и акцентировать на них внимание при выполнении технических воздействий. Проведенная работа по сбору и анализу информации о структуре автобусного парка, распределению подвижного состава по пробегу с начала эксплуатации, возрасту и среднегодовому пробегу позволяет утверждать, что имеется значительное влияние пробега и возраста автобусов на количество заявок на ремонт, а также влияют сезонные факторы эксплуатации. Проанализированные отказы и неисправности систем и агрегатов автобусов, работающих в городских условиях, требуют взвешенного подхода к определению сроков ТО и Р их проведения.

Для корректного описания условий эксплуатации, дорог, дорожных условий можно использовать такие показатели как, скорость движения транспортного средства и нагрузка. При получении информации о нагрузке используется параметр мгновенного или среднего расхода топлива, которые можно определять как с использованием датчиков расхода и уровня топлива, так и с использованием данных длительности впрыска топлива форсунками, а также данными промежуточных расчетов в CAN – шине передачи данных транспортного средства. Данные параметры могут быть считаны с помощью системы транспортной телематики, что в полной мере позволит упростить расчеты и получить большую точность.

Метод использования параметров работы транспортных средств имеет преимущество, так как позволяет учитывать мгновенные данные работы автобуса и по сравнению с традиционным подходом повысит точность определения сроков ТО и Р, т. к. коэффициент K_1 зависит от скорости и нагрузки во времени при измерении мгновенного и среднего расхода топлива по длительности впрыска.

Ключевые слова: контроль, расход, топливо, система, техническое обслуживание, ремонт, корректирование, коэффициенты, скорость, частота, данные, считывание.

Введение

Сохранение планово-предупредительной системы технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) автомобильных транспортных средств получивших широкое применение в Республике Беларусь при проведении плановых технического обслуживания № 1 (ТО-1), технического обслуживания № 2 (ТО-2), текущего ремонта (ТР) и регламентированного ремонта (РР), в первую очередь, вносят коррективы в пробег до капитального ремонта (КР) или списания, установленного заводом изготовителем с учетом корректирующих коэффициентов, сформированных техническим кодексом установившейся практики ТКП 248-2010 [1].

Использование интеллектуальных транспортных систем во всем мире позволяет значительно упростить эксплуатацию транспортных средств, повысить безопасность движения и экономическую эффективность [2]. Первыми элементами стали применять системы дистанционного контроля расхода топлива и навигационные системы и технологии спутникового мониторинга транспорта (СМТ) [3].

Таким образом, главной задачей является автоматизация учета общего пробега транспортного средства с учетом условий его эксплуатации на основе телематики транспортных средств и дистанционной диагностики.

Результаты исследования

Методика. Сбор данных об отказах (заявок на ремонт) автобусов осуществлялся с помощью информационно-справочной системы (ISSR), интерфейс которой приведен на рис. 1.

Данные собирались из заявок, в которых указан гаражный номер автобуса и временные рамки. Информация о заявках систематизирована с помощью компьютерных программ и хранится в базе данных ISSR. База данных систематизирована и приведена в удобный для анализа вид.

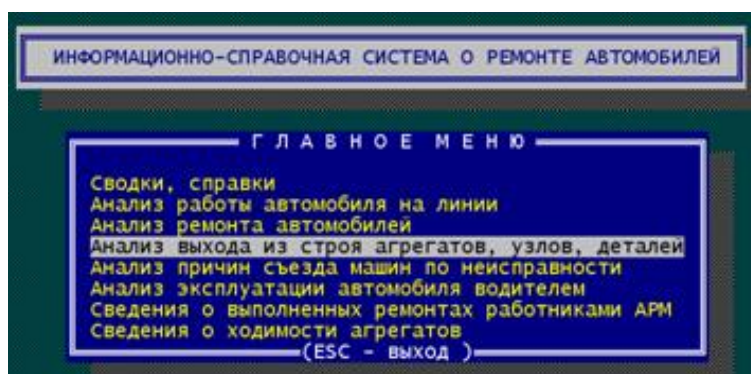


Рис. 1. Интерфейс информационно-справочной системы о ремонте городских автобусов

Информационно-справочная программа ISSR, помимо сбора данных о надежности, позволяет просмотреть уже собранную и представленную в виде таблиц информацию о количестве ремонтов того или иного автобуса за определенный период из общего числа ремонтов за этот период. Также программа позволяет просмотреть число ремонтов по гаражному номеру автобуса за весь период эксплуатации.

