

УДК: 625.17.1:656.13.1

## ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

**Коваленко Н.И.** д.т.н., профессор, E-mail: kni50@mail.ru,  
**Мочалов Н.А.**, аспирант, E-mail: mochalov\_n.a@internet.ru,  
РУТ (МИИТ), Москва, Россия,

### Аннотация

Рассматриваются основные аспекты эксплуатации высокоскоростного диагностического поезда, и его роли в обеспечении безопасности высокоскоростных железнодорожных магистралей. Приведены примеры диагностических поездов в различных странах. Рассмотрены технические устройства на высокоскоростном диагностическом поезде «IRIS 320». Выполнен анализ предполагаемого влияния высокоскоростного диагностического поезда на эффективность текущего содержания пути на ВСЖМ-1 Москва-Санкт-Петербург. Рассмотрен расчёт периодичности контроля рельсов на ВСЖМ-1 неразрушающими методами. Приведены рекомендации минимального и максимального количества проверок рельсов неразрушающими методами контроля. Рассмотрены технологические вызовы, с которыми придется столкнуться при внедрении высокоскоростного диагностического поезда на ВСЖМ-1 и описаны проблемы в случае отказа от данной технической единицы.

**Ключевые слова:** высокоскоростная железнодорожная магистраль; техническое обслуживание; высокоскоростной диагностический поезд; мониторинг и инспекция.

## FEATURES OF MONITORING HIGH-SPEED RAIL LINES

**Kovalenko N.I.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, RUT (MIIT)  
E-mail: kni50@mail.ru  
**Mochalov N.A.** postgraduate student, RUT (MIIT),  
E-mail: mochalov\_n.a@internet.ru

### Annotation

The main aspects of the operation of a high-speed diagnostic train and its role in ensuring the safety of high-speed railways are considered. Examples of diagnostic trains in different countries are given. The technical devices on the high-speed diagnostic train "IRIS 320" are considered. The analysis of the expected impact of the high-speed diagnostic train on the efficiency of the current maintenance of the track on the VSZHM-1 Moscow-St. Petersburg is carried out. The calculation of the frequency of rail monitoring on the VSZHM-1 by non-destructive methods is considered. Recommendations for the minimum and maximum number of inspections of rails by non-destructive testing methods are given. The technological challenges that will have to be faced when implementing a high-speed diagnostic train on the VSZHM-1 are considered and the problems in case of abandonment of this technical unit are described.

**Keywords:** high-speed railway; maintenance; high-speed diagnostic train; monitoring and inspection.

## Введение

Высокоскоростная железнодорожная магистраль Москва – Санкт-Петербург, (ВСЖМ-1), запланированная к вводу в эксплуатацию в 2030 году, станет одним из важнейших инфраструктурных проектов России. Она обеспечит новый уровень пассажирских перевозок, сократив время в пути между двумя крупнейшими городами страны до 2 часов 15 минут [1]. Однако строительство и эксплуатация таких магистралей сопряжены с высокими требованиями к техническому состоянию пути, контактной сети и других элементов инфраструктуры, поскольку на инфраструктуру ВСЖМ-1 оказывают воздействие значительные динамические нагрузки, возникающие при движении поездов со скоростями свыше 200 км/ч [2, 3]. При эксплуатации железных дорог с высокими скоростями и высокой интенсивности движения подвижного состава необходимо внедрение передовых технологий мониторинга и диагностики, позволяющих своевременно выявлять дефекты и повреждения [4, 5].

Целью работы является рассмотрение мобильных технических средств для мониторинга и диагностики верхнего строения пути (далее ВСП), количества проверок для своевременного обнаружения неисправностей и потребного количества данных технических единиц на линию ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург.

Одним из технологических решений для обеспечения надежности и безопасности движения поездов на высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва - Санкт Петербург (ВСЖМ-1) является внедрение высокоскоростных диагностических поездов, которые способны выявлять неисправности на ранних стадиях. Это позволит обеспечить устойчивую эксплуатацию высокоскоростной железнодорожной магистрали и оптимизировать техническое обслуживание [6].

