

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	8
От издательства	11
<hr/>	
Глава 1. Что такое ИТС?	13
<hr/>	
Глава 2. Место ИТС в государстве, нормативные правовые акты	25
<hr/>	
Глава 3. Функции ИТС	36
<hr/>	
Глава 4. Подсистемы ИТС	61
4.1. Блок уровней управления	62
4.2. Блок общих инфраструктурных решений	67
4.3. Блок «Моделирование, прогнозирование и отчётность»	79
4.4. Блок «Организация и управление дорожным движением»	89
4.4.2. Система видеонаблюдения и видеоаналитики	115
4.5. Блок «Взимание платы»	154
4.6. Блок «Финансовое управление»	172
4.7. Блок «Эксплуатация»	179
4.9. Блок «Сервис для пользователей»	191
4.10. Блок «Комплексная безопасность»	198
4.11. Блок «Обеспечивающие и общесистемные сервисы»	203
4.12. Общая интеграционная платформа ИТС	210
<hr/>	
Глава 5. Будущее транспортной отрасли	224
5.1. Кооперативные ИТС	224
5.2. Мультимодальные ИТС	264
5.3. Новые транспортные модальности	272
5.4. Обеспечение биобезопасности	273
<hr/>	
Заключение	280

Одна из немногих качественных проработок темы Интеллектуальных транспортных систем, предложенная как обобщение личного опыта автора и его погруженности в предмет. Автор подтверждает устоявшийся тезис о том, что тема ИТС является комплексной, междисциплинарной, требующей появления квалифицированных специалистов нового типа, обладающих высокими и всесторонними инженерными знаниями, работающих на стыке большого количества знаний, таких как инженерные, экономические, правовые, медицинские, маркетинговые и т. д. Поэтому очень полезно и интересно видение автора комплексности знаний об ИТС, их перспективности в будущем и безусловной нужности в настоящем.

Глубокое знание предмета позволило автору предложить читателю свой взгляд на вопросы проектирования, внедрения, применения и развития проектов ИТС. Книга является ценным пособием в первую очередь для тех, кто соприкоснулся с темой ИТС впервые, а также для тех, кто ищет пути интеграции ИТС в иные системы. Конечно, как и любой труд, посвященный ИТС, выполненная работа может непрерывно совершенствоваться с учетом накопленных и новых знаний, а также развития техники и технологий. Но уже сейчас стоит выделить данный труд как один из наиболее успешных примеров систематизации знаний в области Интеллектуальных транспортных систем. За что автору – искренняя благодарность!

Жанказиев Султан Владимирович,
заведующий кафедрой
«Организация и безопасность движения» МАДИ,
докт. техн. наук, профессор

Prof., Dr. Sultan V. Zhankaziev
Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)
Head of Department «Traffic management and road safety»

Книга «Интеллектуальные транспортные системы» является, на мой взгляд, одной из лучших по этой тематике. Это уникальная книга, в которой рассмотрены и раскрыты основные функции, структуры и подсистемы ИТС, выделены особенности внедрения ИТС, описаны основные направления развития в будущем. Автор системно рассмотрел весь набор технологий ИТС с учётом личного опыта реализации проектов в этой области.

В настоящее время тема ИТС стала неотъемлемой частью для любого государства не только для решения вопросов с автомобильными пробками, но и для построения современной инфраструктуры и безопасности. Актуальность представленной книги не вызывает сомнений, поскольку по этой теме недостаточно профильной литературы, а необходимость создания ИТС прописана на уровне государства в «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года», которая была утверждена 22 ноября 2008 года.

Гольдин Евгений Игоревич,
председатель совета директоров ООО «ВойсЛинк»

Книга Романа Душкина «Интеллектуальные транспортные системы» дает достаточно полный обзор об основных направлениях развития Интеллектуальных транспортных систем. Книга является очень своевременной, учитывая рост интереса к данной тематике. в том числе со стороны органов федеральной власти, о чём красноречиво говорит тот факт, что в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» планируется реализация мероприятий по внедрению интеллектуальных транспортных систем, предусматривающих автоматизацию процессов управления дорожным движением в городских агломерациях, включающих города с населением свыше 300 тысяч человек.

