

## **A2 УЧАСТНИК ДВИЖЕНИЯ, АВТОМОБИЛЬ, ИНФРАСТРУКТУРА, ЭНЕРГОРЕСУРСЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА В ИТС**

### **A2.1 РОЛЬ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И ТЕЛЕМАТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ**

### **A2.2 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ИТС**

Ниже мы рассмотрим ИТС сквозь призму последовательного ряда понятий: «инфраструктура и автомобиль» (сбор данных, мониторинг) – «человек» (управление данными и их обработка) – «автомобиль и человек» (передача данных) – «движение и автомобили» (контроль, информация), «воздействие».

В этой связи мы обсудим, каким образом некое постоянно обновляющееся предложение информационных и телекоммуникационных технологий (ИКТ), не привязанное к отраслевым стереотипам, встраивается на волне инноваций в транспортный контекст, оставаясь вполне консервативным в отношении того факта, что передвигается и осуществляет выбор ТС все-таки человек, что передвижение осуществляется, используя инфраструктуру, по которой перемещаются другие автомобили. Все это вместе взятое влияет на потребление энергоресурсов с вытекающими отсюда последствиями для окружающей среды, занятость пространства, время нахождения в пути и уровень риска.

### **A2.1 РОЛЬ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И ТЕЛЕМАТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ**

Транспортная система традиционно описывается, в том числе в многочисленных учебных пособиях, как взаимодействие элементарных компонентов: участника поездки – порой персонифицируемого в лице водителя, ТС и инфраструктуры, или автомобильной дороги. Энергетические ресурсы, которые в прошлом рассматривались как второстепенная, подчиненная составляющая системы, сегодня фактически стали ее неотъемлемой частью, как, впрочем, и их воздействие на среду в самых разных формах: вредные выбросы, шум, вибрация, использование земель не по их прямому назначению.

Транспортная отрасль характеризуется использованием автомобилей с распределенным потреблением энергоресурсов, исключая в общем транспортные системы, оснащенные стационарным оборудованием. В большинстве случаев сгорание топлива происходит непосредственно внутри ТС. В подобных системах почти всегда используется топливо, произведенное из нефти. Кстати, транспортная отрасль – по сравнению с промышленностью, ЖКХ и сектором услуг – является единственной, где в первом десятилетии XXI в. используется практически один источник энергии – нефтепродукты (в 2011 г. их доля в Европе составила примерно 96 %). В этот период в Италии объем потребления топлива транспортными системами в целом составил чуть больше трети суммарного, что несколько превышало средний показатель по Европе (EU-25) в тоннах условного топлива в пересчете на нефть.

В области грузоперевозок, т. е. в рамках указанных выше значений, потребление условного топлива автомобильным транспортом, по данным из официальных источников *EU-25*, приблизилось к 82,5 %. Иными словами, в масштабе континента грузовой транспорт выбился в лидеры, оставив позади прочие виды. К тому же удельный вес энергозатрат в автомобильном транспорте остается неизменным, что для двухколесных ТС, что для ТС с числом колес 10 и более. Например, в первой декаде нынешнего столетия доля топливных издержек в эксплуатационных расходах для большегрузного автотранспорта составила примерно 30–35 %.

К этому можно добавить фактор окружающей среды, который может обуславливать поведение человека и влиять на эффективность системы. Применение телематики, обеспечивающей связь между компонентами системы, находящимися в том числе на значительном удалении друг от друга, может заметно повысить уровень информированности об актуальном и прогнозируемом состоянии транспортной системы, что позволит сократить время на разработку, осуществление и мониторинг мероприятий стратегического характера в части информации и стимулирования развития телематики. Таким образом, система станет более работоспособной, эффективной и надежной (рис. 14).



Рис. 14. Телематика применительно к транспортной системе становится связующим звеном между ее современными составляющими, повышая эффективность их взаимодействия

Рассуждая обобщенно о транспортной системе, не фиксируя внимание только на автомобильном транспорте, можно говорить о транспортной сети, транспортных потоках и спросе на транспортные услуги, а также об их взаимосвязи, в широком смысле, с источниками энергоресурсов и окружающей средой<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Очевидно, что концепция спроса на транспортные услуги носит более общий характер, поскольку затрагивает понятие множественности во время принятия решения о выборе способа передвижения и вида транспорта, включая решение вовсе не совершать никаких поездок.

