

АНАЛИЗ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Д-р экон. наук, проф. Э.В. Дингес,
аспирант Лооор Анхель Освальдо
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический
университет (МАДИ))
Конт. информация: dinges@inbox.ru

В статье обосновывается целесообразность расширения области применения спутниковых технологий в дорожном хозяйстве за счет учета не только прямых, но и косвенных эффектов от их внедрения.

Ключевые слова: автомобильные дороги, дорожное хозяйство, прямые и косвенные эффекты, спутниковые технологии, эффективность внедрения.

В последнее время появились публикации, в том числе и на информационных порталах в сети Интернет, посвященные характеристике основных направлений использования и оценке преимуществ применения системы «ГЛОНАСС/GPS» в дорожном хозяйстве [1-6]. Не претендуя на обзор всех этих работ, остановимся только на тех из них, в которых содержатся конкретные количественные оценки эффективности ее использования на предприятиях дорожной отрасли.

Наиболее полный анализ экономических преимуществ технологий «ГЛОНАСС» дан в работе [4], в которой приведено их сопоставление с традиционными технологиями выполнения проектных и изыскательских работ в дорожном хозяйстве (табл. 1).

Как видно из этой таблицы, основные преимущества технологий проектирования дорог с использованием навигационных спутниковых систем по сравнению с традиционными сводятся к автоматизации проектных работ, повышению их качества и снижению сроков выполнения. Существенное повышение качества работ с использованием указанных спутниковых систем (причем с гарантированным результатом) имеет место и при управлении дорожной техникой. При этом частично осуществляется и автоматизация выполняемых дорожными машинами производственных операций.

**Сравнение технологий выполнения дорожных работ:
традиционной и с использованием навигационной
спутниковой системы**

| <i>Недостатки традиционной технологии</i> | <i>Преимущества навигационной технологии</i> |
|--|---|
| <i>При выполнении проектных работ</i> | |
| Картографические материалы передаются заказчику на бумажных носителях, что часто приводит к ошибкам при переносе данных. | Проект передается заказчику без искажений в виде цифровой модели (ЦМ) территории трассирования сооружения. |
| Проектные отметки с картографических материалов переносятся на компьютер вручную, что повышает трудоемкость геодезических работ. | Использование ЦМ позволяет выполнять камеральную обработку данных, что ускоряет выполнение геодезических работ на 30-40%. |
| Из-за использования разных локальных систем координат возможна неувязка проектов, что вызывает необходимость ее устранения. | Работа производится в едином координатном пространстве, что исключает необходимость увязки разных систем координат. |
| Для осуществления проверки качества выполненных работ требуется исполнительная съемка, повторный вынос в натуру элементов дорог. | Исполнительная съемка выполняется автоматически. Вынос элементов не требуется, так как работы ведутся в координатах. |
| <i>При управлении дорожно-строительной и ремонтной техникой</i> | |
| Качество работ во многом зависит от квалификации исполнителей. При этом обязательным является проведение геодезических работ. | Качество работ гарантируется, при этом 70% геодезических работ и 90% работ по профилированию слоев дорожной одежды выполняются в автоматизированном режиме. |
| Необходимость повторного осуществления разбивки и выноса элементов дороги при укладке асфальтобетонных смесей. | Повторная разбивка не требуется, так как для ее выполнения вполне достаточной является точность ранее полученных данных. |

В работе [4], наряду с качественной характеристикой преимуществ систем «ГЛОНАСС/GPS», представлен и ряд стоимостных количественных показателей эффективности их использования при управлении дорожно-строительными машинами, очевидно полученных на основе опытной проверки работы указанных навигационных систем в конкретных дорожных организациях.

По мнению авторов статьи, основные виды эффектов от внедрения технологий «ГЛОНАСС» при выполнении указанных видов работ состоят в следующем:

1. Компоненты оборудования обеспечивают точность выполнения работ дорожно-строительной техникой на уровне расхождения с проектом в пределах 0,3-2 см (в зависимости от типа машины и типа системы).
2. Средняя экономия материалов при устройстве выравнивающего слоя дороги шириной 9 м составляет около 200 м³ на 1 км, при условии, что оснащенный системой автогрейдер работает только по основанию.
3. Средняя выработка одного автогрейдера, оснащенного 3D-системой, увеличивается в 2-2,5 раза.
4. Обеспечивается сокращение простоев техники при выполнении подготовительных работ. Поскольку установленная на машине система самостоятельно копирует проект на реальную поверхность, не требуется разбивка пикетажа и высотных отметок.
5. Сокращение затрат и времени на проведение геодезических работ – до 90%, поскольку для механизированного выполнения дорожных работ с использованием навигационных технологий разбивка не требуется.