Исходные данные по надежности собирались из заявок на ремонт по основным системам автобуса их базы данных ISSR по каждому периоду. Непосредственно вся информация о заявках на ремонт узлов и агрегатов автобусов в целом в автобусном парке систематизирована с помощью компьютерных программ.

Основная часть. В табл. 1, 2 и на рис. 3-5 представлены данные о структуре парка подвижного состава по пробегу с начала эксплуатации, возрасту, среднегодовому пробегу, а также о влиянии пробега и начала эксплуатации и возраста автобусов на количество заявок на ремонт [4].

Таблица 1

Сравнительная характеристика влияния пробега и возраста автобусов на количество заявок на ремонт

Год наблюдений	Средний общий пробег, тыс. км	Средний возраст автобуса, лет	Количество заявок на ремонт, шт
1	298,5	4,8	43489
2	309,7	4,9	44346
3	321,3	5,0	45154
4	346,1	5,1	46700
5	314,2	4,9	45599
6	328,3	5,0	46308

Характеристика автобусного парку по пробігу з начало експлуатації и возрасту

Марка автобуса	Всього, шт	Количество автобусов, единиц								Средний пробег, тыс. км	Средний возраст, лет	Количество автобусов с полной амортизацией
		По пробегу, тыс. км				По возрасту, лет						
		0-100	101-300	301-500	Более 500	До 3 лет	3-5 лет	5-10 лет	Свыше 10 лет			
МАЗ-103	96		29	62	5		49	41	6	393,6	6,6	3
МАЗ-103562	5	5				5				43,9	0,7	
МАЗ-104	2			2				2		380,7	7,0	
МАЗ-105	156	11	32	88	25	11	48	81	16	438,7	9,0	18
МАЗ-107	39	20	11	7	1	25	14			92,5	2,1	
МАЗ-203	25	13	12			12	13			115,2	2,6	
МАЗ-206	3	1	2			3				113,0	2,2	
Неман-52012	69		3	60	6		9	55	5	384,6	5,9	11
Мерседес-411	7			6	1			7		428,9	9,1	3
Всего по парку	403	51	89	225	38	56	134	186	27	328,3	5,0	35

Распределения подвижного состава по общему пробегу, возрасту и среднегодовому пробегу представлены на рис. 2, 3 и 4.

