

УРОВЕНЬ ИНФОРМАЦИОННОГО СИГНАЛА ОТ ДАТЧИКА ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОРШНЯ ГИДРОПОДЖИМНОЙ МУФТЫ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ЕЕ ИЗНОСА И ВЕЛИЧИНЫ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Докт. техн. наук, доц. КАРПИЕВИЧ Ю. Д.¹⁾, инж. БОНДАРЕНКО И. И.²⁾

¹⁾ *Белорусский национальный технический университет,*

²⁾ *Белорусский государственный аграрный технический университет*

E-mail: irinabondarenko1980@mail.ru

В условиях рыночных отношений одной из основных задач, стоящих перед промышленностью Республики Беларусь, является повышение технического уровня, надежности и конкурентоспособности колесных и гусеничных машин. Бортовое диагностирование улучшает качество колесных и гусеничных машин, повышает надежность их агрегатов и узлов. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта, а также эпизодический характер контрольно-диагностических работ не могут обеспечить требуемого уровня технического состояния колесных и гусеничных машин, так как не учитывают индивидуальные особенности каждой машины, условия ее эксплуатации и проведенные ранее ремонтные воздействия. Один из путей решения проблемы – разработка методов бортового диагностирования технического состояния силовых агрегатов колесных и гусеничных машин, позволяющих перейти к техническому обслуживанию по фактической потребности и за счет этого исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации неисправной машины, а с другой – необоснованные материальные и трудовые затраты при преждевременном обслуживании.

Бортовое диагностирование силовых агрегатов и, в частности, гидроподжимных муфт коробок передач должно обеспечить высокую безопасность движения. Использование уровня информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня гидроподжимной муфты коробки передач позволит оперативно в любой период эксплуатации тракторов «Беларус» определять остаточный ресурс фрикционных дисков, а также прогнозировать время их замены.

Ключевые слова: бортовое диагностирование, информационный сигнал, датчик линейного перемещения поршня, гидроподжимная муфта коробки передач.

Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 10 назв.

LEVEL OF INFORMATION SIGNAL FROM LINEAR DISPLACEMENT TRANSDUCER FOR PISTON OF GEARBOX HYDRO-PRESSING CLUTCH AS COEFFICIENT OF WEAR AND VALUE OF RESIDUAL OPERATING TIME

KARPIEVICH Yu. D.¹⁾, BONDARENKO I. I.²⁾

¹⁾ *Belarusian National Technical University,*

²⁾ *Belarusian State Agrarian Technical University*

In the context of market relations one of the main challenges facing the industry of the Republic of Belarus is to raise a technical level, reliability and competitiveness of wheeled and tracked vehicles. On-board diagnostics improves quality of wheeled and tracked vehicles, increases reliability of their aggregates and units. Scheduled preventive maintenance and repair system as well as sporadic control and diagnostic works can not provide the required level of technical state of wheeled and tracked vehicles because the procedures do not take into account individual peculiarities of each machine, its operational conditions and previously conducted repair measures. One of the ways to solve the problem is to develop onboard diagnostic methods for technical state of powertrain wheeled and tracked vehicles that permit to carry out maintenance at actual requirements. Following this approach it will be possible, firstly, to exclude failed machine operation and, secondly, unjustified material and labour costs in case of untimely maintenance.

On-board diagnostics of power units and, in particular, gearbox hydro-pressing clutches must ensure high rate of road traffic safety. Usage of an information signal from linear displacement transducer for a piston of gearbox hydro-pressing clutch will make it possible timely to determine residual operation time of friction disks at any operational period of "Belarus" tractor and also forecast time when it is necessary to substitute them.

Keywords: on-board diagnostics, information signal, linear displacement transducer for piston, gearbox hydro-pressing clutch.

Fig. 3. Tab. 1. Ref.: 10 titles.

Введение. Предлагаемая методика устанавливает объем и методы бортового диагностирования технического состояния гидроподжимных муфт коробок передач тракторов марки «Беларус» в части оценки степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков. Для этого используется информационный сигнал от датчика линейного перемещения поршня с целью определения степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, что позволяет оперативно в любой период эксплуатации трактора определить остаточный ресурс дисков, а также прогнозировать время их замены.