Интересные данные о расширении сферы применения технологий «ГЛОНАСС» приведены в работе [2], в которой в частности указывается: *«Впервые предприятия дорожно-строительной отрасли России объединяются единой автоматизированной системой навигационно-диспетчерского контроля. На данный момент осуществляется установка ГЛОНАСС-оборудования на транспортные средства компаний, обслуживающих сеть дорог федерального значения во многих городах и регионах РФ».*

В качестве примера приводится г. Архангельск, где абонентскими телеметрическими терминалами M2M-Cyber GLX были оборудованы более сотни транспортных средств предприятий ООО «Автодороги» и ОАО «Дорожное эксплуатационное предприятие №184». По словам М.Ю. Скалина, директора архангельского регионального диспетчерского центра ГК «M2M телематика» – ООО «Архангельские навигационные системы», переход на технологии «ГЛОНАСС» обеспечил эконо-

мию топлива для спецтранспорта, курсирующего на расстояния более 200 км, до 50%. Существенно повысилась и эффективность управления автопарками. Благодаря системе мониторинга и управления транспортом достигнут полный контроль над соблюдением маршрутов движения, скоростью передвижения транспортных средств, несанкционированным использованием техники, работой навесных механизмов.

В [3] достаточно подробно освещается опыт внедрения в Омской области навигационного оборудования «ГЛОНАСС» на дорожно-строительной технике, в ходе которого экономия топлива, в среднем, составила 20%. При этом существенно повысилась эффективность управления автопарками – достигнут полный контроль над соблюдением маршрутов движения (сокращение пробега составило порядка 30%), а также скорости передвижения транспортных средств, который препятствует несанкционированному использованию техники.

В [5] подчеркивается, что технологии спутникового позиционирования на основе систем ГЛОНАСС/GPS обеспечивают качественно новый уровень ведения практически всех видов дорожных и дорожно-строительных работ. При этом одним из наиболее важных направлений их применения являются цифровые 3D-системы автоматического нивелирования для дорожно-строительных машин: автогрейдеров, бульдозеров, экскаваторов.

Работа этих систем основана на использовании цифровой 3D-модели проектной поверхности, которая в виде файла закладывается в бортовой компьютер, установленный в кабине машины. Во время работы оборудования, в режиме реального времени, на основе данных, полученных от расположенных на отвале ГЛОНАСС/GPS приемника и датчиков, определяется положение лезвия отвала, которое сравнивается с цифровой моделью проекта (ЦМП). Далее система вычисляет требуемое смещение отвала машины. При работе в автоматическом режиме отвал удерживается в проектном положении.

Вместе с тем, следует отметить, что в настоящее время в дорожном хозяйстве наибольшее применение навигационные спутниковые технологии получили для мониторинга работы автомобильного транспорта [1]. По выступлениям ряда специалистов на конференции, посвященной анализу результатов внедрения инновационных технологий в дорожном хозяйстве, дорожных организаций, эффективность их использования в автопарках дорожных организаций может быть охарактеризована следующими показателями:

- сокращение пробега транспортных средств – 20-25%;
- экономия горюче-смазочных материалов – 25-45%;

- сокращение времени простоя автопарка в результате скоординированного его функционирования с другими подразделениями предприятий – 10%;
- увеличение оборачиваемости специального автотранспорта – 15-20%;
- снижение расходов на эксплуатацию транспорта – 20-25%;
- экономия на страховании 5-10%.

Кроме улучшения экономических показателей от внедрения системы мониторинга транспорта, можно отметить и ряд других преимуществ систем ГЛОНАСС/GPS:

- повышение дисциплины персонала и уменьшение текучести кадров;
- упрощение бухгалтерского и управленческого учета;
- увеличение межремонтного периода функционирования технических средств;
- уменьшение затрат на техобслуживание;
- сокращение количества списываемых запчастей.

