Концептуальные подходы к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ

Conceptual Approaches to Construction of Intelligent Multi-Modal Transport System of Russia

Асаул / Asaul A.
Анатолий Николаевич
(asaul@yandex.ru)
доктор экономических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
заслуженный строитель РФ,
действительный член Российской
академии естествознания.
ФГБУН Институт проблем транспорта
имени Н. С. Соломенко РАН (ИПТ РАН),
главный научный сотрудник.
г. Санкт-Петербург

Малыгин / Malygin I.
Игорь Геннадьевич
(malygin_com@mail.ru)
доктор технических наук, профессор.
ИПТ РАН, директор.
г. Санкт-Петербург

Комашинский / Komashinsky V.
Владимир Ильич
(kama54@rambler.ru)
доктор технических наук, доцент.
ИПТ РАН, заместитель директора по научной работе.
г. Санкт-Петербург

Аванесов / Avanesov M.
Михаил Юрьевич
(avanesov@itain.spb.ru)
кандидат технических наук.
ЗАО «Институт телекоммуникаций»,
научный секретарь.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система – intelligent transportation system; информационно-телекоммуникационная система – information and telecommunication systems; внутримодальные транспортные потоки – intramodal traffic flows; мультимодальные транспортные потоки – multimodal traffic flows.

Развитие национальных и мировой экономик предполагает увеличение перемещаемых в геоэкономическом пространстве потоков сырья, людей, товаров, услуг и др. промышленных атрибутов. Вместе с тем, для существующей транспортной системы характерен ряд таких проблем как задержка, ненадежность, безопасность доставки грузов и загрязнения окружающей среды. Отличительной особенностью современности является обострение противоречий между спросом на услуги и возможностями инфраструктуры, иными словами, спрос на транспортные услуги растет гораздо быстрее, чем совершенствуются возможности имеющейся транспортной инфраструктуры. Двумя ключевыми подходами к преодолению отмеченного противоречия является расширенное применение мультимодальных (и трансмодальных) перевозок и интеллектуализации транспортных систем (ИТС). Комплексное применение двух отмеченных подходов позволяет существенно снизить или полностью исключить противоречия, имеющиеся настоящее время в транспортной сфере.

The development of national and world economies implies increase of flows of raw material, people, goods, services and other industrial attributes being moved in the geo-economical space. However, existing transportation system is characterized by a number of problems such as delay, unreliability, security of cargoes delivery and environmental pollution. A distinctive feature of our time are growing contradictions between the demand for services and capabilities of the infrastructure, in other words, the demand for transport services is growing much faster than possibilities of existing transport infrastructure improve. Two key approaches to overcoming the noted contradiction are extended use of multimodal (and trans-modal) transportation and intellectualization of transport systems. Complex application of the two mentioned approaches allows to significantly reduce or eliminate contradictions, existing currently in the transport sector.

Введение

В последнее время прилагаются существенные усилия по интеллектуализации транспортных инфраструктур РФ, одной из ключевых проблем этого процесса являются существенные различия (региональные и модальные) в построении ИТС. Формирование общей национальной модели ИТС и ее согласование с аналогичными моделями ближайших соседей (например, Китая и ЕС) позволит существенно расширить возможности как национальных, так и международных мультимодальных транспортных сетей.

Цели и задачи разработки концептуальных подходов к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ (ИМТС РФ)

Целью данной статьи является разработка архитектуры ИМТС РФ, включающей модальные подсистемы ИТС (авиационного, морского, автомобильного и железнодорожного) транспорта и прикладные задачи, решаемые ими.

Предполагается, что архитектура будет использоваться в качестве концептуальной основы на территории РФ и платформой для международных соглашений в интересах интеллектуализации мультимодальной международной транспортной системы.

Кроме того, различные заинтересованные организации могут использовать архитектуру для ориентации своих внутренних процессов развития, так как архитектура ИМТС является основой для понимания того, каким образом (в ближайшем и отдаленном будущем) она будет развиваться.

Одним из первых шагов в разработке концепции является определение интегрирующей архитектуры на основе анализа и учета уже имеющихся решений (рис. 1).

Системный подход к разработке эталонной архитектуры ИМТС

Базовой платформой для построения ИМТС является ее инфокоммуникационная платформа [1,3,7]. Эталонная архитектура инфокоммуникационной платформы определяет систему с точки зрения вычислительных и телекоммуникационных компонентов и процессов взаимодействий между ними. Архитектура ИМТС разрабатывается на основе системного подхода (рис. 2), который предусматривает исследование существующих решений (знаний стратегий и моделей) формирование на их основе общей эталонной модели и ее адаптацию с учетом конкретных требований транспортных мод и их изменений во времени.

Эталонная архитектура ИМТС и конкретизированные архитектуры ИТС транспортных мод используются для спецификации подсистем и интерфейсов, которые применяются при проектировании конкретных подсистем и устройств. Эталонная архитектура служит основой для построения и дальнейшего совершенствования ИМТС.