Для деятельности нашей компании в области транспортного моделирования и разработки систем поддержки принятия решений в ситуационных центрах управления мобильностью особо актуальными являются блоки «Моделирование, прогнозирование и отчётность» и «Организация и управление дорожным движением». Полностью разделяем мнение о том, что транспортные модели является важным расчётным ядром для осуществления тестирования возможных решений транспортных проблем при реализации оперативного и стратегического планирования с целью максимизации получаемых эффектов.

Как участник Ассоциации транспортных инженеров могу только приветствовать появление подобной русскоязычной литературы в области транспорта, которая будет как служить для обучения, так и выступать фундаментом для дальнейшего общения и обмена мнениями специалистов. Уверен, что книга «Интеллектуальные транспортные системы» Романа Душкина будет помогать специалистам развивать направления ИТС в России.

Владимир Швецов,
генеральный директор компании SIMETRA
(ООО «А+С Транспроект»)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие науки и техники открывает перед современным обществом самые широкие возможности по повышению эффективности жизнедеятельности, экономики и управления. Экспоненциальное увеличение вычислительных мощностей, опутывание всего пространства человеческой жизни каналами коммуникаций, появление и развитие так называемого «интернета вещей» – всё это и многое другое уже подводит человеческую цивилизацию к порогу, преодолев который, мы шагнём в новый технологический уклад. Это позволит оставить позади многие проблемы, которые не могут быть решены сегодня.

Методы информатизации, автоматизации и роботизации проникают практически во все аспекты сегодняшней жизни. Вместе с развитием науки и техники развиваются и эти методы, так что сегодня уже мало кто вспомнит некоторые подходы к решению задач автоматизации, бывшие актуальными ещё пару десятков лет назад. С другой стороны, новые достижения позволяют решать многие задачи ещё более эффективно. Так что становится крайне важным собрать, структурировать и систематизировать накопившиеся знания.

Я ставлю перед собой цель сделать это для одного из самых динамично развивающихся направлений хозяйственной и экономической деятельности человека – транспортной системы. Ведь транспорт – это одна из базовых и важнейших отраслей экономики. Поэтому автоматизация транспорта с целью повышения эффективности перевозки грузов и пассажиров как никогда актуальна. Отсюда и родилась идея этой книги – описать современные достижения в области проектирования и реализации интеллектуальных транспортных систем, поскольку именно они сейчас находятся на острие исследований и разработки новых технологий.

В этой книге я также хотел бы отразить свой опыт проектирования комплексных и интегрированных систем автоматизации, полученный на больших проектах в области железнодорожного и автомобильного транспорта, безопасности жизнедеятельности и государственного управления. Обобщённые знания о том, как проектировать системы управления масштаба отрасли или региона, легли в основу этой книги в применении к интеллектуальным

транспортным системам на любом уровне – будь то город, район, регион или целое государство.

Кратко рассмотрим содержимое книги. В первой главе дано определение интеллектуальной транспортной системы: что это такое, её предназначение, цели и задачи. Во второй главе описывается место ИТС в государстве и хозяйственно-экономическом комплексе страны. Показаны связи с другими экономическими системами и комплексами, обозначены границы и интеграция. Также здесь рассматриваются нормативные правовые акты, которые регламентируют функционирование ИТС. Ведь деятельность такой сложной системы не может осуществляться в правовом вакууме.

В третьей главе систематически приводятся все функции интеллектуальной транспортной системы, их взаимосвязь друг с другом, иными системами, с которыми ИТС взаимодействует, и акторами, участвующими в деятельности ИТС. Четвёртая глава описывает состав ИТС, все её подсистемы, их взаимосвязь друг с другом и с внешними объектами. Это самая объёмная глава книги и самая информативная для инженеров, проектирующих интеллектуальные транспортные системы для различных объектов. В ней по возможности приводится исчерпывающий перечень всех подсистем, так что для конкретизации ИТС для отдельного города, магистрали или региона надо будет лишь выбирать подходящие подсистемы.