Актуальность работы обусловлена тем, что впервые на отечественных железных дорогах принято решение о строительстве новой магистрали для движения со скоростями более 250 км/ч, что безусловно является новым технологическим вызовом. Несомненно, проблемы качества и количества диагностики и проверок ВСП выходят на новый уровень и играют ключевое значение в обеспечении надёжности, устойчивой работы и безопасной эксплуатации ВСЖМ-1 Москва – Санкт Петербург.

Необходимо в первую очередь рассмотреть международный опыт стран, которые имеют высокий уровень строительства и эксплуатации высокоскоростных железных дорог (далее ВСМ) и провести сравнение существующего опыта Российских железных дорог, посвящённые вопросам диагностики ВСМ и управления его состоянием [7, 8].

Данная статья посвящена анализу опыта других стран по оценке потребного количества мобильных технических средств их технико-эксплуатационных особенностей для диагностики и мониторинга ВСП применительно к ВСЖМ-1 Москва-Санкт-Петербург. Статья имеет рекомендательный характер.

## 1. Материалы и методы

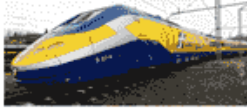



Как правило, страны с развитой инфраструктурой ВСМ используют два типа мобильных технических средств для диагностики ВСП: высокоскоростные диагностические поезда (далее ВДП) и технические автомотрисы [9]. Высокоскоростной диагностический поезд является ключевой технической единицей для диагностики и мониторинга путевой инфраструктуры. Например, Китай, имеющий наибольшую протяжённостью ВСМ, в своем парке имеет высокоскоростные диагностические поезда различных модификаций, которые различаются по скорости диагностики,

применения в различных климатических зонах и других факторов [10]. Эти поезда оснащены современными системами мониторинга, позволяющими в режиме реального времени собирать данные о состоянии путевой инфраструктуры.

Главной особенностью применения ВДП является диагностика верхнего строения пути в дневное время в промежутках между коммерческими поездами при скорости их движения аналогичной скорости высокоскоростного поезда, тем самым обеспечивая их бесперебойную работу. Такой режим диагностики позволяет получать больше времени на устранение обнаруженной неисправности в ночное время. Поезд диагностирует более сотни различных параметров, что в электронном виде составляет от 5 до 6 терабайт необходимых сведений. Чтобы избежать электромагнитных помех вся информация передаётся в централизованную систему по оптоволоконной сети для обеспечения большей надёжности. В таблице 1 приведены примеры высокоскоростных инспекционных поездов, эксплуатирующиеся в различных странах.

На примере французского поезда «IRIS-320» можно получить некоторые представления об организации работы и получаемых результатах путеизмерительных и диагностических систем, установленных в высокоскоростном инспекционном подвижном составе [11].

Таблица 1. Высокоскоростные инспекционные поезда, эксплуатирующиеся в различных странах

Название	Скорость	Периодичность диагностики	Составность
 <p>«Diamante 2.0» (Италия)</p>	До 300 км/ч	не реже одного раза в две недели	2 моторных и 8 прицепных вагонов
 <p>«IRIS320» (Франция)</p>	до 320 км/ч	не реже 15 дней	2 моторных и 8 прицепных вагонов
 <p>«CRCIT» (Китай)</p>	до 350 км/ч	не реже 15 дней	8 моторных вагонов
 <p>«Dr. Yellow» (Япония)</p>	До 270 км/ч	не реже 1 раза в 8-10 дней	7 моторных вагонов

В течение рабочего дня данным поездом можно получить информацию на полигоне до 1500 км длины ВСМ. Диагностическим комплексом инспекционного поезда оцениваются такие параметры, как геометрия пути, сигнализация, одновременно производится диагностика контактной сети и связь.

Поезд «IRIS-320» оснащен 75 датчиками, которые приводятся в действие во время движения. На крыше вагонов установлены два купола для мониторинга контактной сети, 13 антенн (4G, GPS, GSM-R) и 17 измерительных систем. Поезд оборудован системами локализации, состоящих из датчиков обеспечивающих выявление дефектов и неисправностей с точностью до 5 метров [12].