Принципы разработки ИМТС

ИМТС представляет собой новый тип информационно-телекоммуникационной системы, обеспечивающий эффективный контроль и управление (технологическое и административное) внутримодальными и мультимодальными (трансмодальными) транспортными потоками. В состав ИМТС входят модальные сети доступа и интегрированная магистральная инфокоммуникационная сеть (рис. 3).

При разработке ИМТС необходимо учитывать:

– мобильность станций (входящих в состав транспортных средств), что приводит к быстрым изменениям сетевой топологии (стереологии в авиатранспортной моде);

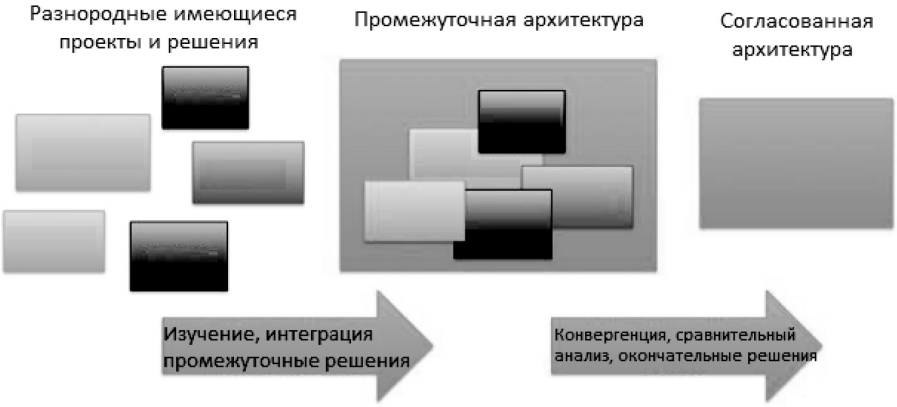

Рис. 1. Этапы разработки эталонной архитектуры

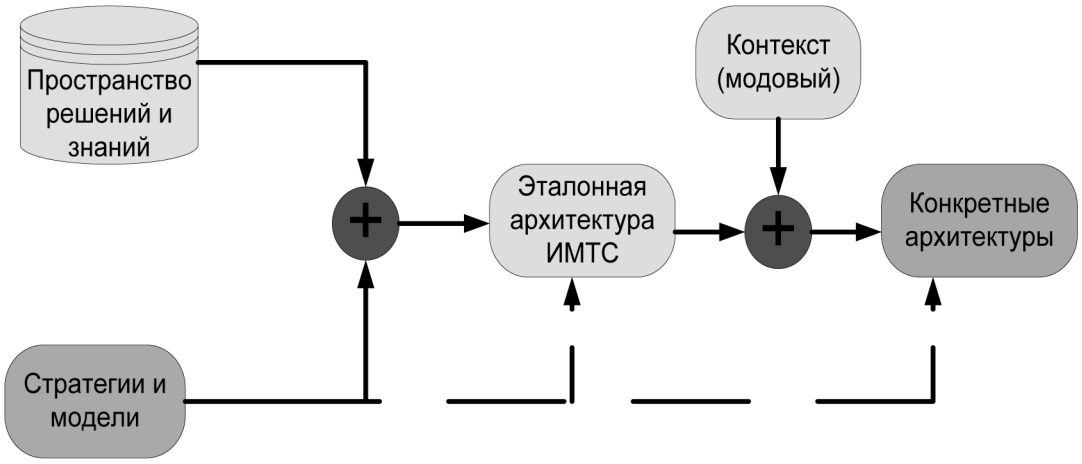

Рис. 2. Системный подход к формированию архитектуры ИМТС

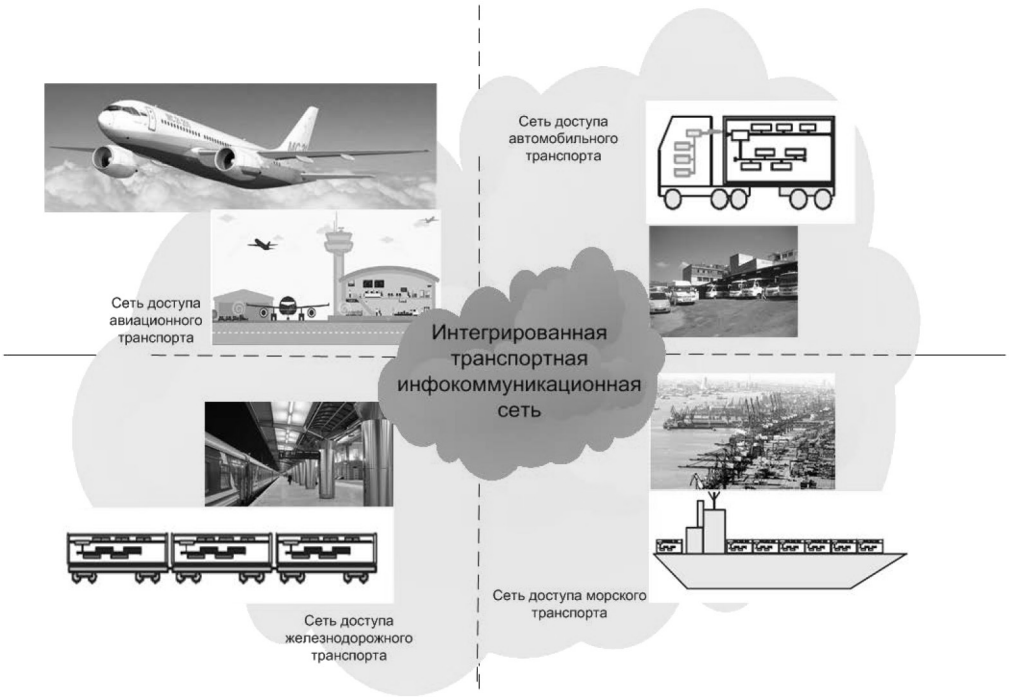

Рис. 3. Составные части ИМТС

– поддержка широкого спектра телекоммуникационных технологий, включая наследованные сети, Интернет, сети мобильной связи (2–4 поколений), DSRC, Bluetooth, и др.;

– поддержка широкого класса прикладных процессов (мультисервисность);

– динамический и гибкий учет требований пользователей (скорости передачи и вероятностно-временных характеристик задаваемых приложениями);

– надежность, доступность, конфиденциальность и безопасность инфокоммуникационных процессов;

– поддержка приоритетности обслуживания пользователей и выполнения прикладных процессов (с учетом выполнения правил и требований безопасности и тарификации услуг в каждой транспортной моде);

– модульности построения (технических средств, узлов подсетей);

– глобальная применимость сетевых элементов.

Стратифицированное представление архитектуры ИМТС

Стратифицированное представление архитектуры ИМТС отражено на рис. 4. Стратифицированное описание архитектуры ИМТС отражает ее основные функциональные элементы [4, 6, 7].

Два нижних слоя (рис. 4) отражают функциональность телекоммуникационного стека протоколов OSI:

– модальные сети доступа (проводного и беспроводного);