Наконец, в пятой главе рассматривается будущее транспортной отрасли, перспективы её развития и прогнозы на различные сроки. Эта глава будет полезна тем, кто планирует и проектирует развитие транспорта на различных уровнях.

Однако книгу необходимо воспринимать как базовый справочник или путеводитель по основам того, что такое ИТС. Для детального и глубокого погружения в определённые темы, имеющие отношение к этому классу систем, читатели направляются в специализированную литературу, справочники и стандарты.

Книга охватывает различные аспекты деятельности транспортной отрасли, причём в разных разрезах, а это значит, что она будет интересна руководителям и специалистам различного профиля. Различные аспекты и срезы информации по ИТС собраны в различных главах, поэтому читатели разных категорий могут читать книгу в разном объёме. Так, всем заинтересованным читателям независимо от их роли рекомендуется ознакомиться с главами 1

и 5. Государственные служащие и представители органов власти или подведомственных организаций, занятых в области регулирования и организации автомобильного транспорта, будут заинтересованы главой 2. Глава 3 в полном объёме предназначается для системных архитекторов и системных аналитиков, которые проектируют концептуальный образ ИТС какого-либо объекта. Ну а самая объёмная глава 4 представляет собой краткий справочник для инженеров-проектировщиков и технических писателей.

В целом книга будет полезна транспортным инженерам, инженерам-проектировщикам, руководителям различного уровня в транспортной отрасли. Также книгу можно использовать в качестве дополнительного источника информации при обучении студентов в автодорожных и транспортных учебных заведениях. Она будет полезна аспирантам и учёным, занимающимся исследованиями транспорта.

Поехали...

*Москва, 2017–2020 гг.
Душкин Р. В.*

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Отзывы и пожелания

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв на нашем сайте www.dmkpress.com, зайдя на страницу книги и оставив комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com; при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы являетесь экспертом в какой-либо области и заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство по адресу dmkpress@gmail.com.

Список опечаток

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы обеспечить высокое качество наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг, мы будем очень благодарны, если вы сообщите о ней главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, и мы исправим это в следующих тиражах. Сделав это, вы избавите других читателей от недопонимания и поможете нам улучшить последующие издания этой книги.

Нарушение авторских прав

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконной публикацией какой-либо из на-

ших книг, пожалуйста, пришлите нам ссылку на интернет-ресурс, чтобы мы могли применить санкции.

Ссылку на подозрительные материалы можно прислать по адресу электронной почты dmkpress@gmail.com.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, благодаря которой мы можем предоставлять вам качественные материалы.

Глава 1

ЧТО ТАКОЕ ИТС?

Поскольку сами по себе интеллектуальные транспортные системы появились совсем недавно, не существует единого определения этого понятия. Во многих случаях под ИТС понимают различные аспекты деятельности транспортной отрасли. Во многих государствах мира ещё даже нет стандартов на ИТС, но при этом отдельные сегменты таких систем внедряются и работают. Это представляется серьёзной проблемой, поскольку вносит некоторую степень дезорганизованности в отрасль, которая должна отвечать самым современным требованиям к стандартизации, безопасности и наличию технических инноваций.

Поэтому в этой книге мы будем исходить из такого определения: *Интеллектуальная транспортная система* – это интегрированная автоматизированная система, которая, используя интеллектуальные и инновационные методы организации и управления, предоставляет участникам транспортной отрасли сервисы по координированию, планированию, информированию, повышению уровней безопасности и эффективности использования транспортных сетей. При этом речь пойдёт только об автомобильном транспорте, но разносторонняя интеграция с транспортом иных модальностей подразумевается.

Давайте разберём подробнее каждый термин в приведённом определении. Это позволит понять сущность ИТС, рассмотреть её со всех сторон и полностью погрузиться в предмет нашего интереса.

