

Новое поколение бортового оборудования — основа экономической эффективности пассажирских перевозок



В. А. Ишков,
заместитель генерального
директора по развитию
СПб ГУП «Пассажиравто-
транс»



В. М. Денисов,
д. т. н. генеральный
директор
ООО «Флагман Гео»



А. В. Радилов,
первый заместитель
генерального директора
ООО «Флагман Гео»



А. Б. Титов,
к. э. н., доцент, Высшая
школа управления и биз-
неса, Институт промыш-
ленного менеджмента,
экономики и торговли,
Санкт-Петербургский
политехнический универ-
ситет Петра Великого

Для создания эффективных систем управления общественным транспортом необходим переход на инфокоммуникационное бортовое оборудование нового поколения, способное обеспечить высокое качество, безопасность и экономическую эффективность пассажирских перевозок.

Для улучшения обслуживания пассажиров с первого десятилетия XXI века общественный транспорт в мире стали укомплектовывать множеством систем бортового оборудования: оплаты проезда, информирования пассажиров, контроля пассажиропотока и т. д. В отсутствие единых технических требований к бортовому оборудованию это привело к возникновению характерных технических проблем (рис. 1):

- дублирование антенн на крыше транспортного средства (ТС) и появление множества экранов в кабине водителя;
- сложности монтажа оборудования, проблемы с техническим обслуживанием;
- избыточность соединений, множество проводов, проблемы с проводкой;
- повышенные затраты на содержание и развитие бортового оборудования;
- сложности в организации эффективного информационного обмена ТС и внешних офисов.

Европейские участники рынка столкнулись с указанными проблемами раньше российских. В Европе планомерные работы по совершенствованию бортового оборудования начались в 2008 г. под руководством Международной ассоциации

общественного транспорта (International Association of Public Transport UITP), а с 2013 г. Ассоциацией ITxPT (Information Technology for Public Transport, Информационные технологии для общественного транспорта), которые занимались продвижением рабочих стандартов для бортовых ИТ-систем, сертификацией бортового оборудования, тестированием новых ИТ-решений. В результате выполнения этих проектов разработана и начала применяться единая архитектура комплекса бортового оборудования с использованием унифицированных интерфейсов и протоколов. Основные положения европейской концепции сформулированы в стандарте EN 13149 Public transport — Road vehicle scheduling and control systems [1].

В России сегодня ведется работа по переводу и адаптации западных стандартов к российским условиям эксплуатации ТС. Например, созданы специализированные технические комитеты по стандартизации: технический комитет 57 «Интеллектуальные транспортные системы» и ПК-125 «Взаимосвязь оборудования для информационных технологий» национального технического комитета по стандартизации ТК-МТК-22 «Информационные технологии» [2, 3].

В соответствии с «Транспортной стратегией РФ на период до 2030 г.», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р (в редакции от 11 июня 2014 г. № 1032-р), разработана «Концепция развития интеллектуальных транспортных систем». Она направлена на использование единых научно-методических, информационно-технологических и организационных основ создания и развития в России сов-

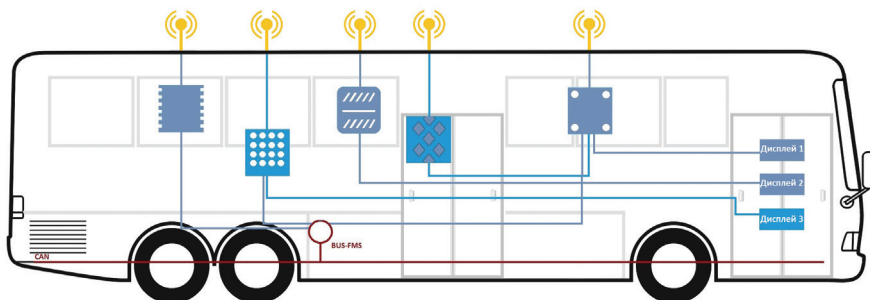


Рис. 1. Типичная ситуация: дублирование антенн и дисплеев в составе бортового комплекса ТС

ременных транспортных систем, обеспечивающих повышение эффективности транспортных процессов [4].

