

УДК 681.518.5

ШУЛЬГА ЕВГЕНИЙ ФЕДОРОВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: shulga_ef@mail.ru

ЩУКИНА ВАРВАРА НИКОЛАЕВНА

E-mail: firstnotbarbara@gmail.com

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Современный транспорт оснащен навигационным и бортовым оборудованием. Навигационное оборудование выдает навигационные данные: местоположение, направление движения и скорость. Однако этих данных недостаточно для мониторинга качества движения транспортных средств. На данный момент транспортные средства снабжены различными датчиками контроля технического состояния. Необходим мониторинг технического состояния техники. Мониторинг транспортных средств должен осуществляться в системе управления транспортными средствами в режиме реального времени. Отсутствие мониторинга связи между техническими параметрами транспортного средства и пространственно-временными данными движения машин с использованием координат на оцифрованной карте на момент контроля не дает технической службе упреждающую информацию о техническом состоянии транспортных средств, а модели субъекта управления предсказывать возможность появления отклонений в процессе выполнения расписаний по техническим причинам и находить решения на их упреждение и корректировать задание водителю. Требования к системе управления следующие: находить оптимальный оперативный план работы техники, организовывать выполнение оперативного плана работ, осуществлять мониторинг качества движения техники и ее технического состояния в режиме реального времени, предсказывать появление отклонений качества выполнения расписаний и технического состояния техники, находить решения на упреждение отклонений, отдавать команды на упреждение. В качестве примера работы упреждающей системы рассмотрена интеллектуальная система управления работой двигателя. При внедрении упреждающей системы диагностики будет возможно в режиме реального времени следить за показателями с датчиков и предсказывать необходимость ремонта. Рассматривается причинно-следственная связь между техническими параметрами двигателя и пространственно-временными данными движения машины.

Ключевые слова: оперативный план работы транспортных средств, управление работой двигателя, мониторинг транспортных средств, мониторинг технического состояния двигателя.

Введение. Отсутствие мониторинга связи между техническими параметрами транспортного средства и пространственно-временными данными движения машин с использованием координат на оцифрованной карте на момент контроля не дает технической службе упреждающую информацию о техническом состоянии транспортных средств, а модели субъекта управления предсказывать возможность появления отклонений в процессе выполнения расписаний по техническим причинам и находить решения на их упреждение и корректировать задание водителю [1, 2, 3].

Цель исследований – мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств.

Мониторинг – систематическое или непрерывное наблюдение за объектом с целью предсказания изменчивости параметров и принятия решения о необходимости и составе предупреждающих действий.

Результаты и обсуждение. На данный момент транспортные средства оснащены различными датчиками контроля технического состояния, но информация может быть считана только на станции технического обслуживания [4]. В процессе эксплуатации водитель взаимодействует с транспортным средством в режиме реального времени. Бортовое оборудование системы «Водитель – автомобиль» представлено на рисунке 1 [5].

В процессе взаимодействия системы (рис. 1) водитель, учитывая качество движения, отклонения и внешние факторы, принимает решение об управляющем воздействии (например, он нажимает на педаль акселератора, тем самым меняя подачу топлива), чем меняет скорость движения. Видимый результат – изменение качества движения и отклонений, тем самым взаимодействие системы «Водитель – автомобиль» замыкается. Взаимодействие системы «Водитель – автомобиль» представлено на рисунке 2.



Рис. 1. Бортовое оборудование системы «Водитель – автомобиль»

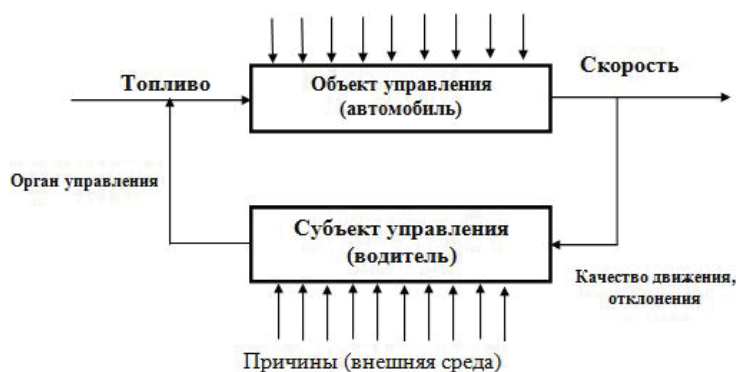


Рис. 2. Система «Водитель – автомобиль»

Бортовое оборудование: элемент системы диспетчерского управления, устанавливаемый на контролируемые транспортные средства и состоящий из абонентского телематического терминала и дополнительного бортового оборудования [6, 7].