Целью испытаний являлось экспериментальное определение на стенде уровня информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня, соответствующего предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, и применение его в дальнейшем в качестве показателя степени износа фрикционных дисков при бортовом диагностировании технического состояния гидроподжимных муфт коробок передач тракторов [1–10]. Объем испытаний изложен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики
Износные испытания фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач на стенде	4
Экспериментальная проверка бортового диагностирования степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач на тракторе	5

Износные испытания фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач на стенде. Испытания по определению уровня информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня, соответствующего предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач, проводили на инерционном стенде С146, схема которого показана на рис. 1, по оговоренной заданием на испытания от 11.01.2010 (№ 7221) методике.

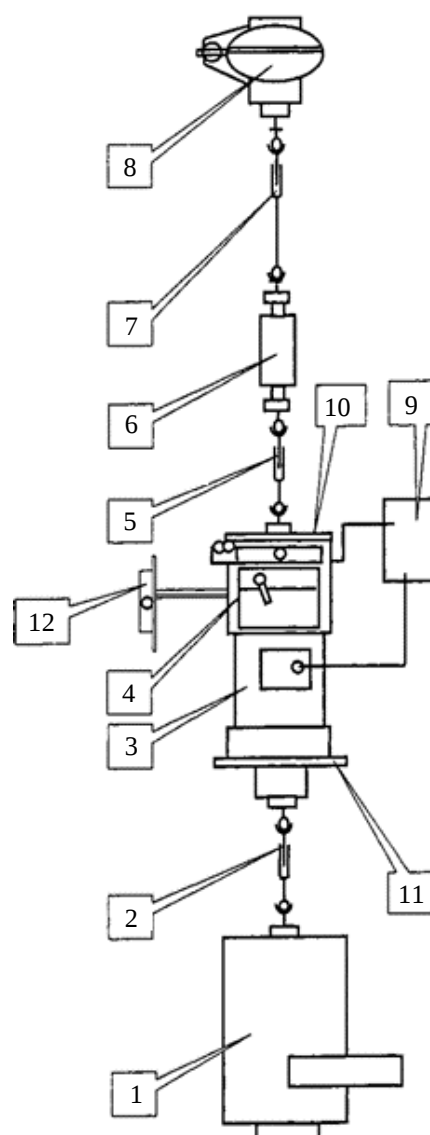


Рис. 1. Схема стенда для испытаний коробки передач 2103-1700010: 1 – балансирующая машина; 2, 5, 7 – карданные валы; 3 – корпус муфты сцепления; 4 – коробка передач; 6 – датчик вращающего момента; 8 – нагрузочный механизм (гидравлический тормоз); 9 – бак системы охлаждения; 10, 11 – задняя и передняя стойки; 12 – пульт управления

Коробка передач 2103-1700010 гусеничного трактора «Беларус-2103» приведена на рис. 2.

В качестве фрикционных дисков гидроподжимных муфт переключения передач использовали диски 696392АОс с фрикционным материалом MF721 фирмы MIBA FRICTEC (Австрия). Качество дисков определяли по фрикционным свойствам и линейному износу. Коробку передач заправляли маслом М10Г₂ по ГОСТ 8581–78.