Суммарно эти компоненты взаимодействуют между собой во внешней среде на гораздо более многообразном и сложном уровне, чем если бы они действовали отдельно, так как эта взаимная зависимость двигающихся рядом отдельных автомобилей или колонн автотранспорта отражается не только на инфраструктуре. Она влияет на осуществление выбора во всем его многообразии в настоящем и будущем (например, выбор времени выезда зависит от предыдущего опыта, от загруженности дорог, от информации, полученной в масштабе реального времени), а также на участников движения, пространственно находящиеся на большом расстоянии друг от друга, по причине их общего воздействия на дорожную сеть на абсолютно разных участках. Красноречивый пример: на дороге образуется хвост, перекрывающий перекресток, что, в свою очередь, препятствует его пересечению с поперечной улицы.

Телеинформационные технологии коренным образом решают энергетическую проблему, эффективно воздействуя на рациональность потребления и развивая систему, способную существовать на скромных объемах ископаемого топлива. В качестве примера можно привести:

- систему дистанционного взимания платы за проезд по платным дорогам, систему установления платы за въезд в зону с перегруженным движением (*road pricing*), которая учитывает фактический пробег и количество вредных выбросов;
- систему контроля подъездных путей, способствующую более широкому использованию ТС на электротяге в исторических центрах и охранных зонах;
- систему бронирования мест на станциях подзаряда аккумуляторов или заправки альтернативным топливом;
- информационную систему для совершенствования смешанных перевозок;
- систему дистанционного управления заказами;
- систему прямой связи между управляющими компаниями, автомобилями или непосредственно потребителями, способствующую решению вопросов, связанных с «автопулами» (*car pooling*) и совместным использованием автомобиля (*car sharing*), или просто предоставляющую информацию для оптимизации маршрутных схем (*routing*) с учетом возможных пробок, лучшего распределения ТС в пространстве и во времени, маршрутов объезда в случае возникновения аварийных или нестандартных ситуаций.

Прикладные аспекты телематики можно рассматривать и в более широких рамках, начиная от передачи информации пользователю (с целью обеспечения оптимального выбора средств для перевозки грузов и повышения транспортной мобильности граждан) и заканчивая динамическим управлением спросом и предложением транспортных услуг с помощью систем регулирования и контроля, подъездом автомобилей к зарядным станциям, более надежным и эффективным использованием энергоресурсов, мониторингом вредных выбросов в атмосферу. Из этих частей как совокупности взаимодействующих элементов образуется система. Подобным же образом строятся и интеллектуальные транспортные системы, которые включают в себя интегрированный комплекс прикладных технологий и методик, позволяющих всей системе быть более эффективной и надежной.

На рис. 15 представлены компоненты транспортной системы в комплексе:

- потребители, которые совокупно определяют спрос на транспортные услуги;
- дорожная сеть и транспортные потоки, оказывающие влияние на параметры предложения;

- их взаимосвязь, выраженная, с одной стороны, присутствием ТС на дорогах, а с другой – качественными показателями предлагаемых услуг с учетом загруженности этих самых дорог и доступности въезда потребителей на определенные территории;
- энергоресурсы и окружающая среда, откуда дорожные сети и ТС черпают природные ресурсы – в первую очередь топливо, сырье для строительства автомобилей и инфраструктур, а также кислород, участвующий в процессе сгорания топлива и являющийся компонентом окружающей среды, в которой остаются химические и физические шлаки, получаемые в результате работы транспорта.