Абонентский телематический терминал: аппаратно-программное устройство, устанавливаемое на контролируемые транспортные средства для определения их текущего положения и параметров движения, обмена данными с дополнительным бортовым оборудованием, взаимодействия с телематическим сервером в части передачи мониторинговой и обмена технологической информацией [6, 7].

Данные о транспортном средстве:

$$\{TK, q, N_{\text{г}}, K_{\text{тс}}\}, \quad (1)$$

где ТК – тип кузова; q – грузоподъемность транспортного средства; $N_{\text{г}}$ – государственный номер автомобиля; $K_{\text{тс}}$ – координаты транспортного средства на электронной карте на момент контроля.

Система управления транспортными средствами представлена на рисунке 3 [8, 9].

Структура системы управления: технологии и техника, модель системы управления, ресурс управления. Модель системы управления состоит из мониторинга транспортных средств, мониторинга технического состояния, модели субъекта управления. Техника оснащена навигационным и бортовым оборудованием. Навигационное оборудование выдает навигационные данные: местоположение, направление движения и скорость. Бортовое оборудование – все остальные данные.

Требования к системе управления: находить оптимальный оперативный план работы техники, организовывать выполнение оперативного плана работ; осуществлять мониторинг техники в режиме реального времени и мониторинг технического состояния техники; предсказывать появление отклонений в качестве выполнения расписаний и техническом состоянии двигателя; находить решения на упреждение отклонений, отдавать команды на упреждение.

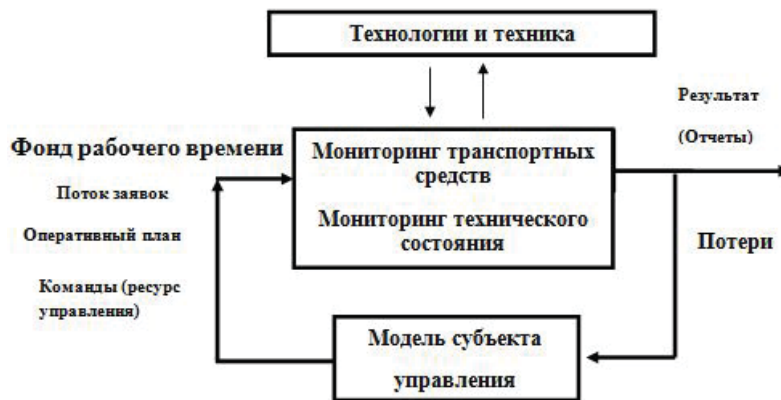


Рис. 3. Система управления транспортными средствами в режиме реального времени

Для иллюстрации причинно-следственной связи между техническими параметрами двигателя и пространственно-временными данными движе-

ния транспортного средства построим таблицу, поясняющую наличие связи между потерями времени и перерасходом топлива (таблица).

Потери времени от несвоевременности выполнения расписания

№	$T_{\text{план}}$	$T_{\text{факт}}$	$T^{\text{св}}$	Причина $\Delta T^{\text{св}}$	Следствие		
					перерасход топлива, G, %	потери времени, ч	
1	10	10	1	0	2	Допустимые потери времени	
2	10	9	0,9	0,1	5		0
3	10	8	0,8	0,2	10		1
4	10	7	0,7	0,3	11	Отклонения	
5	10	6	0,6	0,4	12		2
6	10	5	0,5	0,5	13		3
7	10	4	0,4	0,6	14		4
8	10	3	0,3	0,7	15		5
9	10	2	0,2	0,8	16		6
10	10	1	0,1	0,9	17		7
11	10	0	0	1,0	18	8	
							9
							10

В таблице приведены показатели: $T_{\text{план}}$ – плановые затраты времени на движение транспортного средства; $T_{\text{факт}}$ – фактические затраты времени на движение транспортного средства; $T^{\text{св}}$ – своевременность выполнения расписания; $\Delta T^{\text{св}}$ – несвоевременность выполнения расписания; G – перерасход топлива (работа при неисправности); потери времени от несвоевременности выполнения расписания.