В Санкт-Петербурге основные направления реформирования общественного транспорта, касающиеся перехода на интеллектуальные транспортные системы (ИТС), приведены в Методических рекомендациях [5] по оснащению транспорта общего пользования бортовым оборудованием, применяемым в государственной информационной системе Санкт-Петербурга «Комплексная информационная система управления городским и пригородным пассажирским транспортом в Санкт-Петербурге» (КИСУ ГППТ).

Таким образом, сложившаяся в РФ ситуация с использованием оборудования на общественном транспорте может быть квалифицирована как типичная для эпохи использования таких автономных функциональных подсистем, где применяются частные закрытые аппаратные и программные решения. При этом неизбежно повышается неоднородность используемого оборудования, увеличиваются издержки эксплуатации. Сохранение такой ситуации препятствует созданию эффективных систем управления общественным транспортом по примеру КИСУ.

Предлагаемое решение

Возможность достижения необходимого качества и безопасности пассажирских перевозок связана с развитием информационных технологий. Систематическая работа с большими потоками информации в транспортной отрасли позволит решать следующие задачи:

- планировать маршруты передвижения с учетом актуальной информации о работе пассажирского транспорта;
- обеспечить оперативный и удобный для пассажира доступ к информации о работе городского пассажирского транспорта, включая информирование о времени прибытия транспорта на остановку и изменениях в его работе;
- перейти на бескондукторные формы обслуживания пассажиров;
- обеспечить своевременное оперативное реагирование на внештатные ситуации на транспорте.

Очевидная необходимость решения указанных задач (особенно в условиях мегаполиса) обуславливает стремление к построению комплексной информационной системы управления общественным транспортом.

С учетом современного уровня развития техники подобная система может

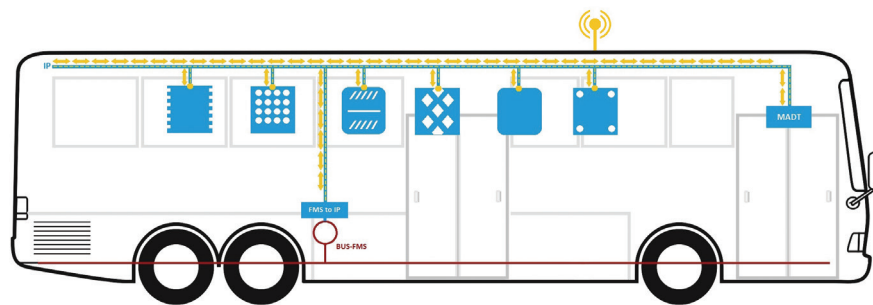


Рис. 2. Единая архитектура комплекса бортового оборудования на транспортном средстве

быть реализована только в рамках концепции ИТС, базирующейся на получении, обработке и обмене информацией между всеми участниками транспортного процесса, к которым относятся:

- комплексы бортового оборудования ТС;
- офисы операторов и организаторов перевозок;
- объекты инфраструктуры;
- персональные мобильные устройства пассажиров.

Успешная реализация этой концепции во многом определяется переходом к бортовому оборудованию нового поколения.

Подобные системы имеют многоуровневую архитектуру, на верхнем уровне происходит принятие решения с учетом всей объективной транспортной картины, поступающей от подсистемы сбора информации, а пассажиры получают объективную картину в режиме реального времени.

Бортовое оборудование любого пассажирского ТС общего пользования можно разделить на две группы:

- оборудование, связанное с деятельностью оператора или организатора перевозок (инфокоммуникационное оборудование), в состав которого помимо ядра входит ряд модулей, выполняющих функции по обеспечению качества перевозок: подсчет числа пассажиров, обеспечение расчетов, видеоинформирование, геопозиционирование и другие подсистемы;
- оборудование, связанное с конкретной моделью ТС или его производителем (инструментальное оборудование), в состав которого входят устройства управления системами ТС (двигателем, тормозами, трансмиссией и др.), датчики (скорости, числа оборотов вала, расхода горючего и др.), тахограф и т. д.