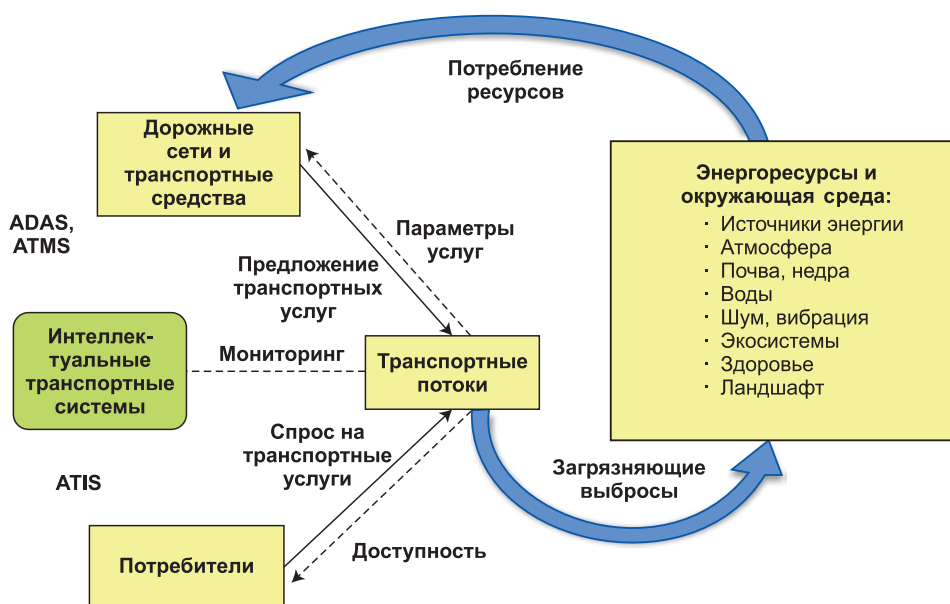


Рис. 15. Роль интеллектуальных транспортных систем в контексте спроса и предложения транспортных услуг и взаимосвязь между ИТС, энергоресурсами и окружающей средой

Интеллектуальные транспортные системы влияют на процесс взаимодействия этих компонентов посредством современных систем передачи информации потребителям (*ATIS – Advanced Traveller Information Systems* – высокотехнологичные системы информации для участников движения), помощи водителям в процессе управления ТС (*ADAS – Advanced Driver Assistance Systems* – высокотехнологичные системы поддержки для водителей) и передовых систем управления автотранспортными предприятиями (*AFMS – Advanced Fleet Management Systems* – высокотехнологичные системы управления АТП). Все они направлены на оптимизацию имеющихся ресурсов и включают в себя как управленческую составляющую (например, план доставки грузов для АТП, занимающихся грузоперевозками), так и технологические системы (например, станции быстрого подзаряда аккумуляторов для электромобилей).

Информационные системы дают потребителям возможность не только быть в курсе метеорологических условий (какая стоит погода, в конце концов можно понять и выглянув из окна), но и вовремя узнать прогноз на будущее, в результате чего выбор ТС можно сделать осознанно и с большей долей уверенности. Системы динамического управления транспортом позволяют постоянно, в автоматическом режиме, получать информацию о состоянии движения и погоде и предпринимать адекватные действия регулирующего характера для поддержания системы в оптимальном рабочем состоянии. Система помощи водителям при управлении ТС дает возможность потребителю получать более точную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды и автомобиля, чем та, которую последний может получить непосредственно. Кроме того, она подсказывает водителю наиболее подходящую манеру вождения как с точки зрения безопасности, так и с точки зрения эффективности расхода топлива и, следовательно, выбросов в атмосферу (так называемое эковождение – *eco-driving*).

## A2.2 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ИТС

На рис. 14 было показано, что телематика в применении к транспорту является средством поддержания связи между различными компонентами системы и обеспечения мониторинга и контроля. Общая схема функционирования интеллектуальных транспортных систем представляет собой циклическую структуру, свойственную системам контроля и состоящую из: *датчиков*, обеспечивающих мониторинг системы в реальном масштабе времени; *системы обработки* данных и расчета ответных действий; *исполнительных блоков*, отвечающих за регулирование функционирующей системы и упорядочение информации для потребителей; *системы связи*, благодаря которой происходит передача информации от одного компонента другому (рис. 16).

Фактическая функционирующая система (ТС – водитель – инфраструктура – окружающая среда) представлена в верхней части рисунка, система контроля – внизу. Передача информации от одного компонента системы к другому производится против часовой стрелки: датчики определяют состояние системы, передают информацию в систему обработки данных, которая автоматически или при помощи оператора (если речь идет о сложных решениях стратегического характера) определяет комплекс действий, которые следует предпринять в отношении функционирующей системы с помощью изменения состояния исполнительных блоков.