Используя меняющиеся данные столбца 5, построен график несвоевременности выполнения расписания и перерасхода топлива в режиме реального времени (рис. 4).

Вертикальная ось на рисунке 4 – причинно-следственная связь между отклонениями своевременности выполнения расписания работы транспортного

средства и перерасхода топлива. С увеличением несвоевременности выполнения расписания перерасход топлива увеличивается. По интенсивности образования перерасхода топлива можем предсказывать время наступления отказа (превышение допустимого перерасхода топлива), после чего могут последовать упреждающие действия диспетчера.

Принцип работы системы упреждающей диагностики:

- сбор информации с датчиков машин;
- прогноз остаточной работоспособности транспортного средства;
- передача данных модели субъекта управления (диспетчеру).

На рисунке 5 представлена интеллектуальная система управления работой двигателя.

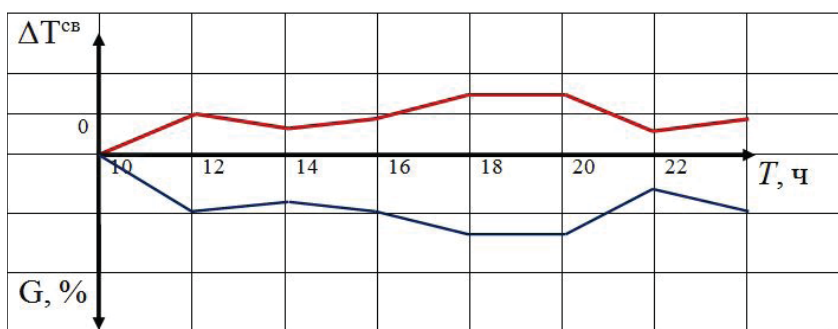


Рис. 4. Иллюстрация несвоевременности выполнения расписания и перерасхода топлива в режиме реального времени

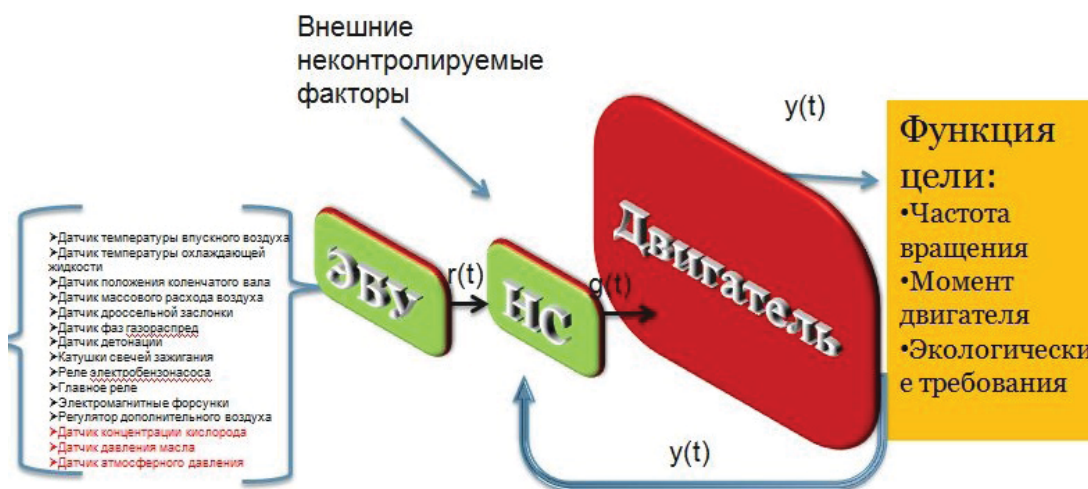


Рис. 5. Интеллектуальная система управления работой двигателя:
 ЭБУ – электронный блок управления; НС – регулятор на основе нейронной сети;
 $r(t)$ – заданное значение; $y(t)$ – полученное значение; $g(t)$ – управляющее воздействие

На двигателе установлены датчики, которые позволяют контролировать его работу. Вся информация с датчиков поступает в электронный блок управления. ЭБУ использует обратную связь с целью корректировки работы двигателя в режиме реального времени благодаря появлению датчика концентрации кислорода [10, 11].