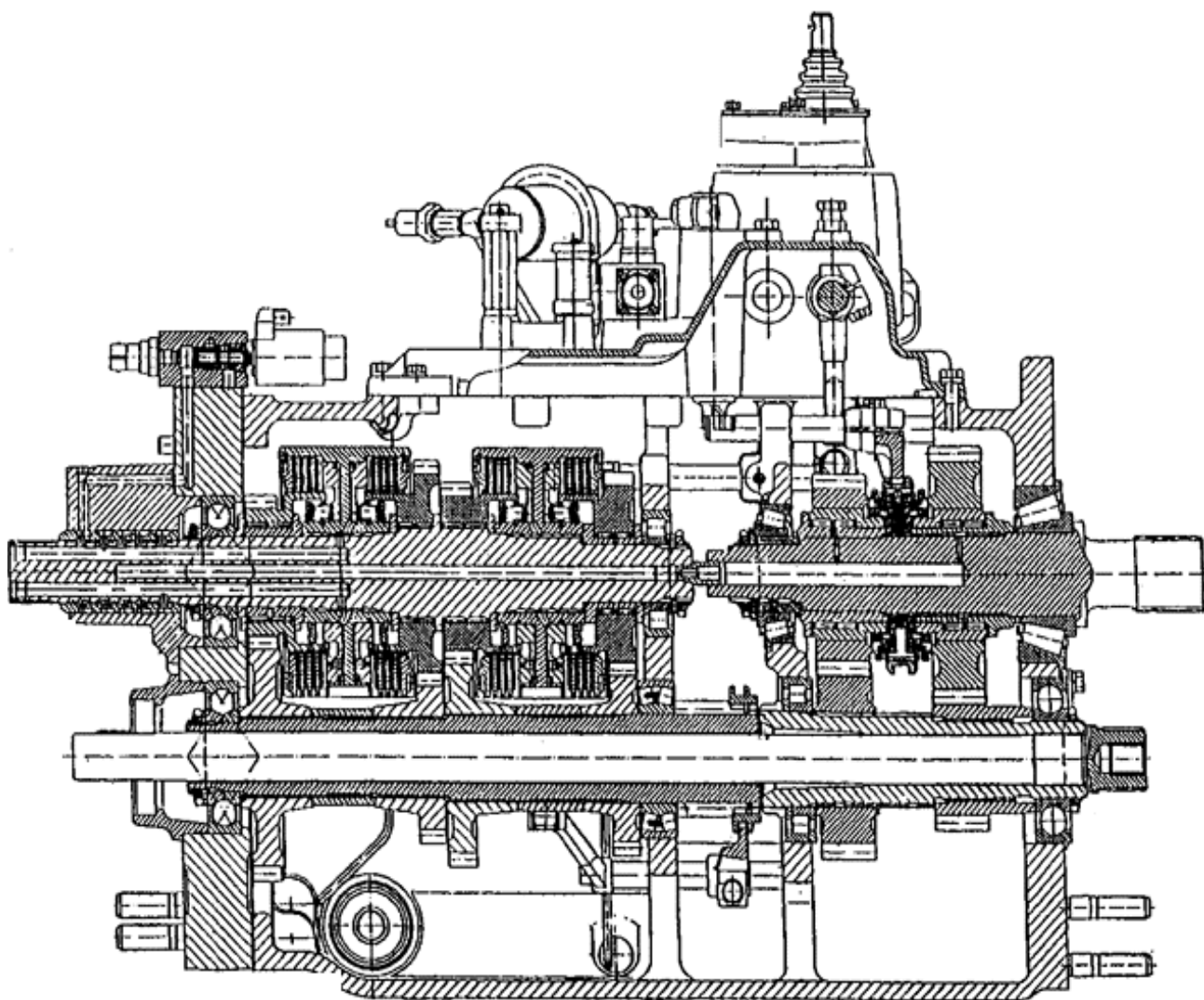


Рис. 2. Коробка передач 2103-1700010

Балансирную машину IDS 1036 мощностью 236 кВт использовали в качестве привода, гидротормоз HS-250 с поглощаемой мощностью 250 кВт – как нагружающее. В испытаниях с помощью измерительной аппаратуры определяли следующие показатели:

- крутящий момент на валу балансирной машины регистрировали с помощью весовой головки ZDI (диапазон измерения от 0 до 1000 Н·м; погрешность измерения ± 25 Н·м);
- частоту вращения вала балансирной машины регистрировали с помощью цифрового прибора ХР 1206 А (диапазон измерения от 0 до 4000 об/мин; погрешность измерения ± 20 об/мин);
- давление масла в системе управления фрикционами КП замеряли манометром МТП-100 по ГОСТ 2405–80 (класс точности 2,5; пределы измерения от 0 до 2,5 МПа);
- давление масла в системе смазки замеряли манометром МТП-160 по ГОСТ 2405–80 (класс точности 1,5; пределы измерения от 0 до 1,6 МПа);
- температуры рабочих жидкостей в испытуемой и стендовых трансмиссиях замеряли по ГОСТ 9736–91 при помощи дистанционного термометра, состоящего из милливольтметра Ш 4501 (пределы измерения от 0 до 300 °С, класс точности 1,5) и хромель-копелевой термопары;