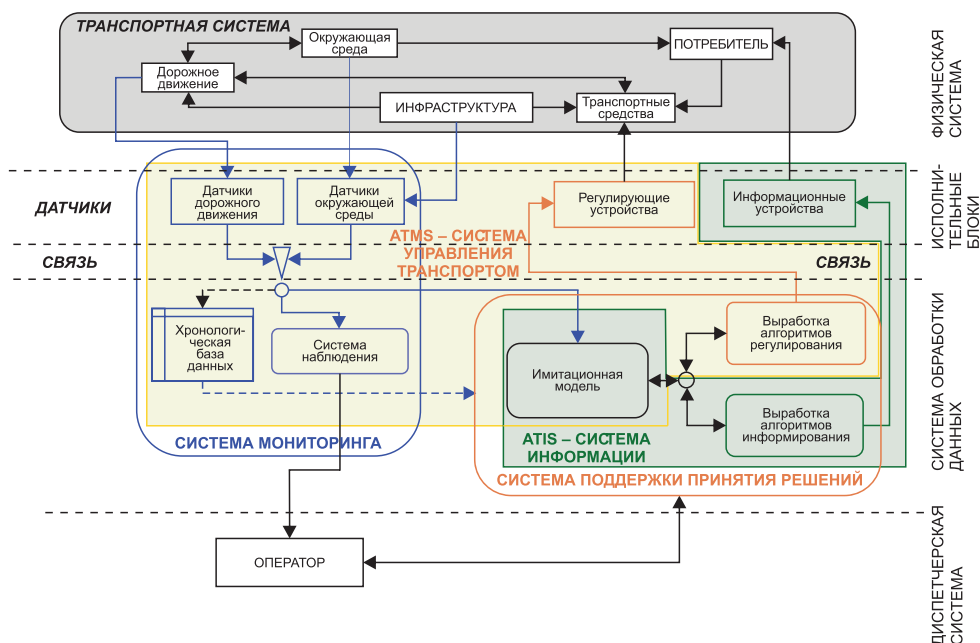


Рис. 16. Взаимодействие различных компонентов ИТС

Система мониторинга состоит из блоков приема информации (изображение в левой части рис. 14) и является вертикальной по отношению к структуре «датчики – связь – обработка», поскольку кроме датчиков сбора данных о движении и окружающей среде и системы их передачи она включает в себя системы хранения ранее созданных баз данных и наблюдений.

Интеллектуальным модулем ИТС является *система поддержки принятия решений* (принятое сокращение СППР – *DSS – Decision Support System*), которая вырабатывает рекомендации и упорядочивает информацию, подлежащую передаче оператору или пользователям. Воздействие системы контроля на фактическую ситуацию осуществляется с помощью систем управления (*АТМС*) и информации (*АТИС*), которые также являются вертикально ориентированными (на рис. 14 слева) по отношению к структуре «обработка – связь – исполнение» и замыкают контрольный контур системы обработки. Существующие взаимные связи между регулированием, характеристиками системы, информацией и выбором потребителей требуют постоянного взаимодействия между моделированием состояния системы и выработкой стратегических решений по регулированию и информации.

Если эти подсистемы работают в рамках личного, грузового или общественного транспорта, то речь можно вести о *высокотехнологичных системах управления автотранспортным парком (AFMS – Advanced Fleet Management System)* или *высокотехнологичных системах общественного транспорта (АПС – Advanced Public Transport System)* соответственно. В этом случае меняются порядок функционирования систем регулирования и тип данных, собираемых системой мониторинга. Однако общая схема остается прежней. Естественно, вследствие перехода на другие отрасли транспорта происходит смена действующих субъектов.

Предложенная схема носит общий характер. В иных областях применения ряд компонентов или часть взаимосвязей может отсутствовать. Некоторые системы подразумевают под собой использование только функций регулирования (например, светофорные системы, работающие в зависимости от плотности транспортного потока) без взаимодействия с информационной системой, которой в этом случае может не быть. Существуют также локальные светофорные системы, в которых не предусмотрены системы наблюдения и прямой связи с оператором. В этом случае СППР отсутствует, в связи с чем нет и возможности принятия стратегических решений на уровне дорожной сети. Кроме того, имеются еще и *системы с открытым контуром* (что свойственно всем системам контроля), в которых для принятого стратегического решения не предусматривается обратная связь, основанная на учете эффекта, произведенного применением данного решения. К этой категории можно отнести системы регулирования движения на изолированных перекрестках и большую часть информационных систем, ограничивающихся передачей пользователю информации о прогнозируемом состоянии движения без учета последствий для состояния самой системы, к которым может привести эта информация. Впрочем, во многих системах контроля над автотранспортным парком предусмотрено использование только функций мониторинга. В этом случае задача регулирования движения во избежание возникновения нештатных или нежелательных ситуаций ложится на плечи оператора. Необходимо также учитывать и то, что для одной и той же сферы применения каждый компонент системы может быть выполнен с использованием разных технологических и функциональных средств: в рамках передачи информации о движении можно говорить о табло с изменяемыми указателями направления, бортовых терминалах, Интернете.