Инфокоммуникационное бортовое оборудование в процессе работы должно обеспечивать мониторинг информации, предоставляемой инструментальным оборудованием ТС. При этом инфокомму-

никационное бортовое оборудование не должно вмешиваться в работу инструментального оборудования ТС. Это обеспечивается применением специального оборудования, реализующего односторонний поток информации от инструментального оборудования.

В качестве решения предлагается осуществить переход к использованию инфокоммуникационного бортового оборудования нового поколения, базирующегося на единой системе стандартов и открытых интерфейсах и протоколах (рис. 2). Комплекс такого бортового оборудования представляет собой совокупность функциональных модулей, объединенных базовой бортовой IP-сетью и реализующих соответствующие службы (IP-сервисы). Инструментальные средства транспортной единицы по-прежнему связываются отдельной CAN-сетью согласно протоколу BUS-FMS. Взаимодействие обеих сетей осуществляется специализированным модулем. Для обеспечения безопасного доступа внешних пользователей организуются дополнительные сети.

Для перехода к бортовому оборудованию нового поколения необходимо постепенное замещение автономных систем бортового оборудования на системы нового поколения с использованием общих протоколов и интерфейсов (табл. 1).

Особого внимания заслуживают основные принципы перехода на новую архитектуру бортового оборудования в российских условиях:

1. Поставка комплектов бортового оборудования непосредственно в парк и на заводы — производители ТС. На всех эксплуатируемых пассажирских ТС постепенно устанавливается комплекс бортового оборудования. Для каждого функционального модуля разрабатываются индивидуальные структуры данных. Интерфейсы и протоколы согласовываются ранее, на этапе разработки технических требований к бортовому оборудованию.

2. Переход производителей бортового оборудования на единые стандарты. Все

Таблица 1. Особенности перехода к бортовому оборудованию нового поколения

Автономные системы с использованием закрытых протоколов	Переходный период	Системы нового поколения с использованием общих интерфейсов и протоколов
Отсутствие взаимозаменяемости оборудования разных производителей.	Постепенное замещение автономных систем бортового оборудования на системы нового поколения с использованием общих протоколов и интерфейсов	Взаимозаменяемость оборудования разных производителей.
Большие издержки на монтаж и эксплуатацию.		Сокращение затрат на обслуживание.
Дублирование оборудования (антенны, экраны).		Минимизация оборудования.
Использование разнородных человеко-машинных интерфейсов.		Использование единого человеко-машинного интерфейса.
Отсутствие взаимодействия между компонентами программного обеспечения различных систем.		Поддержка взаимодействия между компонентами программного обеспечения различных систем.
Закрытый рынок производителей.		Повышение прозрачности рынка.
Отсутствие единой системы сертификации бортового оборудования.		Возможность создания единой системы сертификации бортового оборудования.
Невозможность эффективного информационного обмена с внешними офисами	Возможность эффективного информационного обмена с внешними офисами	

производители бортового оборудования приглашаются к сотрудничеству в рамках единых стандартов, включающих описание интерфейсов, протоколов и структур данных.

3. Эксплуатация функциональных подсистем предыдущего поколения. Функциональные модули, имеющиеся на ТС и не соответствующие установленным протоколам, продолжают эксплуатироваться в автономном режиме до истечения срока использования, затем заменяются бортовым оборудованием нового поколения. Допускается проведение модернизации путем установки дополнительных драйверов.