Внедрение систем ГЛОНАСС/GPS в различные сферы деятельности дорожных организаций способствует и существенному улучшению организации производственных процессов.

Одним из наиболее наглядных примеров улучшения организации дорожных работ является внедрение программного комплекса «ДорТрансНавигация» с использованием системы ГЛОНАСС/GPS. Этот комплекс позволяет дистанционно устанавливать производственные задания подрядным организациям по содержанию автомобильных дорог и в режиме реального времени отслеживать объемы и сроки их выполнения. Уже сейчас в рамках функционирования «ДорТрансНавигации» датчиками ГЛОНАСС/GPS оснащено более 6900 единиц дорожной техники.

Применение данного комплекса позволило сократить издержки по содержанию федеральных автомобильных дорог. Например, в некоторых компаниях за счет исключения несанкционированных и незапланированных пробегов техники сокращение затрат на топливо составило 20%.

В настоящее время Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации (Росавтодор) проводит большую работу по созданию геоинформационных систем сети федеральных дорог. Они позволяют в электронном виде хранить и использовать комплекс данных, необходимый для выполнения широкого спектра работ, а в будущем дадут возможность строить магистрали с использованием электронного формата документации. Уже разработаны геоинформационные системы для федеральной автомобильной дороги М-10

«Россия», для сети дорог «Центральная Россия», а также для части автомобильной дороги М-53 «Байкал».

Чтобы повысить эффективность применения новых технологий, в Росавтодоре была введена автоматизированная система учета, мониторинга и контроля внедрения инноваций (АСУ МКВИ). В ней формируется конкурсная документация, ведется учет исполнения всех контрактных научно-исследовательских и конструкторских работ. АСУ МКВИ осуществляет также автоматический реестр инноваций, содержащий данные о применении тех или иных технологий на объектах сети федеральных автомобильных дорог.

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что системы ГЛОНАСС/GPS как современные инновационные продукты достаточно хорошо зарекомендовали себя в дорожном хозяйстве, о чем свидетельствуют и приведенные в рассмотренных литературных источниках показатели эффективности их применения.

Не ставя под сомнение их достоверность, хотя никаких расчетов ни общественной, ни коммерческой эффективности этих систем в литературе не приводится, считаем необходимым при внедрении спутниковых технологий для выполнения конкретных видов дорожных работ рекомендовать обязательную проверку целесообразности их применения независимыми экспертами, что обусловлено *двумя обстоятельствами*.

Первое из них заключается в том, что положительный эффект от внедрения любых инноваций, как показывает отечественный и зарубежный опыт, имеет место только тогда, когда обеспечиваются достаточно высокие, а в ряде случаев и массовые, объемы их применения [7].

Второе обстоятельство состоит в том, что в самих методиках расчета экономии в тех или иных видах ресурсов при внедрении инновационных мероприятий, как показывает опыт МАДИ, могут допускаться существенные ошибки. Например, далеко не всегда учитываются затраты на освоение инновационных продуктов, особенно в тех случаях когда их удельный вес в стоимости применяемой технологии строительства или ремонта дорог является относительно небольшим.

Вместе с тем, при анализе рассмотренных работ обращает на себя внимание отсутствие учета каких-либо социально-экономических эффектов от внедрения спутниковых навигационных систем. Ведь дороги создаются для удовлетворения общественных нужд и, следовательно, повышение качества и сокращение сроков их строительства, обеспечиваемое за счет использования этих систем, дает не малые общественные, хотя и косвенные эффекты.

Понятно, что с точки зрения коммерческого освоения систем ГЛОНАСС/GPS, указанные эффекты не играют никакой роли, так как они не приносят прибыли предприятиям, предоставляющим навига-

онное оборудование и услуги. Однако для инновационного развития любой отрасли и в том числе дорожного хозяйства важен не только коммерческий, но и социально-экономический аспект любых инноваций, так как их применение направлено в первую очередь на удовлетворение растущих общественных потребностей.