Можно заметить также, что схема на рис. 16, несмотря на то, что она относится к более широкой прикладной сфере (транспортной системы), остается действительной и для отдельных компонентов системы (вплоть до контроля за одним автомобилем). В рамках системы автоматического контроля над торможением, устойчивостью, скоростью и траекторией движения существует система измерительных приборов – одометров, гироскопов, акселерометров, радиолокаторов, магнитометров, оптических датчиков, датчиков угла поворота – которые определяют, соответственно, скорость вращения колес, набор скорости, относительную скорость, расстояние относительно идеальной линии движения, положение органов управления и передают полученные значения в блок управления, где на их основе рассчитываются параметры (например, давления в тормозной системе, открытия дроссельной заслонки, угла поворота колес), реализуемые с помощью исполнительных блоков (*ACC – Advanced Cruise Control* – устройство автоматического поддержания скорости движения), использующих алгоритмы регулировки на основе кольцевых логических схем управления с обратной связью (рис. 17).

В бортовых системах передача данных между различными контроллерами происходит внутри автомобиля с помощью центральной шины, которая называется *CAN BUS (Controller Area Network* – шина контроллерной сети).

Высокотехнологичные системы поддержки (*ADAS – Advanced Driver Assistance Systems*) обычно подразумевают взаимодействие с водителем, выступающим в этом случае в роли и пользователя, и оператора. В банальных ситуациях информационные алгоритмы заключаются в простом сообщении о состоянии автомобиля или о действии, предпринятом системой контроля.

В сложных – дополнительное сообщение о фактическом состоянии движения и рекомендованные действия, которые должен совершить водитель. Более продвинутые системы включают в себя и поведенческую модель водителя, которая учитывает его особенности (время реагирования, уровень восприимчивости) и на основе прогноза об ответной реакции водителя определяет оптимальное действие.

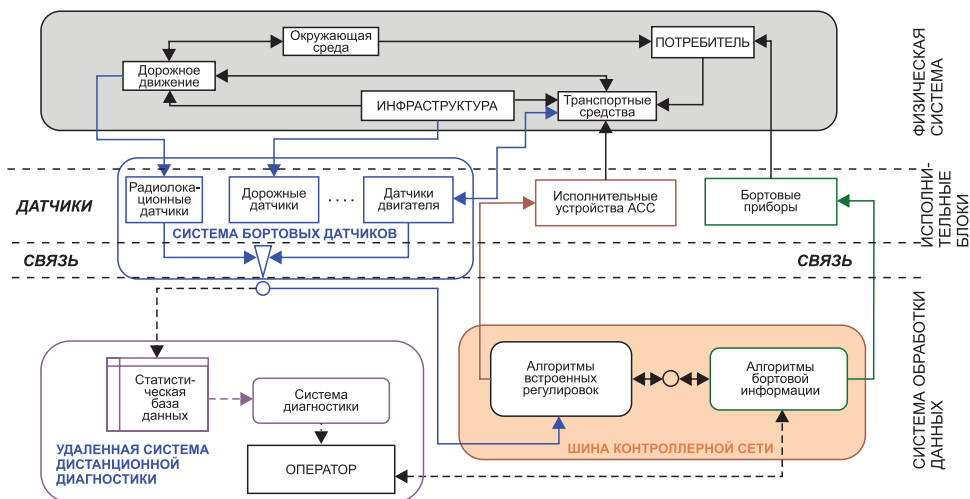


Рис. 17. Функциональная схема системы диагностики и контроля ТС

Для систем дистанционной диагностики требуется радиосвязь с удаленным центром обработки, который сопоставляет полученные данные о состоянии ТС и, может быть, водителя с ожидаемыми, хранящимися в статистической базе данных, и на основании сравнения определяет возможные отклонения от нормы, одновременно уведомляя об этом оператора, как в случае с системами управления автотранспортным парком, или непосредственно водителя.