- давление в каналах управления муфтами фрикционов регистрировали с помощью датчиков давления Р9-НВМ (диапазон измерения 0–5 МПа; класс точности 0,5);

- частоты вращения ведущих и ведомых частей стенда измеряли датчиками импульсов ДКП-11;

- крутящий момент на выходном валу КП регистрировали с помощью датчика Т2-5 (номинальный измеряемый крутящий момент 5 кН·м; класс точности 0,2); крутящий момент на валу балансирной машины – с помощью весовой головки ZDI (диапазон измерения от 0 до 1000 Н·м; погрешность измерения ± 25 Н·м);

- толщину ведомого диска (при определении линейного износа материала накладок) измеряли микрометром МК-25-1 по ГОСТ 6507–90 (погрешность измерения ± 2 мкм).

При записи параметров использовали усилитель KWS 521A и контроллер-регистратор в комплекте с персональным компьютером. Управление работой стенда, сбор и обработку информации, построение графиков осуществляли с автоматизированного рабочего места испытателя программируемым контроллером С12 фирмы OMRON (Япония). Эксперименты проводили методом многократных циклов включений гидроподжимных муфт коробки передач. Испытания фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач на стенде закончили их предельно допустимым износом с фиксацией уровня информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня L_0 для каждой муфты.

Экспериментальная проверка бортового диагностирования. Трактор, предназначенный для испытаний, выбирали исправным, укомплектованным, заправленным горюче-смазочными материалами в соответствии с нормативной технической документацией. Состояние трактора, его агрегатов и узлов соответствовало технической документации завода-изготовителя, а техническое обслуживание и эксплуатационные материалы – инструкции по эксплуатации, давление в шинах – требованиям эксплуатационной документации.

Испытания проводили на тракторе без нагрузки и с полной нагрузкой в реальных условиях его эксплуатации. Трактор, предназначенный для испытаний, оборудовали бортовой системой контроля степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач, структурная схема которой показана на рис. 3. Система контроля при бортовом диагностировании степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач начинала свою работу при включении бортовой сети трактора. При этом производили контроль информационных сигналов от датчиков линейного перемещения поршня гидроподжимных муфт коробки передач по определенному алгоритму. Выполняли контрольные включение и выключение гидроподжимных муфт, чтобы убедиться в исправности системы контроля степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач. Температура окружающего воздуха была в пределах от минус 20 до плюс 30 °С.

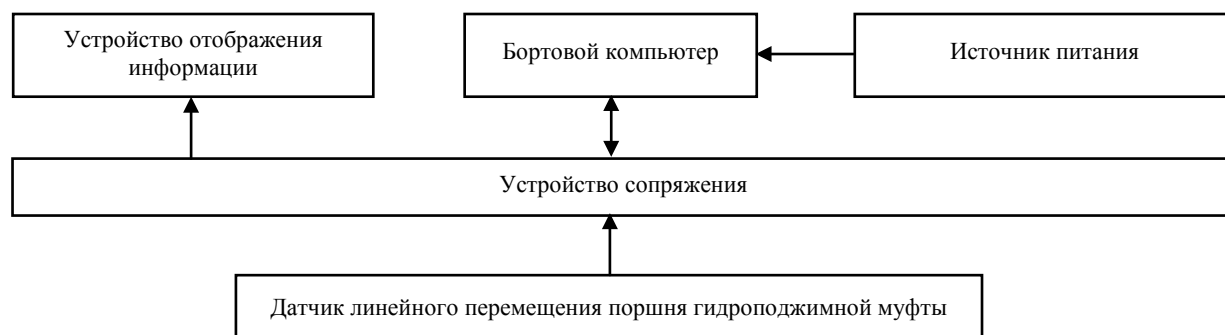


Рис. 3. Структурная схема бортовой системы контроля степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробки передач

Бортовой компьютер определял степень износа и величину остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт и выдавал сообщение на устройство отображения информации после каждого включения и выключения муфт путем обработки следующей математической зависимости:

$$\Delta = \frac{L}{L_0} \cdot 100 \%,$$

где L – текущий уровень информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня гидроподжимной муфты; L_0 – уровень информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня, соответствующий предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты.