Архитектура инфокоммуникационного оборудования нового поколения

Информационная сеть, объединяющая инфокоммуникационное оборудование, базируется на IP-протоколе и на спецификациях (стандартах) платформы с открытой архитектурой, поддерживающей технологию Plug and Play (сокр. PnP, дословно переводится как «включил и играй (работай)» — технология, предназначенная для быстрого определения и конфигурирования устройств в компьютере и других технических устройствах). Открытая архитектура предполагает

возможность подключения к бортовой сети нового оборудования или замены старого на новое, разработанное другим производителем, без изменений остального оборудования [6, 7]. Технология Plug and Play обеспечивает возможность автоматической настройки системы после подключения нового оборудования или замены.

Указанные возможности достигаются путем стандартизации (спецификацией):

- функций, под которыми понимается набор действий над данными, вы-

полненных в интересах транспортного обслуживания;

- сервисов, под которыми понимаются механизмы распространения конкретного набора данных по IP-сети.

Любое оборудование, удовлетворяющее спецификациям платформы, представляет собой модуль, реализующий одну или несколько функций и поддерживающий один или несколько сервисов. После установки и включения модуля он выдает на IP-сеть данные согласно поддерживаемым им сервисам и забирает из IP-сети данные, необходимые ему для выполнения функций [8, 9].

Приведем основные функции, выполняемые на борту ТС:

- поддержка многофункционального терминала водителя;
- коммуникация с внешними потребителями/источниками информации;
- динамическое информирование пассажиров;
- определение положения ТС;
- расширенный мониторинг состояния ТС: видеонаблюдение, охранно-пожарное наблюдение, контроль телеметрии, подсчет пассажиропотока и т. д.);
- обеспечение оплаты и контроля проезда.

Предлагаемые бортовые службы (IP-сервисы), подключаемые к бортовой магистральной IP-сети, с использованием унифицированных интерфейсов, протоколов и структуры данных (табл. 2) представлены согласно стандартам Международной ассоциации общественного транспорта [10–12].

Предлагаемая структурная схема комплекса инфокоммуникационного бортового оборудования нового поколения представлена на рис. 3.

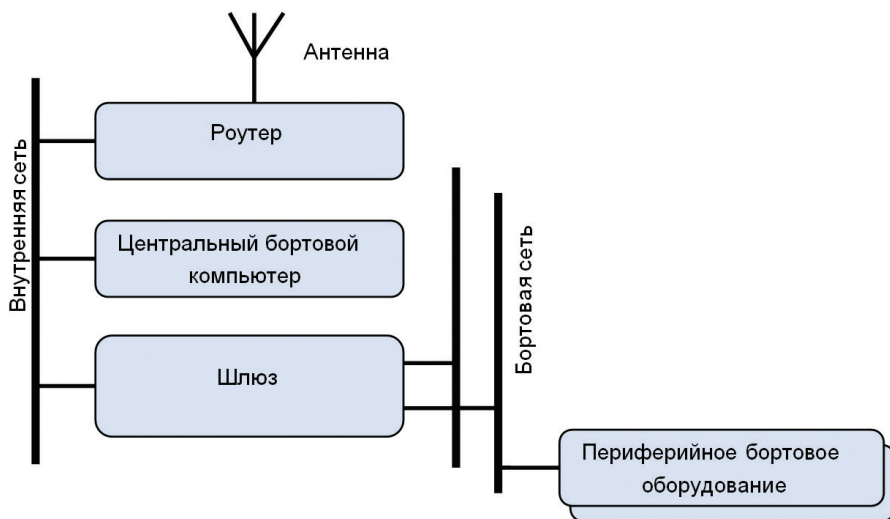


Рис. 3. Структурная схема комплекса инфокоммуникационного бортового оборудования [5]

Переход к бортовому оборудованию нового поколения с использованием центрального бортового компьютера, а также единых интерфейсов, протоколов и структуры данных позволяет гарантированно обеспечить устойчивый информационный обмен каждого ТС с неограниченным количеством авторизованных потребителей информации по всей территории России (рис. 4), включая:

- потребителей в среде инфраструктуры (светофоры, автобусные остановки);
- перевозчиков;
- административные органы (местные, региональные, федеральные);
- частные сети.