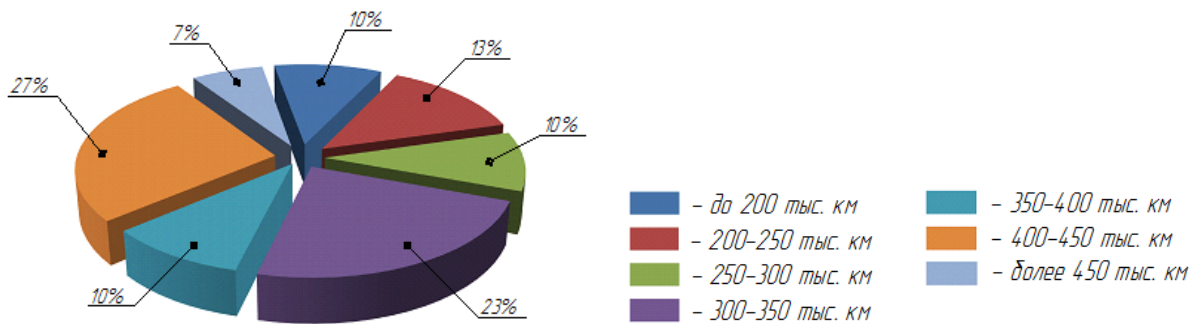


Рис. 2. Распределение подвижного состава по пробегу с начала эксплуатации

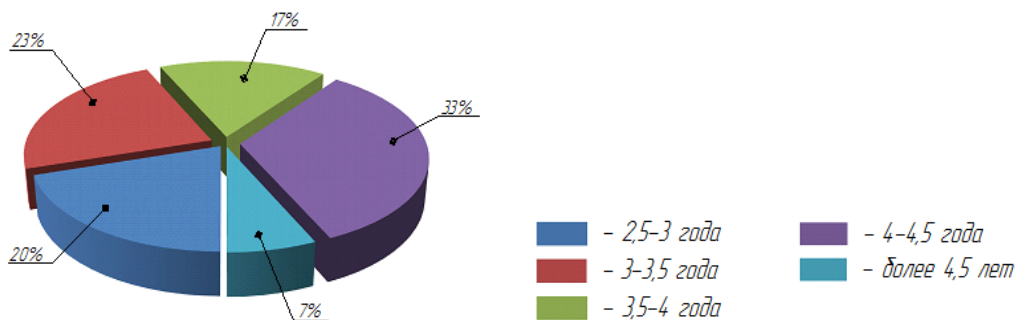


Рис. 3. Распределение подвижного состава по возрасту

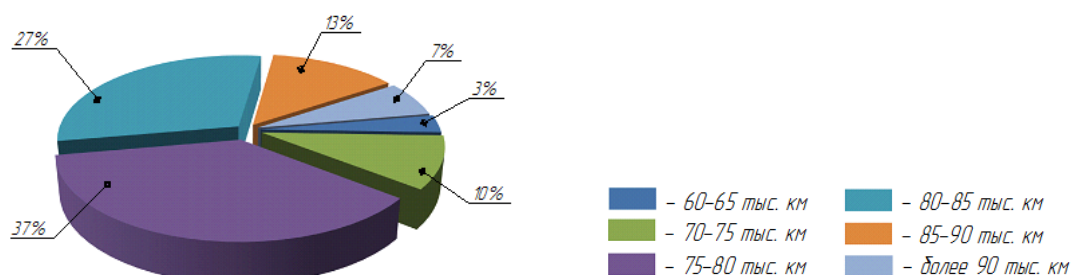


Рис. 4. Распределение подвижного состава по среднегодовому пробегу

Результаты обработки данных для зоны ТР за 5 лет эксплуатации автобусов представлены на рис. 5.

Из всей информации можно выделить неисправности, которые носят сезонный характер – система охлаждения (осень-зима) – двигатель (весна-лето).