Под *системой* мы будем понимать комплекс взаимосвязанных элементов, функциональность которых как целого не сводится к сумме функций каждого отдельного элемента. Это классическое определение, и для наших целей его достаточно. В качестве элементов ИТС выступают разнородные сущности: от периферийного оборудования на автомобильных дорогах и автотранспорте до технологических процессов и нормативных актов. Элементы и группы элементов ИТС могут рассматриваться в разных аспектах и разбиваться на уровни и сегменты для удобства изучения. И далее в этой книге все элементы ИТС и их типы будут рассмотрены во всех подробностях.

Автоматизированная система включает в свой состав объект управления и комплекс управляющих устройств и технологических процессов управления, при этом некоторые функции выполняются автоматически, некоторые с участием человека в автоматизированном режиме при взаимодействии оператора с техническими средствами, а некоторые – вручную. В случае ИТС объектом управления являются транспортные потоки и отдельные связанные с ними объекты и явления, а в более узком смысле – дорожное движение. Соответственно, далее в книге в разделе «Подсистемы ИТС» мы более подробно рассмотрим все аспекты объекта управления.

Интегрированная автоматизированная система представляет собой совокупность взаимосвязанных автоматизированных систем, в которой функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой или других систем, так что эту совокупность можно рассматривать как единую автоматизированную систему. Соответственно, в составе ИТС выделяется несколько десятков подсистем, каждая из которых взаимодействует не только со своим окружением, но и с другими подсистемами ИТС, получая или передавая в них информацию и управленческие воздействия. Поэтому ИТС в целом рассматривается как интегрированная автоматизированная система.

Пойдём далее и разберём подробно остальные части определения ИТС. Начнём с того, что такое организация и управление. Организация в данном случае – это комплекс правовых, распорядительных и технических мероприятий, связанных с транспортом. То есть «организация» – это не объект, а процесс. Управление понимается в классическом смысле, то есть воздействие на объект управления с использованием информации из окружающей ИТС среды и информации о самом объекте управления, с тем чтобы достичь определённых целей. Управление является процессом, входящим в структуру мероприятий по организации, но при этом непосредственно воздействует на объект управления, получая от него по обратной связи информацию о состоянии и результатах воздействия. В разделе «Функции ИТС» будет более подробно описано всё, что касается этих двух аспектов деятельности ИТС.

Какие методы организации и управления можно назвать «интеллектуальными» и «инновационными»? Несмотря на то что в последнее время смысл этих двух терминов стал выхолащиваться, они употребляются к месту и не к месту, постараемся дать объективное и вполне конкретное определение.

Сначала по поводу инноваций. Инновации всегда сопутствуют научно-техническому прогрессу и переводят найденные фундаментальные и прикладные новинки во внедрённые новшества, повышающие эффективность выполнения процессов. Инновации основаны на интеллектуальной деятельности и творческой фантазии человека и переводят открытия и изобретения в рациональное использование. Поэтому инновационные методы организации и управления должны использовать последние достижения науки и техники в целях повышения эффективности транспортной системы. Этим самым инновации используют так называемые *принцип новых задач* и *принцип ориентации на будущее*, которые применяются при автоматизации деятельности. Первый принцип обозначает, что системы управления должны обеспечивать качественно новые решения управленческих проблем на последующих этапах развития, а не повторять механически приёмы управления, реализуемые в предыдущих периодах. Второй принцип означает управление инновационной стратегией, которое опирается на видение картины будущего отрасли, а также признание того, что прогресс как способ развития гораздо более важен, чем просто выживание.

Интеллектуальные методы обработки информации, если говорить в общем, предназначаются для решения задач, которые традиционно относят к творчеству без возможности их алгоритмизировать. Такие методы часто основываются на эвристиках, моделировании способов мышления человека и принятии им решения в условиях неопределённости и неполноты входной информации. Интеллектуальные информационно-вычислительные системы решают сложные неалгоритмические задачи без участия лица, принимающего решения. Тем самым интеллектуальные системы переводят автоматизацию на качественно новый уровень, на котором управление осуществляется автоматически, в том числе и на основе самообучения такой интеллектуальной системы. В отношении к ИТС всё это обозначает применение методов искусственного интеллекта для управления транспортной отраслью.