При реализации схемы информационного обмена целесообразно ограничить возможность одновременного доступа всех возможных потребителей к ТС с учетом реальной пропускной способности каналов связи.

Следует подчеркнуть социальную значимость предлагаемой системы, выражающуюся в повышении комфортности и безопасности пассажирских перевозок. Однако развитие унифицированной информационной среды создает дополнительные угрозы, связанные с информационной безопасностью системы. Концепция предполагает невмешательство инфокоммуникационного оборудования в работу инструментального оборудования ТС вследствие одностороннего потока информации от инструментального оборудования, однако необходимо предусмотреть программные средства защиты информационных потоков.

Инфраструктура реализации концепции в России

Важнейшее условие реализации обсуждаемой концепции — создание необходимой инфраструктуры. Приведем ключевые организационно-технические мероприятия.

Во-первых, это развитие нормативной базы:

- продолжение целенаправленной разработки федеральных и местных нормативных документов, например документов, разработанных ведущими автотранспортными предприятиями Санкт-Петербурга: Положения о КИСУ, Методических указаний по бортовому оборудованию;
- активное использование стандартов ISO в части ИТС.

Конечными целями усилий по созданию общероссийской нормативной базы

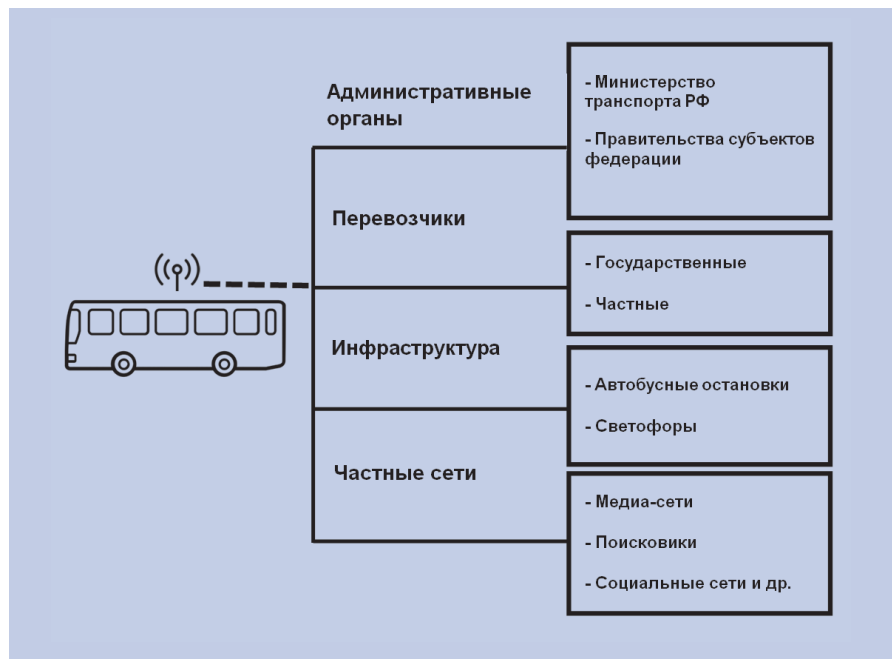


Рис. 4. Возможности информационного обмена инфокоммуникационного бортового оборудования с внешними офисами

должны стать разработка и принятие пакета стандартов ИТ-архитектуры для общественного транспорта, определяющих протоколы связи и аппаратные интерфейсы, которые способны обеспечить полную совместимость ИТ-систем (бортовых и офисных) для всех приложений общественного транспорта

Во-вторых, это структурирование рынка участников общественного транспорта, включающее разработку общих принципов саморегулирования на рынке производителей бортового оборудования. Так, после учреждения ассоциации производителей бортового оборудования общественного транспорта в форме саморегулируемой организации можно успешно решать следующие задачи:

- проводить спецификацию, тестирование, квалификацию и демонстрацию ИТ-решений;
- сотрудничать с организациями, эксплуатирующими ИТС, в части обеспечения сертификации бортового оборудования;
- осуществлять обмен опытом и передовыми методами эксплуатации бортового оборудования;
- поддерживать развитие рабочих стандартов и регламентов.