После достижения на борту трактора гидроподжимной муфтой уровня информационного сигнала, соответствующего предельно допустимому износу фрикционных дисков, на устройстве отображения информации появлялся сигнал о замене данной муфты.

ВЫВОД

Использование уровня информационного сигнала от датчика линейного перемещения поршня гидроподжимной муфты коробки передач позволит оперативно в любой период эксплуатации тракторов «Беларус» определять остаточный ресурс фрикционных дисков, а также прогнозировать время их замены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпиевич, Ю. Д. Работа трения как интегральный показатель степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач / Ю. Д. Карпиевич, В. Б. Ловкис, И. И. Бондаренко // Наука и техника. – 2014. – № 2. – С. 32–35.
2. Метод диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач колесных и гусеничных машин / Ю. Д. Карпиевич [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову и В. А. Скотникову. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 66–70.
3. Устройство прогнозирования степени износа и величины остаточного ресурса тормозных накладок каждого

колеса транспортных и тяговых машин: пат. Респ. Беларусь 9122: МПК В60 Т17/22, G01М17/00 / Ю. Д. Карпиевич, В. Е. Тарасенко, Н. Н. Романюк; дата публ.: 2013.01.03.

4. Работа трения как интегральный показатель степени износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления колесных и гусеничных машин / Ю. Д. Карпиевич [и др.] // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГАТУ, 2013. – Ч. 2. – С. 125–128.

5. Опанович, В. А. Технология диагностирования машин / В. А. Опанович, Ю. Д. Карпиевич // Наука и техника. – 2012. – № 2. – С. 42–52.

6. Опанович, В. А. Роль и место диагностирования машин при их технической эксплуатации / В. А. Опанович, Ю. Д. Карпиевич // Вестник БНТУ. – 2011. – № 2. – С. 51–54.

7. Опанович, В. А. Диагностирование технического состояния автомобилей / В. А. Опанович, Ю. Д. Карпиевич, Г. П. Грибко // Вестник БНТУ. – 2010. – № 5. – С. 49–53.

8. Карпиевич, Ю. Д. Метод определения численного значения работы трения как интегрального показателя при бортовом диагностировании степени износа тормозных накладок / Ю. Д. Карпиевич // Вестник БНТУ. – 2009. – № 6. – С. 88–90.

9. Карпиевич, Ю. Д. Микропроцессорная система бортового диагностирования степени износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления / Ю. Д. Карпиевич // Вестник БНТУ. – 2007. – № 6. – С. 76–78.

10. Карпиевич, Ю. Д. Развитие систем бортового диагностирования автомобилей / Ю. Д. Карпиевич, А. И. Гришкевич. – Минск, 1994. – 17 с.

REFERENCES

1. Karpievich, Yu. D., Lovkis, V. B., & Bondarenko, I. I. (2014) Friction as an Integral Indicator of Wear-Out Rate for Frictional Disks of Gearbox Hydro-Pressing Clutches. *Nauka i Tekhnika* [Science and Technique], 2, 32–35 (in Russian).
2. Karpievich, Yu. D., Zhukovskii, Iu. M., Bondarenko, I. I., & Mal'tsev, N. G. (2013) Method for Diagnosis of Wear-Out Rate for Frictional Disks Hydroporini Clutch Gearboxes Wheeled and Tracked Vehicles. *Scientific and Technical Progress in Agricultural Industry. Proceedings of International Scientific and Practical Conference Dedicated to Prof. D. A. Tchudakov and Prof. V. A. Skotnikov, Leading Scientists of the Belarusian State Agrarian Technical University, who Have Created a Scientific School on Automotive and Tractor Construction*. Minsk: Belarusian State Agrarian Technical University, 66–70 (in Russian).
3. Karpievich, Yu. D., Tarasenko, V. E., Romaniuk, N. N. (2013) Device for Prediction of Wear-Out Rate and Value of Residual Operation Life for Brake Pads of Every Wheel of Transport and Traction Machines. Patent of the Republic of Belarus 9122 (in Russian).
4. Karpievich, Yu. D., Zhukovskii, Iu. M., Zakharov, A. V., & Mal'tsev, N. G. (2013) Friction as an Integral Indicator of Wear-Out Rate for Friction Pads of Clutch Driven Disk