Кратко: под «искусственным интеллектом» понимается набор технологий, которые тем или иным способом позволяют имитировать интеллектуальную деятельность человека. Особенно это касается принятия решений, в том числе и тогда, когда на вход системе искусственного интеллекта подана ситуация, ранее не встречавшаяся в обучающей выборке и не заложенная изначально разработ-

чиком системы. Так что в применении к транспорту использование методов искусственного интеллекта обозначает, что ИТС будет принимать адекватные решения и в тех ситуациях, которые ранее не случались и не прогнозировались. Принятие таких решений может осуществляться с задействованием человека, и тогда система сможет дополнительно обучиться, либо ИТС будет самостоятельно реагировать на ситуацию. Таким образом, интеллектуальные методы обработки информации основаны на принципах самообучения системы и её работы в неизвестных заранее условиях.

Переходим к участникам транспортной отрасли, то есть тем акторам, которые взаимодействуют с ИТС. Естественно, что к ним относятся участники дорожного движения, причём не только водители транспортных средств, но и пассажиры наземного транспорта, велосипедисты и пешеходы. Однако к участникам транспортной отрасли также необходимо отнести органы исполнительной власти на уровне муниципалитетов и выше, которые для исполнения своих государственных задач используют транспорт. Организации, осуществляющие перевозки разнообразных грузов или пассажиров, тоже относятся к акторам ИТС. Более того, организации, которые эксплуатируют отдельные сегменты как транспортной инфраструктуры, так и самой ИТС, тоже должны быть отнесены к этой группе. Но нельзя не включить в неё и различные специальные службы (скорая медицинская помощь, пожарная охрана, службы жилищно-коммунального хозяйства и т. д.), которые используют автомобильный транспорт для передвижения. Наконец, другие системы на различных уровнях управления могут быть акторами ИТС. К подобным системам могут относиться такие, как «Умный город», «Электронное правительство» и иные системы подобного уровня.

Интересным моментом является то, что ИТС предоставляет участникам транспортной отрасли набор сервисов. Здесь осуществляется переход в юридически-правовой аспект, так как сервис или услуга определяется как нематериальный (как правило) результат взаимодействия двух акторов. В случае ИТС она является поставщиком услуг, а все перечисленные ранее акторы – их потребителями. Для осуществления такого взаимодействия могут заключаться договоры гражданско-правового характера, но чаще всего сервисы ИТС предоставляются в рамках простой оферты. Какие же сервисы предоставляет ИТС в рамках своей сервисной модели? Перечислим их ещё раз: координирование, планирова-

ние, информирование, повышение безопасности и эффективности использования транспортных сетей.

Координирование деятельности акторов в рамках ИТС – это согласование и взаимоувязка их текущих процессов и состояний, а также согласование планов изменений, которые могут оказать влияние на транспортную отрасль. В ИТС координирование осуществляется на многих уровнях от управления группой светофорных объектов на улично-дорожной сети города с адаптивной подстройкой под интенсивности транспортных потоков в разных направлениях до согласования планов развития дорожно-транспортной инфраструктуры, строительства объектов притяжения, ремонта автомобильных дорог и других подобных организационно-технических мероприятий, затрагивающих стратегические аспекты отрасли.

Планирование является процессом, занимающим подчинённое положение по отношению к координированию. Участники транспортной отрасли должны планировать свою деятельность, чтобы и их развитие или изменение состояния, и сама транспортная отрасль совместно двигались в будущее гармоничным образом. Как и координирование, планирование осуществляется на самых разных уровнях деятельности. Это может быть планирование поездки обычным водителем, планирование организации строительных работ с использованием логистических центров, планирование уборки и вывоза мусора из города в рамках систем из состава «умного города». В конце концов, планирование применяется и к самой ИТС в части её развития, для того чтобы она в рамках своей функциональности отвечала современным вызовам и задачам.