В-третьих, это введение процедуры обязательной сертификации бортового оборудования. В рамках ассоциации все производители бортового оборудования приглашаются к сотрудничеству при условии единых стандартов, включающих описание интерфейсов, протоколов и структур данных. Все разработчики в до-

бровольном порядке проводят независимую сертификацию своего оборудования. Допуск к тендерам на поставку бортового оборудования осуществляется при наличии сертификата о соответствии оборудования установленным стандартам.

В-четвертых, для унификации процессов сертификации обучения водителей навыкам использования инфокоммуникационного оборудования предлагается создать специализированное испытательное оборудование. В ассоциации должны быть испытательные стенды, обеспечивающие возможность демонстрации, испытаний и сертификации нового бортового оборудования. Автотранспортные предприятия и специализированные учебные центры необходимо оснастить испытательными стендами (тренажерами) для обучения и переобучения водителей пассажирских ТС навыкам использования бортового оборудования.

В результате применения тренажеров водители приобретут навыки работы со всем спектром бортового оборудования (действующего и перспективного). Кроме того, будет создана система непрерывной (регулярной) и разовой сертификации водительского состава с выдачей соответствующих свидетельств.

Методические подходы к оценке экономического эффекта

Инновационный характер предлагаемого решения объясняется тем, что оно значительно повышает эффективность действующей системы пассажирских

Таблица 2. Основные бортовые службы (IP-сервисы), подключаемые к бортовой магистральной IP-сети

Служба (сервис)	Назначение
Сервис инвентаризации модулей (обязательная служба)	Автоматическая инвентаризация модулей, установленных в пассажирском ТС. После проведения инвентаризации весь бортовой комплекс подключается к внешним офисам
Многофункциональный терминал водителя	Терминал, установленный в кабине водителя, который используется водителем в режиме человеко-машинного интерфейса. Осуществляет информационные обмены со всеми бортовыми службами (IP-сервисами)
Служба времени	Модули ИТ-сети должны использовать одно и то же время UTC для обеспечения согласованности данных. Служба времени обеспечивает синхронизацию единого бортового времени
Сервис местоположения GNSS (геолокация)	Предоставление геолокационных данных всем приложениям в сети транспортных средств. Данные геолокации выдаются приемником Global Navigation Satellite System (GNSS) в качестве информации о местоположении
Служба доступа к техническим данным транспортного средства	Обеспечивает доступ к информации об инструментальных параметрах автомобиля (скорость, обороты, расход горючего и др.) и ее передачу всем приложениям
Служба информирования пассажиров	Звуковое оповещение об остановках, управление светодиодными дисплеями, медийными экранами, передачи сообщений в офисы (ожидаемое время прибытия на остановку и др.)
Служба автоматического подсчета пассажиров	Непрерывно взаимодействует с датчиками дверей и ведет расчеты пассажиропотока
Начисление оплаты	Обеспечивает оплату проезда, проведение расчетов, контроль выручки
Видеонаблюдение	Обеспечивает возможность видеонаблюдения в кабине, внутри и снаружи салона
Управление светофором	Обеспечивает возможность управления светофорами при движении по маршруту
Помощь водителям	Обеспечивает возможность оказания помощи водителю в аварийных и опасных ситуациях
Запрос маршрута	Обеспечивает возможность удаленного оперативного формирования маршрута по запросу водителя
Удаленная диагностика	Обеспечивает возможность проведения непрерывной диагностики состояния ТС

перевозок на городском общественном транспорте. Бортовое инфокоммуникационное оборудование нового поколения, составляющее сущность технологической инновации, позволит решить ряд задач, обеспечить:

- возможность непрерывного мониторинга водителем состояния ТС;
- возможность дистанционного управления бортовым оборудованием;
- переход на единое время и единое геопозиционирование для всех бортовых систем ТС парка;
- своевременное выявление неисправностей (контроль работоспособности оборудования ТС);
- переход на экономически эффективные технологии технического обслуживания ТС и создание новых рабочих мест.