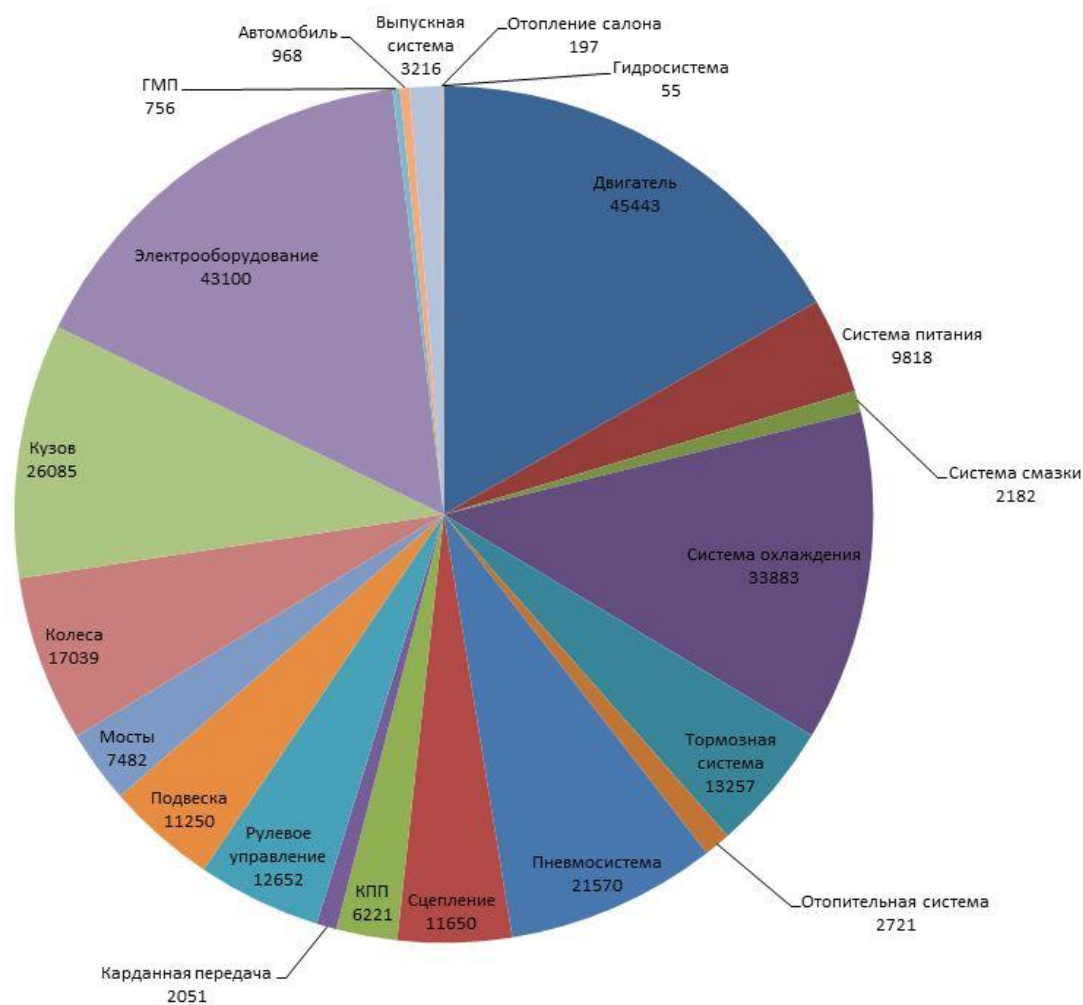


Рис. 5. Количество неисправностей систем и агрегатов автобусов за 5 лет эксплуатации

Из приведенных диаграмм видно, что 50% автобусов имеют пробег с начала эксплуатации от 300 до 350 и от 400 до 450 тыс. км. По возрасту подвижной состав можно разделить на три основные группы: от 2,5 до 3 лет – 20%; от 3 до 3,5 лет – 23%; от 4 до 4,5 – 33%. Среднегодовой пробег у основной массы подвижного состава находится в пределах от 75 до 85 тыс. км.

Таким образом, проведенная работа по сбору и анализу информации о структуре автобусного парка, распределению подвижного состава по пробегу с начала эксплуатации, возрасту и среднегодовому пробегу позволяет утверждать, что имеется значительное влияние пробега и возраста автобусов на количество заявок на ремонт, а также влияют сезонные факторы эксплуатации. Проанализированные отказы и неисправности систем и агрегатов автобусов, работающих в городских условиях, требуют взвешенного подхода к определению сроков ТО и Р их проведения.

Согласно техническому кодексу установившейся практики ТКП 248-2010 общий пробег транспортного средства с учетом корректирующих коэффициентов определяется по формулам [1]:
– для ТО-1 и ТО-2:

$$L_{10} = f(l_{10} * K_1 * K_3), \quad (1)$$

где l_{10} – нормативный пробег до ТО-1, ТО-2, установленный заводом изготовителем; K_1 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации; K_3 – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия.

– для капитального ремонта или списания (L_{KR}):

$$L_{KR} = l_{KR} * K_1 * K_2 * K_3, \quad (2)$$

где l_{KR} – нормативный пробег до капитального ремонта или списания, установленный заводом изготовителем; K_1 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации; K_2 – коэффициент, учитывающий модификацию ТС и организацию его работы; K_3 – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия.

При работе автобусов в городской среде коэффициенты, учитывающие организацию его работы и природно-климатические условия эксплуатации, практически одинаковые. При проведении испытаний значения коэффициентов K_2 и K_3 принимаем постоянными, а в дальнейшем привяжем к функциям от частоты вращения коленчатого вала, расхода топлива, нагрузки на ось и температуры окружающей среды.

Для корректного описания условий эксплуатации, дорог, дорожных условий возможно использовать такие показатели как, скорость движения транспортного средства (V) и расход топлива (P_T) [5]. Данные параметры могут быть считаны с помощью системы транспортной телематики, что в полной мере позволит упростить расчеты и получить большую точность.