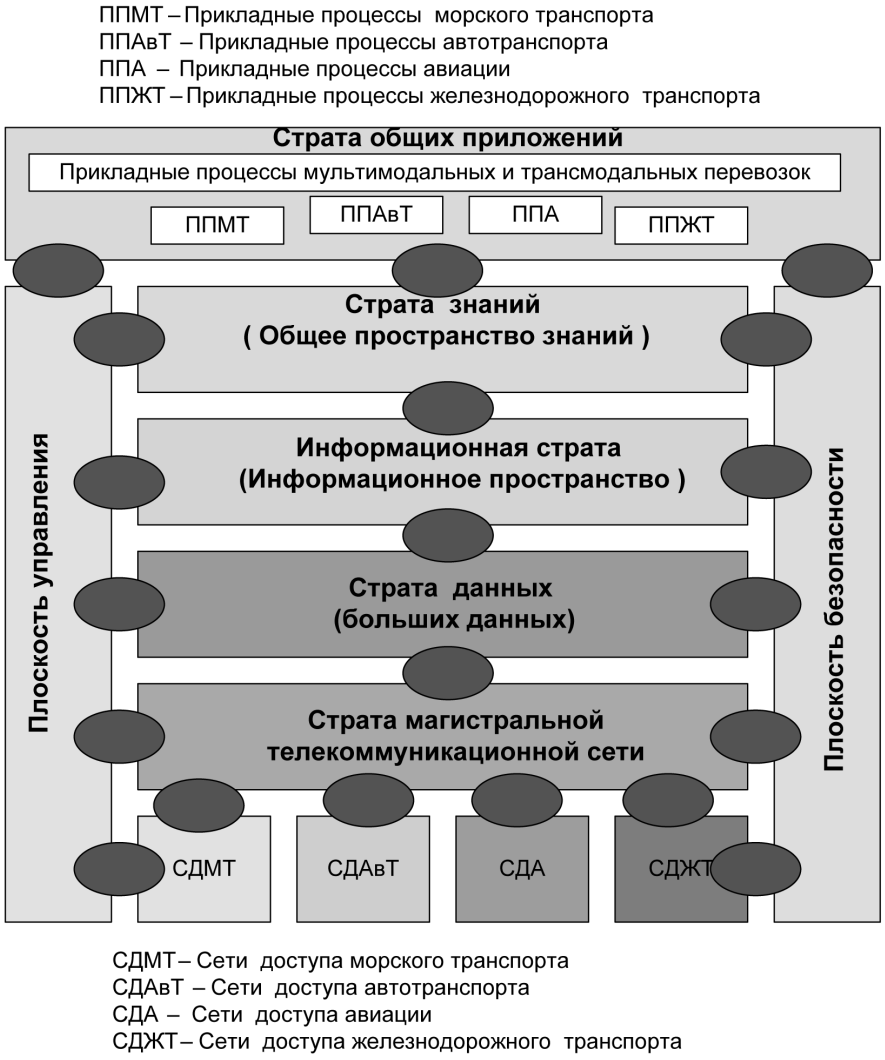

Рис. 4. Стратифицированное представление архитектуры ИМТС

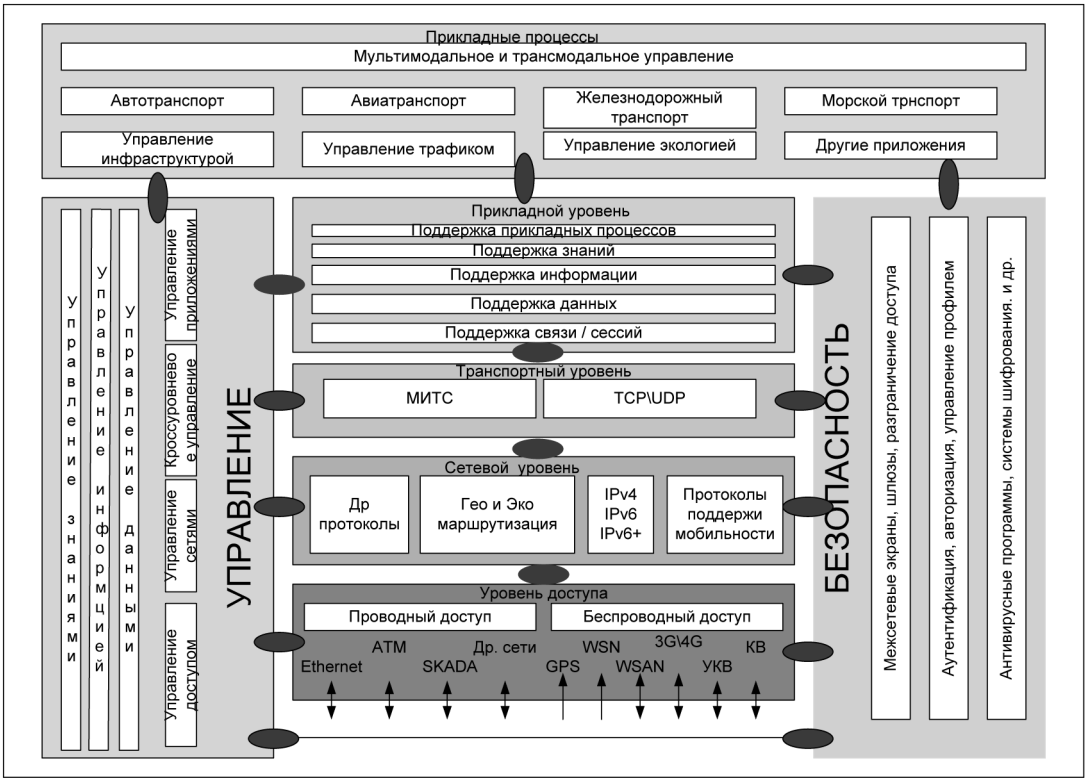

Рис. 5. Детализированное представление архитектуры ИМТС

– интегрированную магистральную сеть.

Следующий за ними (третий) слой (данных) отражает (рис. 4) функциональность общего пространства данных, состоящих из контекстных модальных данных и данных, необходимых для поддержки контроля и управления мультимодальными перевозками.

Следующий – информационный слой (четвертый) отражает функциональность преобразования больших данных в контекстную информацию (рис. 4), отражающую текущее состояние модальных и трансмодальных транспортных объектов и инфраструктур.

Пятый слой (рис. 4) поддерживает функции формирования контекстных знаний из временной последовательности контекстной информации по запросам прикладных процессов (предоставление знаний по запросам).

Шестой слой (рис. 4) содержит прикладные процессы (модальные и трансмодальные) которые могут использовать данные, информацию и знания благодаря прямым и кросс-слоевым интерфейсам.

Плоскость управления (рис. 4) обеспечивает согласованное управление всеми слоями функциональной архитектуры, а также межслоевое взаимодействие.

Плоскость безопасности обеспечивает защиту процессов, протекающих на каждом слое, от случайных и преднамеренных негативных воздействий. Детализированное представление архитектурных подсистем и их функций отражено на рис. 5.

Архитектура подсистем ИМТС (на примере автотранспортной моды)

Общая (стереологическая) модель телекоммуникационной части автотранспортной моды ИМТС (автотранспортная ИТС) представлена на рис. 6.

На рис. 6 показаны:

– подсистема GPS/GLONASS, обеспечивающая навигационное услуги (для всех видов транспорта);

– подсистема спутниковой связи;

– подсистема радио и телевещания;

– подсистема сотовой связи (2–4 поколений);

– подсистема дорожной связи (связи управления движением) и др.

Телекоммуникационная сеть автотранспортной ИТС обеспечивает прозрачное взаимодействие управляющей, персональной (абонентской), автомобильной и дорожной подсистем (рис. 7).