Далее используются сокращения: УЗВД-ультразвуковые вагоны-дефектоскопы; МВД- магнитные вагоны-дефектоскопы; УЗАМД-ультразвуковые дефектоскопные автотрисы; САМД- совмещенные дефектоскопные автотрисы; СВД-совмещенные вагоны-дефектоскопы; ОДР- острodefектный рельс.

На рисунке 1 показана схема расположения вагонов и датчиков.



Рисунок 1. Схема расположения вагонов и датчиков «IRIS-320»

В отличие от различных стран, имеющих ВСМ, где ВДП является одной из ключевых технических единиц для диагностики и мониторинга путевой инфраструктуры в дневное время, в России с 2015 года на высокоскоростном подвижном составе (далее ПС «Сапсан») используется автономная информационно – измерительная система (далее ИИС) [13]. Интеграция данной системы в ПС «Сапсан» позволяет совершать диагностику ВСП, не занимая дополнительную нитку графика движения поездов, как это выполняется при применении ВДП.

Следует отметить, что компания «НПЦ ИНФОТРАНС» по заказу ОАО «РЖД» модернизирует ИИС. Данная модернизация будет выполняться в рамках подготовки диагностики нового поколения для ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург, где движение ПС «Сапсан» будет осуществляться при скорости до 360 км/ч.

Внедрение высокоскоростного диагностического поезда для ВСЖМ-1 представляет важные преимущества, которые невозможно достичь традиционными методами диагностики.

Техническое обслуживание ВСЖМ-1 планово-предупредительного характера, в основном, будет происходить в ночное время. Для этого необходимо выполнить требуемую диагностику, получить сведения о неисправностях и нарушениях и только потом осуществлять техническое обслуживание. Без использования высокоскоростного диагностического поезда оперативно получить необходимую информацию, практически, невозможно.

В результате проходов высокоскоростного диагностического поезда, информация о наличии дефектов и повреждений будет передаваться в дневное время, не мешая движению коммерческих поездов. Таким образом, в ночное время не требуется выполнять диагностику путей, а сразу можно приступить к устранению неисправностей. Характер таких путевых работ можно будет рассматривать как оперативных, что позволит своевременно обслуживать высокоскоростную железнодорожную магистраль.

Отказ от использования высокоскоростного диагностического поезда на ВСЖМ-1 приведет к значительным эксплуатационным и экономическим проблемам. Прежде всего, отсутствие такой технической единицы диагностики пути увеличит зависимость от ручных методов диагностики, которые потребуют значительных временных и трудовых ресурсов. Также это приведет к увеличению затрат на техническое обслуживание из-за необходимости более частых инспекций и внеплановых ремонтов.

В настоящее время предприятием АО «Фирма ТВЕМА» ведутся разработки отечественного поезда для мониторинга и диагностики путей на ВСЖМ-1 «Пионер-Интеграл-002», решающего следующие задачи:

- Рельсовая дефектоскопия;
- Контроль геометрии пути и рельсов;
- Визуальное обнаружение дефектов;
- Контроль габарита приближения строений;
- Контроль устройств автоматики и телемеханики;
- Контроль радиосвязи;
- Контроль состояния балластного слоя и основной площадки земляного полотна;
- Контроль контактной сети (КС).

Функциональные возможности комплекса «Пионер-Интеграл-002», обеспечивают инспекцию и мониторинг не хуже зарубежных высокоскоростных автомотрис (диагностических поездов) [14]. Кроме того, мировой опыт показывает, что данные автомотрисы используются для диагностики ВСП на основании сбора данных после пропуска высокоскоростного диагностического поезда.

На отечественных линиях ВСМ проводить диагностику и мониторинг путевой инфраструктуры предполагается осуществлять разрабатываемым отечественным ПС с модернизированной ИИС. Для определения потребного количества единиц ИПС на ВСЖМ-1 необходимо учитывать:

- Длину линии;
- Скорость диагностики;
- Частоту проверок.

Рассмотрим примеры определения количества высокоскоростных диагностических поездов (ВДП) в различных странах:

1. В Китае формируется один ВДП на 1000-1500 км протяжённости высокоскоростной линии. В расчётах учитывается коэффициент интенсивности  $K_{\text{инт}}$  перевозочного процесса. Например, при интенсивности движения поездов  $\leq 200$  пар высокоскоростных поездов в сутки  $K_{\text{инт}} = 1.0$  (+ один резервный). При движении  $> 200$  пар поездов в сутки,  $K_{\text{инт}} = 1,5$  (+один резервный ВДП);

2. Япония использует один ВДП на 500 км (+1 резерв).