Перечисленные ожидания можно систематизировать в виде нескольких конечных экономических эффектов, выражающихся в экономии переменных затрат, связанных с перевозками. Во-первых, это экономия затрат на техническое обслуживание и ремонт (ЗТО), которые за определенный период могут быть определены следующим образом:

$$Z_{ТО} = t_{ТО} \times c_1, \quad (1)$$

где $t_{ТО}$ — фактическое время на выполнение планового и экстренного ремонта;
 c_1 — условная сдельная расценка на ремонтные работы на единицу времени.

Во-вторых, это экономия затрат на непроизводительную заработную плату (ЗНП) вследствие преимущественно ручной настройки оборудования в отсутствие возможности дистанционного управления, что определяется формулой

$$Z_{НП} = t_{НП} \times c_2, \quad (2)$$

где $t_{НП}$ — фактическое время, затраченное на настройку оборудования, выезды, физический контакт с оборудованием и пр.;
 c_2 — условная сдельная расценка на оплату труда в единицу времени.

В-третьих, это экономия затрат на компенсацию вынужденных простоев (ЗВП) в работе подвижного состава по причине вышедшего из строя оборудования, которые определяются как

$$Z_{ВП} = t_{ВП} \times c_3, \quad (3)$$

где $t_{ВП}$ — фактическое время простоев подвижного состава;

c_3 — условная сдельная расценка на компенсацию простоев (выезд на рейс резервных транспортных средств, недополученная выручка)

Совокупность экономии на основных затратах, указанных в (1), (2), (3), создает общий эффект экономии: $\Delta Z = \Delta Z_{ТО} + \Delta Z_{НП} + \Delta Z_{ВП}$.

Одно из направлений анализа эффективности затрат по переходу на инновационное инфокоммуникационное бортовое оборудование общественного транспорта — соотношение затрат на создание и поддержку системы инвестиций (I), которые включают в себя стоимость проектирования, изготовления опытных партий, испытаний, создания всей инфраструктуры (структурирование рынка, производство испытательных стендов и т. д.), с общим эффектом экономии. Если рассматривать краткосрочный эффект от произведенных затрат, то целесообразно рассчитывать коэффициент экономической эффективности

$$K = \frac{\Delta Z}{I}, \quad (4)$$

Значение K должно быть выше установленного порогового значения для

исследуемого периода. Следует подчеркнуть, что такой подход применим лишь для анализа эффективности в краткосрочном периоде. В долгосрочной перспективе следует использовать такие показатели эффективности, где учтена степень риска на вложенный капитал, например, чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=0}^n \frac{\text{Э}}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n \frac{I}{(1+r)^i}, \quad (5)$$

где ЧДД — чистый дисконтированный доход;
Э — общий эффект экономии в соответствующем периоде;
r — ставка дисконтирования;
I — инвестиции в создание и поддержку системы;
i — номер периода (меняется от 1 до n).

Однако в подобных моделях не учитывается ожидаемый рост производительности — прямое следствие перехода на бортовое оборудование нового поколения, повышения качества и безопасности пассажирских перевозок. Рост производительности в пассажирских перевозках может выражаться как объемом перевозок (количеством пассажиров), так и транспортной работой (пассажиро-километрами).

Себестоимость перевозок определяется отношением суммарных затрат (в частности, постоянных), связанных с деятельностью автотранспортного предприятия за определенный период, к объему перевозок или транспортной работе, выполненной за тот же период:

$$C_1 = \frac{A + Z_{ГО} + Z_{НП} + Z_{ВП} + N}{Q}, \quad (6)$$

или

$$C_2 = \frac{A + Z_{ГО} + Z_{НП} + Z_{ВП} + N}{P}, \quad (7)$$

где A — амортизация введенных в эксплуатацию комплексов бортового инфокоммуникационного оборудования;
N — неизменная часть полной себестоимости пассажирских перевозок;
Q — количество перевезенных пассажиров;
P — объем транспортной работы (пасс.-км).