Регулятор на основе нейронной сети дает возможность учитывать и внешние неконтролируемые факторы. На сегодняшний день, интеллектуальная система управления позволяет диагностировать только электронные компоненты двигателя (датчики, катушки и др.). При внедрении упреждающей системы диагностики будет возможно в режиме реального времени следить за показателями с датчиков и своевременно предсказывать необходимость ремонта. Также при внедрении диагностики по косвенным признакам можно расширить количество диагностируемых элементов, в том числе возможно будет узнать состояние механических компонентов, цилиндров, коленчатого вала и др.

Оповещение о необходимости ремонта будет происходить по следующей схеме: от машины в модель субъекта управления по GPS трекеру переда-

ется информация, там она сохраняется и обрабатывается. При необходимости ремонта модель субъекта управления принимает решение и информирует сервисную службу о прибытии техники на ремонт.

Преимущества упреждающей диагностики транспортного средства:

- получение актуальной информации о техническом состоянии транспортного средства в процессе его эксплуатации;
- предсказание остаточной работоспособности транспортного средства на заданный момент времени.

Выводы

Мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств дает возможность технической службе получать информацию об остаточной работоспособности транспортных средств и своевременно осуществлять профилактику их технического состояния.

Для диспетчера (субъекта управления) упреждающая диагностика является одной из технологий упреждения потерь времени.

Библиографический список

1. Шульга Е.Ф. Навигационные данные как обратная связь в оптимизации процессов и решений: Сборник статей Международной научно-практической конференции «Фундаментальные проблемы науки», 1 сентября 2016 г. Ч. 2. Уфа: АЭТЕРНА, 2016. С. 55-58.
2. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К., Балабанов В.И., Зейлигер А.М. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли: Монография. М.: РГАУ-МСХА, 2016. 282 с.
3. Девянин С.Н., Щукина В.Н. Управление в различных средах // Концепт. М.: Концепт, 2016. 62 с.
4. Девянин С.Н., Щукина В.Н. Системы управления двигателем // Международный технико-экономический журнал. 2015. № 6. 62 с.
5. Компания «Импульс-ГЛОНАСС». [Сайт]. URL: <http://www.24glonass.ru>.
6. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.
7. ГОСТ Р 54030-2010. Системы информационного сопровождения и мониторинга городских и пригородных автомобильных перевозок опасных грузов. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам. Дата введения в действие 01.12.2011 г.
8. Шульга Е.Ф. Модель управления качеством перевозок грузов в режиме реального времени: Монография. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 85 с.
9. Шульга Е.Ф. Процесс принятия решений с использованием навигационных данных: Сборник статей Международной научно-практической конференции «Фундаментальные проблемы науки», 1 сентября 2016 г. Ч. 2. Уфа: АЭТЕРНА, 2016. С. 58-61.
10. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. Курган: Курганский гос. ун-т, 2007. 207 с.
11. Хрящёв Ю.Е., Тихомиров М.В., Епанешников Д.А. Алгоритмы управления двигателями внутреннего сгорания: Монография. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. 204 с.

Статья поступила 21.06.2017

MONITORING DRIVING QUALITY AND TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES

YE.F. SHULGA, DSc (Eng), Professor

E-mail: shulga_ef@mail.ru

VARVARA N. SHCHUKINA

E-mail: fristnotbarbara@gmail.com

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

Modern transport means are equipped with navigation and on-board equipment. Navigation equipment provides operator with navigation data: location, travel direction and speed. However, these data are not sufficient for monitoring the quality of vehicle movement. Modern vehicles are equipped with various sensors for monitoring their technical condition. It is necessary to monitor the technical condition of machinery. This monitoring should be carried out in the vehicle management system in a real-time mode. Without monitoring of the connection between a vehicle's technical parameters and space-time data of its movement based on digitized map coordinates it is impossible for the maintenance service to obtain actual data on a vehicle's operating condition. Moreover, the control subject model cannot predict a possibility of deviations for technical reasons in the scheduled operating process and find solutions to prevent them and adjust the driver's tasks. The requirements for the control system are as follows: to find an optimal operational plan for the machinery operation, to organize the execution of operational work plans, to monitor the machine driving quality and its technical conditions in a real-time mode, to predict deviations in the quality of schedule performance and machinery technical condition, to find solutions to prevent deviations, and to take preventive measures. As an example of the warning system operation, the authors consider an intelligent system of the engine operation control. Implementing a warning diagnostic system will ensure real-time monitoring of sensor indicators and the prediction of a need for repair. The paper also considers cause-and-effect relationships between technical parameters of an engine and space-time data of the machine driving.