Проанализировав опыт различных стран, можно сделать предположение, что для отечественных условий эксплуатации потребуется ПС оснащённых ИИС в количестве двух единиц для мониторинга и диагностики ВСЖМ-1.

Для определения потребного количества ПС оснащённых ИИС, также следует учитывать следующие параметры: длина линии, скорость диагностики, длительность ночного окна, частота проверок и резерв на ремонты. В таблице 2 представлены примеры применяемого количества автомотрис на линиях ВСМ в различных странах. Проанализировав таблицу 2 можно сделать вывод, что различные страны используют зонирование линии. Разделение происходит в соотношении 200-250 км на 1 автомотрису. Следовательно, можно сделать вывод, что для ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург, длинна которой будет составлять 679 км, потребуется минимум 3 автомотрисы.

Таблица 2. Потребное количество автотрис на линию ВСМ в различных странах

Страна	Линия	Длина (км)	Автотрисы (шт.)
Китай	Пекин – Шанхай	1318	6
Япония	Токайдо-Синкансэн	515	3
Франция	LGV Sud-Est	409	2

## 2. Расчет периодичности контроля рельсов на ВСЖМ-1 неразрушающими методами

Расчёты распространяются на средства дефектоскопии – съёмные и мобильные дефектоскопы для неразрушающего контроля рельсов в пути и элементов стрелочных переводов и устанавливается алгоритм расчета периодичности проверки и межконтрольных интервалов.

При выполнении данной работы за основу принята Методика определения периодичности контроля рельсов, разработанная Главным управлением пути и сооружений ОАО «РЖД» (ЦП) [15].

На основании данных журнала учета покилометрового выхода ОДР по участкам контроля по формуле (1) определяется среднее значение выхода ОДР  $\bar{P}$ , шт./км, за предыдущие 12 месяцев для каждого участка контроля

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{L}, \quad (1)$$

где  $P_i$  - количество ОДР, обнаруженных на контролируемом участке в течение  $n$  проверок за 12 предыдущих месяцев, шт.;  $n$  - количество проверок за 12 предыдущих месяцев;  $L$  - длина контролируемого участка или подучастка, км.

На участке проверяется наличие километров с повышенным выходом ОДР. Причиной такого выхода может быть плохое текущее содержание пути, заводские дефекты партии рельсов или другие эксплуатационные факторы. Определяются километры на основании данных журнала учета покилометрового выхода ОДР по участкам контроля и предельных значений выхода ОДР на километре участка контроля (таблица 3).

Таблица 3. Предельные значения выхода ОДР на километре участка контроля

Средний выход ОДР на 1 км пути за 12 мес. $\bar{P}$ , шт./км	Длина участка контроля $L$ , км										
	$\leq 5$	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
0,1-0,4	$> 1$										
0,5	$> 1$			$\geq 3$							
0,6	$> 1$		$\geq 3$				$\geq 4$				
0,7	$\geq 2$	$\geq 3$		$\geq 4$				$\geq 5$			
0,8	$\geq 2$	$\geq 3$	$\geq 4$		$\geq 5$						
0,9	$\geq 3$	$\geq 4$			$\geq 5$						
1,0	$\geq 3$	$\geq 4$	$\geq 5$		$\geq 6$				$\geq 7$		
2,0	$\geq 8$	$\geq 9$	$\geq 10$	$\geq 11$	$\geq 12$	$\geq 13$			$\geq 14$		

Промежуточные значения среднего выхода ОДР  $\bar{P}$  округляются в меньшую сторону.