Снижение себестоимости перевозок выражается в отрицательной динамике значений C_1 и C_2 .

В приведенных моделях не учтен важный системный экономический эффект от внедрения новшества, который заключается в появлении возмож-

ности оптимизации всей маршрутной сети с учетом актуальной информации о работе пассажирского транспорта. Управленческие решения в этой области, несомненно, могут оказать значительное влияние на финансовые результаты деятельности автотранспортного предприятия.

Таким образом, основная проблема бортового оборудования пассажирских перевозчиков в России заключается в следующем:

- не разработан режим сертификации бортового оборудования;
- ограничен доступ новых технологий, нового оборудования, новых производителей;
- ограничено взаимодействие производителей бортового оборудования с производителями ТС.

У перевозчиков возникает ряд технических проблем, связанных с дублированием отдельных элементов, избыточностью соединений, сложностью доступа и пр., что приводит к повышенным затратам на эксплуатацию ТС.

Решение данных проблем возможно с помощью перехода к новому поколению бортового инфокоммуникационного оборудования с открытой архитектурой. Необходимыми условиями такого перехода являются:

- введение единой нормативной среды, определяющей требования к бортовому оборудованию ТС;
- структурирование рынка;
- создание необходимой технической инфраструктуры для сертификации и обучения.

Экономическую целесообразность предлагаемых мероприятий можно оценить после соотнесения первоначальных затрат на создание системы и экономии, получаемой в процессе эксплуатации системы, а также с помощью анализа изменения себестоимости транспортной услуги. ■

Литература

1. EN 13149 Public transport — Road vehicle scheduling and control systems.
2. Автоматическая идентификация транспортных средств и оборудования — Электронная регистрационная идентификация (ERI) транспортных средств. Ч. 1: Архитектура ISO 24534-1: 2010(E) Automatic vehicle and equipment identification — Electronic registration identification (ERI) for vehicles. P. 1: Architecture (IDT).

3. Электронный сбор платежей / Архитектура систем для взимания платы за проезд транспортных средств ISO 17573:2010 Electronic fee collection — Systems architecture for vehicle-related tolling (MOD).
4. Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р (ред. от 12.05.2018) «О Транспортной стратегии Российской Федерации».
5. Методические рекомендации по оснащению транспорта общего пользования бортовым оборудованием, применяемым в государственной информационной системе Санкт-Петербурга «Комплексная информационная система управления городским и пригородным пассажирским транспортом в Санкт-Петербурге» (КИСУ ГППТ). — URL: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/06/20/KISU_MetRek.pdf, свободный (Дата обращения 25.10.2018).
6. Тажетдинов С. Р. Совершенствование системы управления городским пассажирским транспортом крупного мегаполиса в условиях инновации: проблемы и пути решения (на примере Санкт-Петербурга) — СПб. : Рус. остров, 2010. — 167 с.
7. Комаров В. В., Гараган С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем: зарубежный опыт и отечественная практика. — М. : Энергия, 2012. — 351 с.
8. Белый О. В., Кокаев О. Г., Попов С. А. Архитектура и методология транспортных систем. — СПб. : Элмор, 2002. — 248 с.
9. Аухадеев А. Э. Саморазвитие транспортной системы современного города: поиск инновационной модели интеллектуального управления. — М. : ВНИИТИ, 2014. — 218 с.
10. ETSI EN 302665 V1.1.1 (2010-09) European Standard (Telecommunications series): «Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture.
11. Teknisk specification SIS-CEN/TS 13149-6:2006 Public transport — Road vehicle scheduling and control systems — Part 6: CAN message content.
12. Teknisk specifiation SIS-CEN/TS 13149-7:2016 Public transport — Road vehicle scheduling and control systems — Part 7: System and Network Architecture.