Тогда пробег

$$L_{KR} = l_{KR} * K_1, \quad (3)$$

$$K_1 = f(V(t), P_T(t)), \quad (4)$$

где V – скорость движения транспортного средства; P_T – расход топлива [5]; t – элементарный временной интервал считывания данных.

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

При определении нагрузки используется параметр мгновенного или среднего расхода топлива, которые можно определять как с использованием датчиков расхода топлива и уровня топлива, так и с использованием данных промежуточных расчетов в CAN – шине передачи данных транспортного средства, а также данными длительности впрыска топлива форсунками [6].

$$P_T = f(t_{inj}(t)), \quad (5)$$

где P_T – расход топлива; t_{inj} – длительность впрыска топлива; t – элементарный временной интервал считывания данных.

Выводы

Метод использования параметров работы транспортных средств имеет преимущество, так как позволяет учитывать мгновенные данные работы автобуса и по сравнению с традиционным подходом повысит точность определения сроков ТО и Р, т. к. коэффициент K_1 зависит от скорости и нагрузки во времени при измерении мгновенного и среднего расхода топлива по длительности впрыска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения = Тэхнічнае абслугоуванне і рамонт аўтамабільных транспартных сродкаў. Нормы і правілы правядзення.: Технический

кодекс установившейся практики ТКП 248-2010. – введ. РБ 13.05.2010. – Минск: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010.

[2] В. П. Волков и др., *Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы ИТС*. Донецк: Ноулидж, 2013.

[3] Н. Г. Мальцев, Ю. Д. Карпиевич, «Современные методы контроля расхода топлива и применение для мониторинга режимов работы автотракторной техники.» в *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: научно-практическая конференция*. Минск: БГАТУ, 2013. с. 35–39.

[4] Д. А. Иваницкий, В. С. Ивашко, И. М. Флерко, «Повышение текущего уровня обслуживания и ремонта городских автобусов,» *Изобретатель*, № 9(177), с. 41–45, 2014.

[5] Д. Н. Коваль, Ред., *Повышение качества технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств путем мониторинга технического состояния*, Минск: Бел НИИТ «Транстехника», 2018.

[6] А. С. Гурский, «Диагностирование электронной системы впрыска топлива бензинового двигателя по длительности открытого состояния форсунок,» *Вестник БНТУ*, №4, с. 49–52. 2003.

Гурский Александр Станиславович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей», e-mail: asgurski@bntu.by;

Ивашко Виктор Сергеевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», e-mail: ivashko47@mail.ru.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Макаров Владимир Андреевич – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», e-mail: makarovva@gmail.com.

Винницкий национальный технический университет, г. Винница

A. Gurski¹
V. Ivashko¹
V. Makarov²

Improvement of technical maintenance and repair of vehicles

¹Belarusian National Technical University

²Vinnitsia National Technical University

The article discusses the use of a planned preventive maintenance system in modern conditions using systems of monitoring of transport, which allows a more reasonable approach to the period of maintenance and create a new approach to calculating runs before technical impacts.

Confirmation of the proposed method must be obtained by analyzing the data on failures using the available information and reference system. The analysis of statistical data is necessary to determine the criterion of necessity and sufficiency when performing maintenance. In order to reduce costs when performing maintenance and repair of vehicles, the intervals are set to the maximum possible regulated by the manufacturer, but exceeding the maintenance period is fraught with premature failure of individual systems and mechanisms, the restoration of which can be an order of magnitude greater than the savings in this approach. At the same time, the analysis of statistical data can identify the most vulnerable mechanisms and focus on them when performing technical maintenance. The work carried out to collect and analyze information about the structure of the bus fleet, the distribution of rolling stock by mileage since the beginning of operation, age and average annual mileage suggests that there is a significant influence of mileage and age of buses on the number of requests for repairs, as well as seasonal factors of operation. The analyzed failures and malfunctions of systems and units of bus operating in urban conditions require a balanced approach to determining the timing of maintenance and repair. For a correct description of operating conditions, roads, and road conditions, you can use indicators such as vehicle speed and load. When determining the load, is used parameter of the instantaneous or average fuel consumption, which can be determined using fuel flow and level sensors, as well as using data from the duration of fuel injection by injectors, as well as data from intermediate calculations in the vehicle's CAN data bus. These parameters can be read using the system of transport telematic, which will simplify calculations and obtain greater accuracy.