of Wheeled and Tracked Vehicles. *Prospective Technologies and Technical Facilities in Agricultural Industry. Proceedings of International Scientific and Practical Conference. Part 2.* Minsk: Belarusian State Agrarian Technical University, 125–128 (in Russian).

5. **Opanovich, V. A., & Karpievich, Yu. D.** (2012) Technology for Machine Diagnosis. *Nauka i Tekhnika* [Science and Technique], 2, 42–52 (in Russian).

6. **Opanovich, V. A., & Karpievich, Yu. D.** (2011) Role and Place of Machine Diagnosis During Their Technical Operation. *Vestnik BNTU* [Bulletin of the Belarusian National Technical University], 2, 51–54 (in Russian).

7. **Opanovich, V. A., Karpievich, Yu. D., & Gribko, G. P.** (2010) Diagnostics of Vehicle Technical States. *Vestnik BNTU* [Bulletin of the Belarusian National Technical University], 5, 49–53 (in Russian).

8. **Karpievich, Yu. D.** (2009) Method for Numerical Value Determination of Friction as an Integral Indicator During On-Board Diagnostics of Brake Pad Wear-Out Rate. *Vestnik BNTU* [Bulletin of the Belarusian National Technical University], 6, 88–90 (in Russian).

9. **Karpievich, Yu. D.** (2007) Microprocessor System for On-Board Diagnostics of Friction Pad Wear-Out Rate of Clutch Driven Disk. *Vestnik BNTU* [Bulletin of the Belarusian National Technical University], 6, 76–78 (in Russian).

10. **Karpievich, Yu. D., & Grishkevich, A. I.** (1994) Development of Vehicle On-Board Diagnostic Systems. Minsk. 17 p. (in Russian).

Поступила 20.05.2015

УДК 656.1

БЕЛАРУСЬ НА ПОРОГЕ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Докт. техн. наук, проф. ГРАБАУРОВ В. А.

Белорусский национальный технический университет

E-mail: vgrabaurov@yandex.ru

В статье расшифровано понятие интеллектуальных транспортных систем, показана их выгода в решении различных задач: безопасности движения, увеличения скорости, улучшения экологии, разгрузки городских территорий, повышения комфорта и др. Интеллектуальные транспортные системы охватывают все виды транспорта и элементы системы транспортировки: транспортные средства, инфраструктуру, динамически взаимодействующих водителей или пользователей. Информация составляет основу интеллектуальных транспортных систем, будь то статические или оперативные транспортные данные или цифровые карты. Такие системы могут предоставить информацию в реальном времени о текущих положениях в сети или онлайн-информацию для планирования поездки. Кроме перечисленных возможностей интеллектуальных транспортных систем в решении современных транспортных проблем, рассмотрены факторы комфорта, а также их технологии, логическая и физическая архитектура, производительность и эксплуатационная эффективность.

Проведен анализ развития интеллектуальных транспортных систем в мире: в США, Европейском союзе и России. Охарактеризован начальный этап создания интеллектуальных транспортных систем по опыту различных государств, описаны мифы и реалии формирования таких систем в странах с переходной экономикой. Проанализированы особенности развития интеллектуальных транспортных систем в Беларуси, даны рекомендации о практических шагах по созданию белорусской интеллектуальной транспортной системы. Для Беларуси при создании интеллектуальных транспортных систем основной является не техническая, а институциональная проблема. Необходимо объединить усилия государственных, научных, производственных, коммерческих и академических структур в единую команду для ее решения.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, логическая архитектура, физическая архитектура, технологии интеллектуальных транспортных систем.

Ил. 2. Библиогр.: 10 назв.