Персональная (абонентская) подсистема автотранспортной ИТС (рис. 8) является универсальной (поддерживает технологические и общесетевые приложения пользователя автотранспорта) и строится на

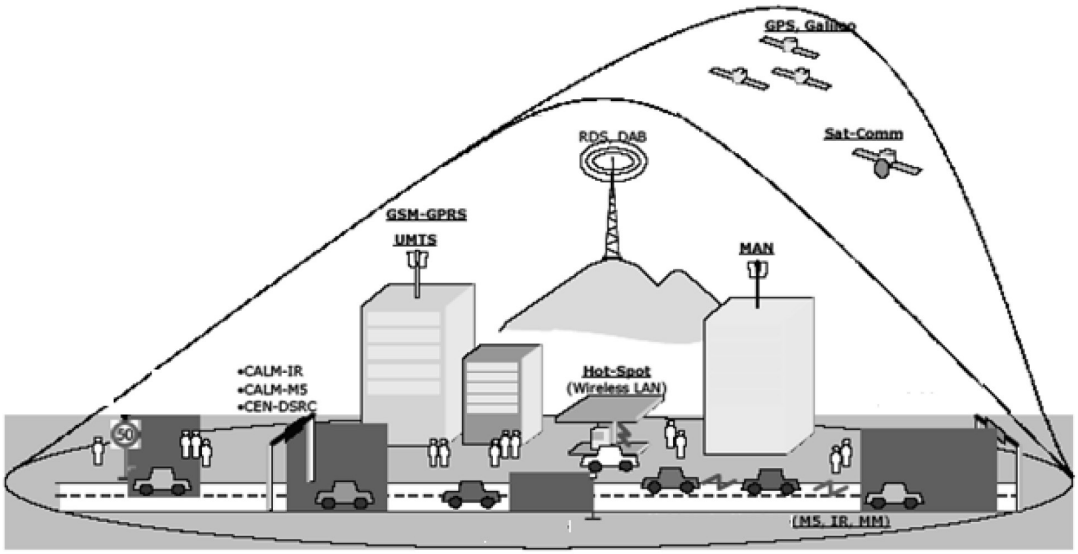

Рис. 6. Стереологическое (трехмерное) представление автотранспортной моды ИМТС

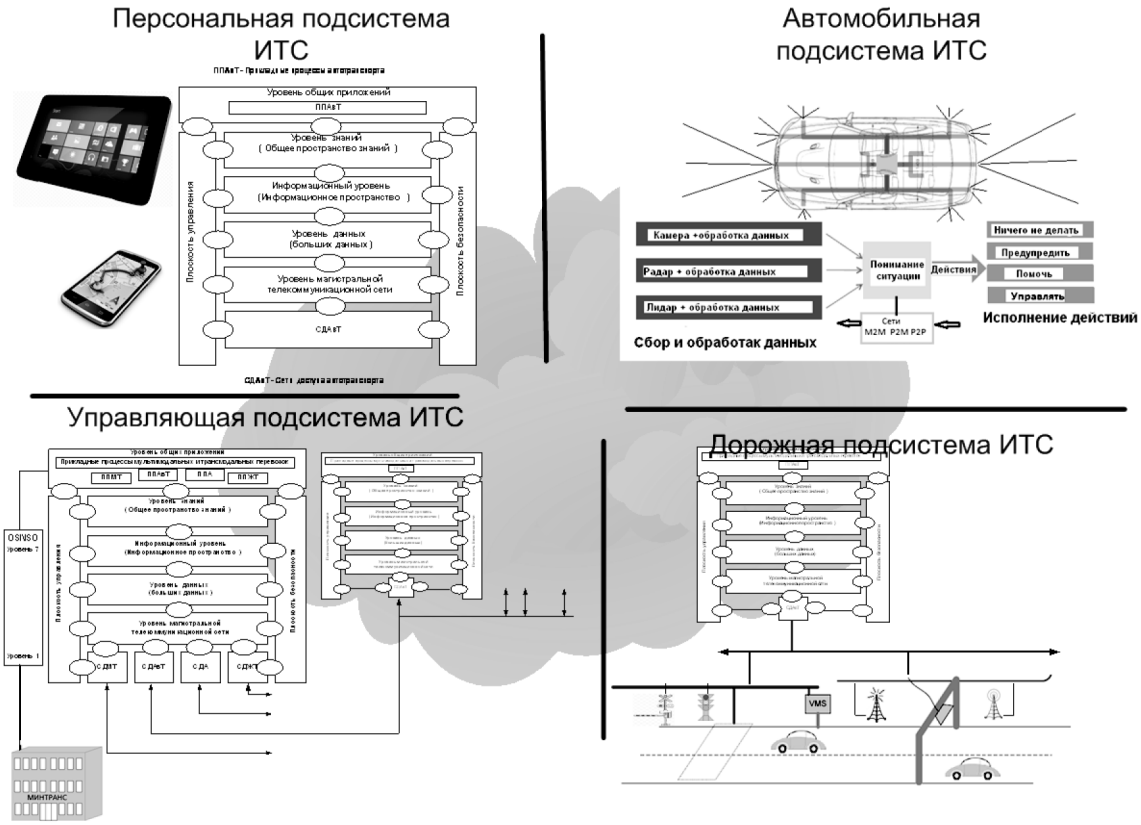

Рис. 7. Основные составные части автотранспортной ИТС

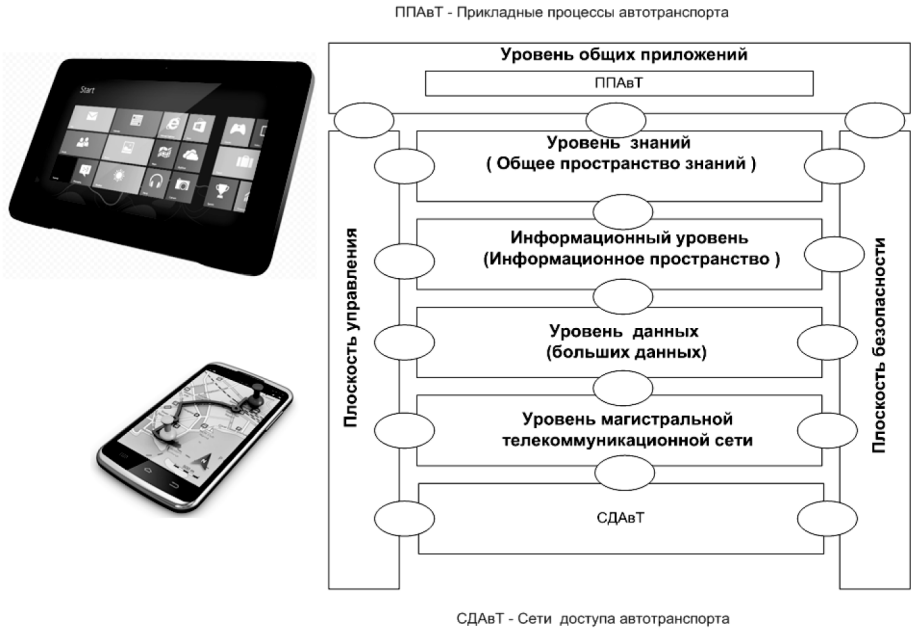

Рис. 8. Архитектура персональной подсистемы автотранспортной ИТС

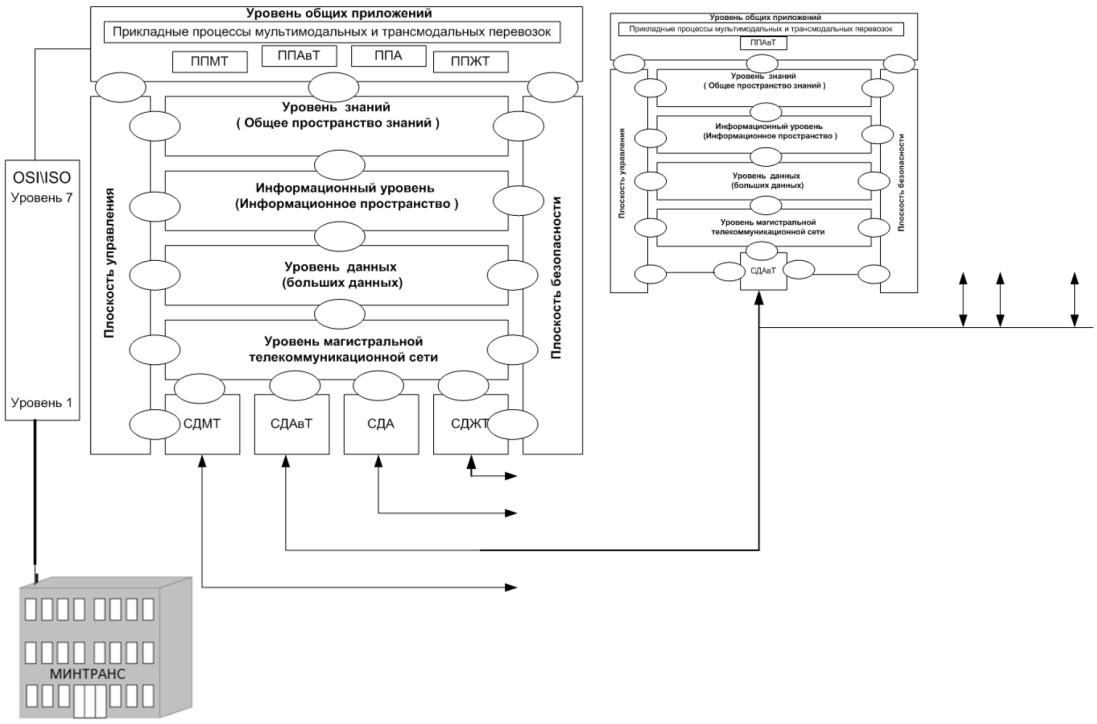

Рис. 9. Архитектура управляющей подсистема автотранспортной ИТС

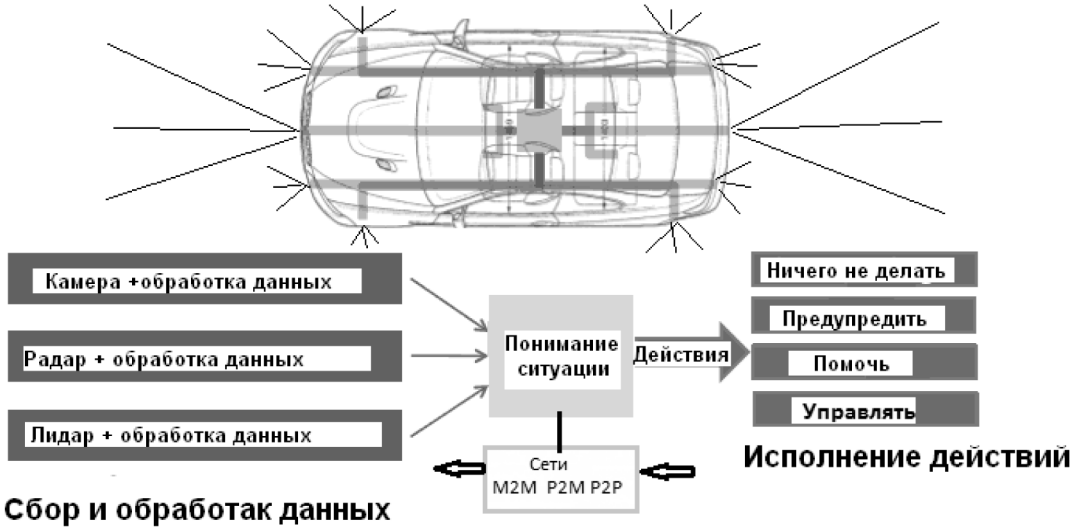

Рис. 10. Архитектура автомобильной подсистемы

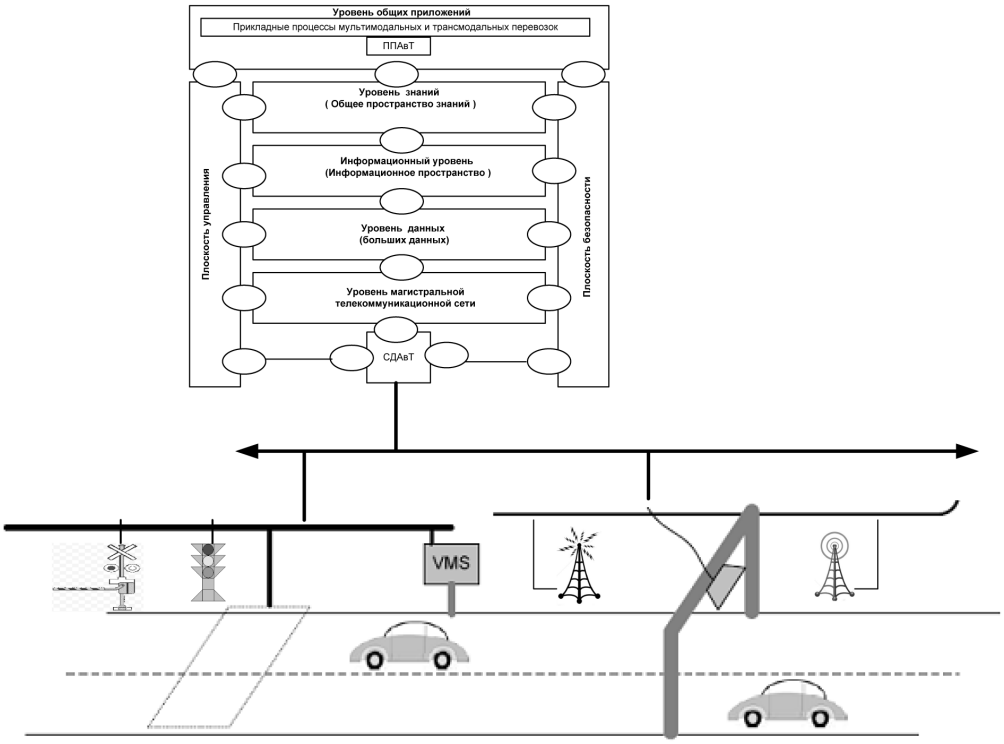