The method of using vehicle parameters has the advantage of taking into account instantaneous data of the autobus operation and, in comparison with the traditional approach, will increase the accuracy of determining the timing of maintenance and remout, since the coefficient K1 depends on the speed and load over time when measuring instantaneous and average fuel consumption over the injection duration.

Key words: control, consumption, fuel, system, maintenance, repair, correction, coefficients, speed, data, reading.

Gurski Alexander – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Head of the Department "Technical Operation of Automobiles", e-mail: asgurski@bntu.by.

Ivashko Viktor – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department "Technical Operation of Automobiles", e-mail: ivashko47@mail.ru.

Makarov Vladimir – Dr. Sc. (Eng.), associate Professor, Professor of the department "Automobile and transport management", e-mail: makarovva@gmail.com.

О. С. Гурський¹
В. С. Івашко¹
В. А. Макаров²

Вдосконалення технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів

¹Білоруський національний технічний університет

²Вінницький національний технічний університет

У статті розглядається застосування планово-попереджувальної системи технічного обслуговування (ТО) в сучасних умовах з використанням системи моніторингу транспорту, яка дозволяє більш обґрунтовано підходити до термінів проведення ТО і створити новий підхід до розрахунку пробігів до технічних впливів.

Підтвердження запропонованої методики необхідно отримати, виконавши аналіз даних про відмови з використанням наявної інформаційно-довідкової системи. Проведення аналізу статистичних даних потрібно для визначення критерію необхідності і достатності при виконанні технічного обслуговування. З метою скорочення витрат при виконанні технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, інтервали встановлюються максимально-можливі регламентовані заводом виробником, проте перевищення термінів технічного обслуговування може спричинити передчасні відмови окремих систем і механізмів, відновлення яких може бути на порядок затратнішим ніж економія при такому підході. Одночасно з цим, проведенням аналізу статистичних даних можна виявити найбільш вразливі механізми і акцентувати на них увагу при виконанні технічних дій. Проведена робота зі збору та аналізу інформації про: структуру автобусного парку, розподілу рухомого складу по пробігу і віку з початку експлуатації, середньорічному пробігу дозволяє стверджувати, що є значущий вплив названих факторів на кількість заявок на ремонт, а також про дієвість сезонних факторів експлуатації. Проаналізовані відмови та несправності систем і агрегатів автобусів, що працюють в міських умовах вимагають зваженого підходу до визначення термінів проведення ТО і ремонту (Р).

Для коректного опису умов експлуатації, доріг, дорожніх умов можна використовувати такі показники, як швидкість руху транспортного засобу і навантаження. При визначенні навантаження використовується параметр миттєвої або середньої витрати палива, які можна знайти з використанням датчиків витрати і рівня палива, так і з використанням даних тривалості впорскування палива форсунками, а також даними проміжних розрахунків в CAN – шині передачі даних транспортного засобу. Означені параметри можуть бути отримані за допомогою системи транспортної телематики, що в повній мірі дозволить спростити розрахунки і отримати більшу точність.

Метод використання параметрів роботи транспортних засобів має перевагу тому, що дозволяє враховувати миттєві дані роботи автобуса і порівняно з традиційним підходом підвищити точність визначення термінів ТО і Р, тому що коефіцієнт K_1 залежить від швидкості і навантаження в часі при вимірюванні миттєвої і середньої витрат палива за тривалістю упроркування.

Ключові слова: контроль, витрата, паливо, система, технічне обслуговування, ремонт, коригування, коефіцієнти, швидкість, частота, дані, зчитування.

Гурський Олександр Станіславович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри «Технічна експлуатація автомобілів», e-mail: asgurski@bntu.by.

Івашко Віктор Сергійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри «Технічна експлуатація автомобілів», e-mail: ivashko47@mail.ru.

Макаров Володимир Андрійович – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», e-mail: makarovva@gmail.com.