Для участков, на которых за предыдущие 12 месяцев выход ОДР отсутствовал, в качестве  $\bar{P}$  принимается средний выход ОДР на один километр пути на других участках дороги с аналогичными значениями грузонапряженности и пропущенного тоннажа с момента укладки рельсов, при этом принимается  $P_{расч}$  не менее 0,1 шт./км в год. Число проверок в зимний и летний период ( $N_{зим}$ ,  $N_{л}$ ) и интервал между ними ( $T_{зим}$ ,  $T_{л}$ ) определяется исходя из  $P_{расч}$  минимальных зимних температур, типа и закалки рельсов, используемого дефектоскопического комплекса, наработки рельсов и грузонапряженности на участке контроля.

Общее расчетное число проверок  $N_{расч}$  за год определяется по формуле (2):

$$N_{расч} = N_{зим} + N_{л}. \quad (2)$$

Допускается отклонение от расчетных интервалов  $T_{зим}$  и  $T_{л}$  в пределах  $\pm 10\%$ . Летние проверки  $N_{л}$  проводятся, начиная с апреля, продолжительностью равной произведению  $N_{л} \times T_{л}$ .

При  $P_{расч}$  более 2 шт./км общее число проверок мобильными средствами дефектоскопии и съёмными дефектоскопами должно составлять 60 проверок в год.

При невозможности контроля рельсов съёмными ультразвуковыми дефектоскопами из-за низких температур (при температурах ниже  $-30^{\circ}C$ ) контроль осуществляют САМД, СВД только магнитным методом, а также натурным осмотром рельсов. При наступлении температур выше  $-30^{\circ}C$  должны быть проведены пропущенные проверки ультразвуковым и магнитным методами контроля, результаты которых учитываются при корректировке числа последующих проверок. В этом случае интервал в днях между проверками определяется по формуле (3):

$$T_{зим}^{ост} = \frac{T_{зим}(N_{зим} - N_{зим}^{вып}) - T_{-30^{\circ}C}}{(N_{зим} - N_{зим}^{вып})}, \quad (3)$$

где  $T_{зим}^{ост}$  - откорректированный интервал в днях между проверками с учетом пропущенных при низких температурах;  $N_{зим}^{вып}$  - количество проведенных проверок до наступления низких температур;  $T_{-30^{\circ}C}$  - продолжительность в днях периода низких температур.

### 3. Результаты

Минимальное число проверок в год должно быть не менее 6-ти (не реже одного раза в два месяца). Максимальное число ограничивается 60 проверками в год. На таких участках, с периодичностью контроля 60 раз в год, в зависимости от причин выхода ОДР в первоочередном порядке должны выполняться ремонтные работы, включая сплошную выправку пути и профильную шлифовку рельсов, а также сплошную замену рельсов [16].

Такие же мероприятия, но в плановом порядке, следует предусматривать на участках с устойчивым выходом ОДР, требующим проведения 37-60 проверок в год.

Для выявления опасных дефектов рельсов, обусловленных текущим содержанием пути, допускается увеличение количества проверок отдельных подучастков по показаниям вагона-путеизмерителя (при наличии просадок

третьей; четвертой степени).

#### 4. Обсуждение

К технологическим задачам развития диагностики и мониторинга для высокоскоростных магистралей отечественных железных дорог следует отнести разработку и внедрение технических устройств, позволяющих проводить ультразвуковую диагностику (или аналогичную) при скорости движения диагностических устройств более 200 км/ч, например: акселерометры, гироскопы, энкодеры и другие приборы.

Также важным требованием является адаптация технических устройств, которые будут размещены на высокоскоростном диагностическом поезде к климатическим условиям нашей страны, поскольку Россия отличается разнообразием климатических зон, что создает дополнительные требования к оборудованию. Системы мониторинга, такие как лазерные сканеры, датчики и камеры должны эффективно функционировать при экстремальных температурах, высокой влажности, обледенении и других факторах.

#### Выводы

Для безопасного движения высокоскоростных поездов на ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург особое внимание необходимо уделять методом неразрушающего контроля для своевременного обнаружения и оперативного устранения неисправностей, поскольку даже малейшее отклонение от нормативных требований может спровоцировать за собой серьезные последствия. Высокоскоростные диагностические поезда являются одним из ключевых элементов современной железнодорожной инфраструктуры, обеспечивающих безопасность, надежность и эффективность эксплуатации высокоскоростных железнодорожных магистралей.