Рис. 11. Архитектура дорожной подсистемы автотранспортной ИТС

платформе (разнородных) персональных гаджетов.

Архитектура управляющей подсистемы автотранспортной ИТС представлена на рис. 9 и обеспечивает:

– контроль, взаимодействие и управление персональной, автомобильной и дорожной подсистемами через проводные и беспроводные подсистемы доступа;

– взаимодействие через магистральную сеть и сети доступа с ИТС других транспортных мод;

– предоставление данных, информации и знаний о своих подсистемах центральной управляющей станции ИМТС и выполнение задач по поддержке мультимодальных транспортных услуг.

Архитектура автомобильной подсистемы автотранспортной ИТС представлена на рис. 10 и обеспечивает [1, 2]:

– контроль и управление автомобилем;

– взаимодействие с другими автомобилями в интересах бесконфликтного и безопасного движения;

– взаимодействие с абонентской и дорожной подсистемами ИТС;

– предоставляет (по запросу) данные, информацию и знания о транспортном средстве.

Архитектура дорожной подсистемы [1, 2] автотранспортной ИТС представлена на рис. 11 и обеспечивает:

– контроль состояния и управление дорожной инфраструктурой (светофорами, содержанием электронных информирующих знаков, камерами наблюдения и т.д.),

– предоставление телематических услуг автомобильной подсистеме и информационные услуги водителям транспортных средств,

– предоставление данных, информации и знание о своих элементах другим подсистемам и участие в выполнении задач по обеспечению мультимодальных транспортных услуг.