По этой причине оценками только указанных прямых эффектов общественная и коммерческая целесообразность применения этих технологий в дорожном хозяйстве не исчерпывается. Помимо указанного выше снижения влияния человеческого фактора на результаты всех видов работ, выполняемых с использованием системы «ГЛОНАСС/GPS», существует еще достаточно большое количество косвенных социально-экономических эффектов, которые до настоящего времени не исследовались и, следовательно, не принимались во внимание, но учет которых, как показывают выполненные расчеты, способствует существенному повышению области и степени их применения при строительстве, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог.

Учитывая, что понятия «*прямые и косвенные эффекты*» допускают различные толкования, следует отметить, что под «*прямыми*» в дорожном хозяйстве понимаются те эффекты, которые имеют место только на предприятиях в результате роста производительности труда или снижения себестоимости работ, а под «*косвенными*» – в сфере эксплуатации дорожных сооружений. В свою очередь указанные косвенные эффекты можно разделить на *две группы*:

- 1) способствующие повышению эффективности функционирования дорожных сооружений;
- 2) обуславливающие улучшение их транспортно-эксплуатационных качеств.

К *первой группе* относятся эффекты, связанные с повышением качества строительства, ремонта или содержания дорожных объектов, ускорением сдачи их в эксплуатацию, увеличением межремонтных циклов функционирования сооружений, сокращением риска их разрушения.

Ко *второй группе* относятся эффекты, имеющие место на транспорте и в других отраслях народного хозяйства вследствие улучшения условий и повышения безопасности движения автотранспортных средств.

Конкретные виды косвенных эффектов от внедрения спутниковых технологий в различных сферах деятельности дорожных организаций приведены в **табл. 2**. Их анализ наглядно свидетельствует о значительных потенциальных резервах роста эффективности их применения при выполнении работ по ремонту и содержанию дорожных сооружений, контроле их технического состояния и управлению строительной и

ремонтной техникой при устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог.

Для определения величины косвенных эффектов первой группы в общем случае необходим сбор и систематизация информации о вероятности и количественной оценке их проявления при выполнении отдельных видов дорожных работ, которые в настоящее время осуществляются рядом дорожных организаций с участием кафедры «Экономики дорожного хозяйства» МАДИ.

Таблица 2

Виды работ и косвенных эффектов от внедрения технологий «ГЛОНАСС/GPS» в дорожном хозяйстве

| <i>Виды работ</i> | <i>Виды косвенных эффектов</i> | |
|---|--|---|
| | <i>Первая подгруппа</i> | <i>Вторая подгруппа</i> |
| <i>Проектные (геодезические и планировочные)</i> | Сокращение сроков работ. Обеспечение проведения работ в труднодоступных для человека местах | – |
| <i>Содержание и ремонт дорожных сооружений</i> | Повышение качества работ. Сокращение сроков их проведения. Увеличение межремонтных сроков | Улучшение условий движения транспортных средств. Сокращение дорожно-транспортных происшествий (ДТП) |
| <i>Управление строительной и ремонтной техникой</i> | Сокращение сроков работ. Повышение качества их выполнения при устройстве дорожных покрытий | Улучшение условий движения транспортных средств и снижение риска ДТП |
| <i>Контроль состояния дорожных сооружений</i> | Увеличение сроков службы сооружений. Повышение достоверности результатов контроля. Снижение риска разрушения конструкций | Повышение транспортно-эксплуатационного состояния сооружений и снижение риска ДТП |

ВЫВОДЫ

Повышение эффективности функционирования дорожного хозяйства неразрывно связано с расширением области применения спутниковых технологий, особенно при производстве всех видов строительных и ремонтных работ, как позволяющих не только снизить трудоемкость и стоимость их выполнения, но и значительно повысить качество дорожной продукции.