Key words: operating plan of vehicle operation, engine operation control, vehicle monitoring, engine's technical condition monitoring.

References

1. Shul'ga Ye.F. Navigatsionnyye dannyye kak obratnaya svyaz' v optimizatsii protsessov i resheniy: Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Fundamental'nyye problemy nauki", 1 sentyabrya 2016. Ch. 2 [Navigation data as a feedback in the optimization of processes and solutions: a collection of papers of the International Scientific and Practical Conference "Fundamental Problems of Science", September 1, 2016, Part 2]. Ufa, AETERNA, 2016. Pp. 55-58. (In Rus.)
2. Shul'ga Ye.F., Kupriyanov A.O., Khlyustov V.K., Balabanov V.I., Zeyliger A.M. Upravleniye sel'khozpredpriyatiyem s ispol'zovaniyem kosmicheskikh sredstv navigatsii (GLONASS) i distantsionnogo zondirovaniya Zemli: Monografiya [Management of an agricultural enterprise using space navigation aids (GLONASS) and remote sensing of the Earth: Monograph]. Moscow, RGAU-MSKhA, 2016, 282 p. (In Rus.)
3. Devyanin S.N., Shchukina V.N. Upravleniye v razlichnykh sredakh [Management in various environments]. *Kontsept*. Moscow, Kontsept, 2016. 62 p. (In Rus.)
4. Devyanin S.N., Shchukina V.N. Sistemy upravleniya dvigatelem [Engine management systems]. *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskyy zhurnal*, 2015, No. 6. 62 p. (In Rus.)
5. Kompaniya "Impul's-GLONASS" [site]. URL: <http://www.24glonass.ru>. (In Rus.)
6. Sosnin D.A., Yakovlev V.F. Noveyshiye avtomobil'nyye elektronnyye sistemy [The brand-new automobile electronic systems]. Moscow, SOLON-Press, 2005. 240 p. (In Rus.)
7. GOST R54030-2010. Sistemy informatsionnogo soprovozhdeniya i monitoringa gorodskikh i prigorodnykh avtomobil'nykh perevozkop opasnykh грузов. Trebovaniya k arkhitekture, funktsiyam i reshayemym zadacham. Data vvedeniya v deystviye 01.12.2011 [Systems of information support and monitoring of urban and suburban road transport of dangerous goods. Requirements for architecture, functions and tasks to be solved. Date of enactment 01.12.2011]. (In Rus.)
8. Shul'ga Ye.F. Model' upravleniya kachestvom perevozkop грузов v rezhime real'nogo vremeni: Monografiya [Model of quality management of cargo transportation in a real-time mode (Monograph)]. Moscow, Izdatel'stvo RGAU-MSKhA, 2015, 85 p. (In Rus.)
9. Shul'ga Ye.F. Protsses prinyatiya resheniy s ispol'zovaniyem navigatsionnykh dannykh [Decision making using navigation data]: Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Fundamental'nyye problemy nauki", 1 sentyabrya 2016. Part 2. Ufa, AETERNA, 2016. Pp. 58-61. (In Rus.)
10. Borshchenko YA.A., Vasil'yev V.I. Elektronnyye i mikroprotssessornyye sistemy avtomobiley: Uchebnoye posobiye [Electronic and microprocessor systems of cars: Study manual]. Kurgan, Kurganskiy gos. un-t, 2007, 207 p. (In Rus.)
11. Khryashchov YU.Ye., Tikhomirov M.V., Yepaneshnikov D.A. Algoritmy upravleniya dvigatelyami vnutrennego sgoraniya: Monografiya [Algorithms for controlling internal combustion engines: Monograph]. Yaroslavl', Izd-vo YAGTU, 2014, 204 p. (In Rus.)

Received on June 21, 2017