Архитектура транспортных шлюзов ИМТС

Транспортные шлюзы ИМТС (рис. 12) обеспечивают

– выполнение транзитных функции между смежными транспортными модами:

– контроль и управление выгрузкой (между модами),

– проверка целостности грузов и их складирование (при необходимости),

– переформатирование и переупаковку грузов,

– маркировку, учет, перезагрузку и доставку грузов в пункты назначения (в следующей моде) и др.

Краткие выводы

Создание ИМТС позволит:

1. Повысить эффективность, качество обслуживания и безаварийность функционирования Российской и международной транспортных систем.

2. Снизить время доставки грузов и эффективность использования ресурсов пропускной способности транспортной системы РФ.

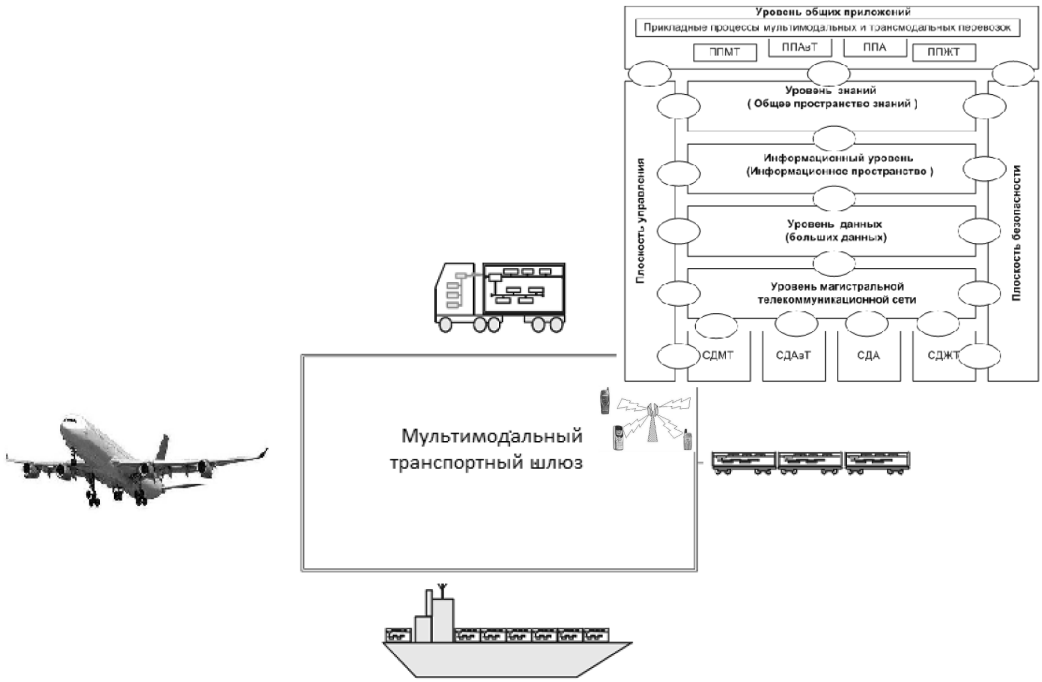

Рис. 12. Архитектура транспортного шлюза ИМТС

3. Повысить безопасность перевозок людей и грузов.

4. Обеспечить боле высокую экологичность функционирования Российской и международной транспортных систем.

Литература

1. Малыгин, И. Г. Системный подход к построению когнитивных транспортных систем и сетей / И.Г. Малыгин, В.И. Комашинский, П.Н. Афонин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2015. – № 4. – С. 68–73.

2. Малыгин, И. Г. Некоторые проблемы построения когнитивных транспортных систем и сетей / И.Г. Малыгин, В.И. Комашинский, Д.В. Катцын // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015. Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции 24–25 ноября 2015 г. – СПб.: ИПТ РАН, Санкт-Петербург, 2015. Т. 1. – С. 3–8.

3. Комашинский, В. И. Когнитивная метафора в развитии телекоммуникационных и индустриальных сетевых инфраструктур, или первые шаги к постинформационной эпохе / В.И. Комашинский, Д.В. Комашинский // Технологии и средства связи. – 2015. – № 1. – С. 62–67.

4. Комашинский, В. И. Основы беспроводной передачи данных. Архитектура и модели / В.И. Комашинский. – Palmarium Academic Publishing (2014-12-15) – ISBN-13: 978-3-639-61988-1. – 285 с.

5. BCC Research, 2010. Intelligent Transport Systems Review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bccresearch.com/report/2010-intelligent-transportation-systems-trn001d.html, свободный. – Загл. с экрана.

6. Zulkarnain. The Size, Structure and Characteristics of Finland's ITS Industry / Zulkarnain, P. Levi'kangas // Technology & Investment. – 2012. – Vol. 3 (3), P. 158–167.

7. COMeSafety: European Cooperative Systems Communication Architecture; Overall Framework; Proof of Concept Implementation [Электронный ресурс] / R. Bossom [et al.]. – Режим доступа: http://www.transport-research.info/sites/default/files/project/documents/20130515_125913_29633_COMeSafety_DEL_D31_EuropeanITSCommunicationArchitecture_v2.0_01.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

8. Григорьев, М. Н. Логистика : учебник для бакалавров / М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2014. – 836 с.