Весьма существенной предпосылкой для этого является учет при оценке эффективности их внедрения (не принимаемых во внимание до настоящего времени) косвенных эффектов, характеризующих в первую очередь повышение надежности и долговечности функционирования дорожных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Автовладельцев обяжут устанавливать навигаторы для вызова экстренных служб // РБК-daily, ежеднев. интернет-изд. 22.02.2013. Электрон. дан. – URL: <http://www.rbc.ru/newspaper/2013/02/22/56c1bc519a7947ac7f7abf45> (дата обращения: 27.10.2017).*
2. *«Благодаря ГЛОНАСС дорожные предприятия Архангельска экономят на топливе до 50%» 07.07.10. – Электрон. дан. – URL: <http://m2m-t.ru/news/?id=1147> (дата обращения: 27.10.2017).*
3. *Навигационные системы контроля. – Электрон. дан. – URL: <http://трансавтоцистерна.рф/obСтатьи/23830> (дата обращения: 27.10.2017).*
4. *Знобищев С.В. Технологии ГЛОНАСС/GPS в дорожном строительстве / С.В. Знобищев, И.А. Мастиков // Красная Линия. Дороги. – 2009. – май, № 37/7. – С. 28-29.*
5. *ТМТ-комплексные системы подключают дорожно-строительную технику к ГЛОНАСС. 27.09.2010. – Электрон. дан. – <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=43450> (дата обращения: 27.10.2017).*
6. *Чванов А.В. Методы оценки эффективности и оптимального планирования использования инноваций в дорожных организациях: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Чванов Антон Владимирович; [Место защиты: Моск. гос. автомобил.-дорож. ин-т (техн. ун-т)]. – М., 2008. – 172 с.*

7. *О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» [Электронный ресурс]: Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 395-ФЗ. – Электрон. дан. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156515/ (дата обращения: 27.10.2017).*

L I T E R A T U R A

1. *Avtovladel'cev objazhut ustanavlivat' navigatory dlja vyzova jekstrennyh sluzhb // RBK-daily, ezhedn. internet-izd. 22.02.2013. Jelektron. dan. – URL: <http://www.rbc.ru/newspaper/2013/02/22/56c1bc519a7947ac7f7abf45> (data obrashhenija: 27.10.2017).*
2. *«Blagodarja GLONASS dorozhnye predpriyatija Arhangel'ska jekonomjat na toplive do 50%» 07.07.10. – Jelektron. dan. – URL: <http://m2m-t.ru/news/?id=1147> (data obrashhenija: 27.10.2017).*
3. *Navigacionnye sistemy kontrolja. – Jelektron. dan. – URL: <http://transavtocisterna.rf/jobStat'i>23830> (data obrashhenija: 27.10.2017).*
4. *Znobishhev S.V. Tehnologii GLONASS/GPS v dorozhnom stroitel'stve / S.V. Znobishhev, I.A. Mastikov // Krasnaja Linija. Dorogi. – 2009. – maj, # 37/7. – S. 28-29.*
5. *TMT-kompleksnye sistemy podkljuchajut dorozhno-stroitel'nuju tehniku k GLONASS. 27.09.2010. – Jelektron. dan. – <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=43450> (data obrashhenija: 27.10.2017).*
6. *Chvanov A.V. Metody ocenki jeffektivnosti i optimal'nogo planirovanija ispol'zovanija innovacij v dorozhnyh organizacijah: dis. ... kand. jekon. nauk: 08.00.05 / Chvanov Anton Vladimirovich; [Mesto zashhity: Mosk. gos. avtomobil.-dorozh. in-t (tehn. un-t)]. – M., 2008. – 172 s.*
7. *О Gosudarstvennoj avtomatizirovannoj informacionnoj sisteme «Je-RA-GLONASS» [Jelektronnyj resurs]: Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 28 dekabrja 2013 g. N 395-FZ. – Jelektron. dan. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156515/ (data obrashhenija: 27.10.2017).*

***ANALYSIS OF THE SPHERE OF APPLICATION OF SATELLITE
TECHNOLOGIES AND THEIR INFLUENCE ON INCREASING
ROAD SECTOR EFFICIENCY***

*Doctor of Economics, Professor **E.V. Dinges**,
Postgraduate Student **Loor Angel Osvaldo**,
(Moscow Automobile
and Road Construction
State Technical University (MADI))
Contact information: dinges@inbox.ru*

The article deals with the expediency of development of satellite technologies applications in road sector taking into account not only direct effects, but also indirect ones from their implementation.

Key words: *roads, road sector, direct and indirect effects, satellite technologies, efficiency from implementation.*

Рецензент: канд. техн. наук Н.А. Лушников (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 04.10.2016 г.