Информирование также является подчинённым процессом координирования. В его рамках ИТС сообщает своим акторам о том, что было (ретроспектива, архив), имеется в настоящее время или будет (прогноз) в части различных аспектов дорожной отрасли. Так, к примеру, участникам дорожного движения на улично-дорожной сети или на магистралях предоставляется информация о том, какова загруженность автомобильных дорог сейчас, какова она будет в прогнозе и какими маршрутами следует воспользоваться. Диспетчерам ИТС, выполняющим различные функции, ИТС предоставляет информацию о том, что происходит с транспортом, движением, пассажиропотоками и т. д. Других акторов ИТС информирует о том, что происходит, в рамках их ответственности или запросов. Соответственно, процесс информирования

предназначается для прямого и косвенного управления. И наконец, информирование может осуществляться по запросу актора или по инициативе ИТС, а также может иметь гарантированную доставку или же быть обращённым к неопределённому числу «приёмников» (отправлено «в эфир»).

Наконец, под повышением уровней безопасности и эффективности использования транспортных сетей понимается такое изменение выделенных показателей безопасности и эффективности, чтобы в долгосрочной перспективе было статистически значимое улучшение значений подобных показателей. Проблема заключается в том, что сами понятия «безопасность» и «эффективность» в применении к транспорту определены очень общо и широко, поэтому в каждом конкретном случае необходимо осуществлять целевое управление этими факторами путём перечисления измеримых показателей и установки их целевых значений на определённый срок. По окончании данного срока осуществляется оценка работы самой ИТС в этих двух аспектах. Впрочем, такая оценка с корректировкой должна осуществляться непрерывно, и это тоже одна из функций ИТС, направленная на «самодиагностику» и саморазвитие системы.

За счёт чего ИТС выполняет все свои функции? Без активного взаимодействия с окружающей средой система не смогла бы эффективно функционировать. Но не только активное взаимодействие требуется для этого – также на вход ИТС подаётся архивная и прогнозная информация как об объекте управления, так и из смежных систем. Всё это можно кратко пояснить такой диаграммой:



Само собой разумеется, что транспортная отрасль не заканчивается на автомобильном транспорте, а потому любая ИТС должна быть физически, юридически, финансово и технологически интегрирована с транспортом иных модальностей. В первую очередь речь идёт о метро в крупных городах и о железнодорожном транспорте. В крупных транспортных узлах всесторонняя интеграция должна осуществляться с железнодорожным, авиационным, водным и иными видами транспорта, чтобы обеспечить общую эффективность и транспортную доступность для пассажиров и грузов.

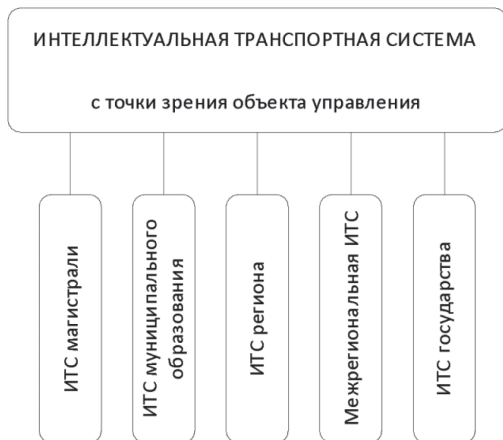
Как уже стало понятно из вышеизложенного, ИТС интегрируется в части информационных потоков и управленческих воздействий с другими системами подобного плана и масштаба. В первую очередь это системы класса «Умный город» и «Электронное правительство» в различных своих проявлениях (они также могут по-разному называться). Но ИТС может интегрироваться и с системами иных классов и более мелких масштабов. В каждом конкретном случае необходимо детальное обследование и проектирование интеграции в зависимости от целей и задач, которые, как предполагается, будут решаться системой.