Россия находится на этапе разработки и строительства ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург и имеет уникальную возможность адаптировать международный опыт и перенять передовые технологии.

Внедрение высокоскоростного диагностического поезда потребует решения ряда технологических и технических задач, однако успешное преодоление этих вызовов позволит не только повысить качество технического обслуживания высокоскоростной магистрали, но и укрепит позиции России, как одного из лидеров в области железнодорожного транспорта. Также это станет важным шагом на пути модернизации транспортной системы России в целом.

В статье рассмотрены мобильные технические средства для диагностики и мониторинга путевой инфраструктуры высокоскоростных магистралей, такие как ВДП и технические автотрисы. Приведены ВДП, применяемые в различных странах. На примере поезда «IRIS-320», показаны датчики и составность вагонов в поезде. Рассмотрен альтернативный вариант отечественных технологий мониторинга и диагностики ИИС. Определены основные функции автотрисы «Пионер-Интеграл-002». На основе анализа опыта различных стран предложено потребное количество мобильных технических средств и представлен расчет периодичности контроля рельсов неразрушающими методами.

## Список использованной литературы

1. В поисках высоких скоростей. Что значит ВСМ для России? / В.В. Косой, П.А. Лавриненко, Н.А. Макуцкий, М.С. Фадеев [и др.] – М.: Арт Продакшн, 2024. – 77 с.
2. Локтев Д.А., Быков Ю.А., Коваленко Н.И. Использование метода анализа размытия изображения для определения внешних дефектов железнодорожного пути // Наука и техника транспорта. №1. 2016. – С. 42 – 49.
3. Сычев В.П., Виноградов В.В., Быков Ю.А., Коваленко Н.И. Об автоматизированной технологии текущего содержания железнодорожного пути // Вестник МГСУ. №3. 2016. – С. 84-93.
4. Коваленко Н.И., Гринь Е.Н. Технология предотвращает угрозу// Мир транспорта. 2011. № 5. С. 138÷142.
5. Романов, И.А. Принципы оценки эффективности инновационных проектов в сфере транспорта // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 5 – С. 135-136.
6. Tsvetkov V. Ya. Opposition information analysis // European Journal of Technology and Design. – 2014. - Vol. (6), № 4, pp189-196.
7. Ефимов А.Н., Малинский С.В., Певзнер В.О. Исследование спектральных характеристик неровностей железнодорожного пути // Исследование взаимодействия пути и современного подвижного состава: межвузовский сборник научных трудов / ДИИТ. 1987. С. 45 – 52.
8. Певзнер В.О. Декоративность и стабильность пути//Путь и путевое хозяйство. 2005. №2. С. 23-26.
9. Detection and Maintenance for Railway Track Defects: A Review [Электронный ресурс] – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1140/1/012011/pdf>.
10. Development of track geometry inspection equipment for high-speed comprehensive inspection train in China [Электронный ресурс] – URL: <https://www.emerald.com/insight/2755-0907.htm>.
11. Track geometry monitoring using smartphones on board commercial trains [Электронный ресурс] – URL: [https://www.researchgate.net/publication/361137897\\_Track\\_geometry\\_monitoring\\_using\\_smartphones\\_on\\_board\\_commercial\\_trains](https://www.researchgate.net/publication/361137897_Track_geometry_monitoring_using_smartphones_on_board_commercial_trains).
12. IRIS-320 AN ESSENTIAL RECORDING TRAIN FOR MAINTENANCE [Электронный ресурс] – URL: [https://youngtransportpro.com/wp-content/uploads/2021/08/20\\_iris320.pdf](https://youngtransportpro.com/wp-content/uploads/2021/08/20_iris320.pdf).
13. Чекин А.А., Цифровая модель стрелочного перевода// Наука и образование транспорту. 2021. №2. С. 261÷265.
14. Nondestructive Testing Technologies for Rail Inspection: A Review [Электронный ресурс] – URL: <https://doi.org/10.3390/coatings12111790>.
15. Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД», утверждённое распоряжением ОАО «РЖД» №2714р от 27.12.2012.
16. Парамонова Н.В., Оптимум для времени «окна». Мир транспорта. 2007. Т. 5. № 1 (17). С. 114-116. ISSN 1992-3252.