Теперь для лучшего понимания сути ИТС рассмотрим несколько классификаций по разным принципам.

С точки зрения объекта управления ИТС можно разделить на следующие классы:

- 1) ИТС магистрали;
- 2) ИТС муниципального образования;
- 3) ИТС региона;
- 4) межрегиональная ИТС;
- 5) ИТС государства.

Под ИТС магистрали понимается система управления выделенной автомобильной магистралью или даже сетью автомобильных дорог, находящихся под управлением одного оператора и не находящихся в ведении каких-либо территориальных муниципальных образований. Обычно такая форма организуется для обособленных автомобильных дорог, обходящих стороной населённые пункты. Остальные типы ИТС относятся к территориальным образованиям различного размера.



С точки зрения интеграции с иными системами ИТС можно классифицировать следующим образом:

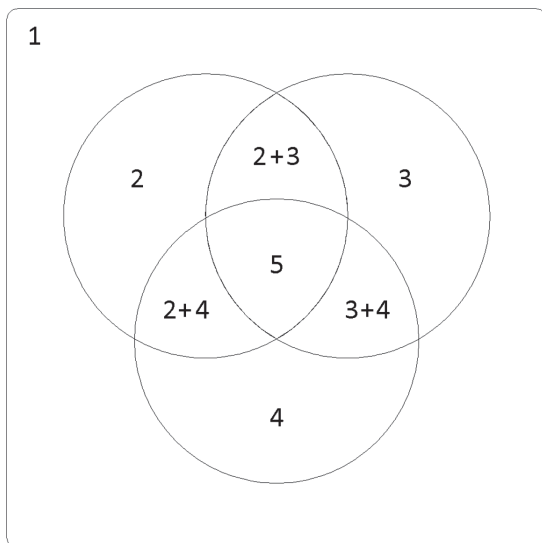
- 1) автономная ИТС;
- 2) ИТС, интегрированная со смежными системами своего территориального объекта;
- 3) ИТС, интегрированная с системами управления транспортом иных модальностей;
- 4) ИТС, интегрированная с другими ИТС смежных объектов;
- 5) полностью интегрированная ИТС.

Автономные ИТС не интегрируются и не взаимодействуют ни с какими иными системами. Они обычно строятся для отдельных автомобильных трасс, идущих вне населённых пунктов и не пересекающихся с другими транспортными линиями (в том числе и иных модальностей). К тому же в таком случае обычно оператор таких дорог сам исполняет функции по регулированию дорожного движения и спасению участников в случае чрезвычайных ситуаций. Автономные ИТС редки, и сегодня их создание, скорее, нецелесообразно.

Три следующих класса ИТС определяют варианты тех внешних систем, с которыми ИТС интегрируется. Собственно, пересечение таких классов даёт ещё четыре класса, главный из которых представляет собой полностью интегрированные ИТС, которые взаимодействуют со смежными системами своего территориального

объекта (например, с системами класса «Умный город»), с системами управления транспортом иных модальностей, а также с ИТС смежных территориальных единиц.

Этот способ классификации можно пояснить при помощи следующей диаграммы:



С точки зрения связности подсистем ИТС классифицируются следующим образом:

- 1) слабосвязанные ИТС;
- 2) сильносвязанные ИТС;
- 3) полносвязные ИТС.

Степень связности определяется как количество интеграционных потоков между подсистемами ИТС. В слабосвязанных ИТС подсистемы часто действуют автономно, независимо друг от друга, интеграционные потоки существуют только между некоторыми подсистемами и охватывают лишь самые важные технологические операции. С другой стороны, в полносвязных ИТС любая информация, зародившаяся в любой из подсистем ИТС, *может быть* использована в любой другой ИТС без необходимости создания дополнительного интеграционного потока.



С точки зрения полноты функциональности ИТС можно классифицировать следующим образом:

- 1) ИТС с единичными функциями и подсистемами;
- 2) ИТС с отдельными комплексами функций и подсистем;
- 3) полнофункциональные ИТС.

Честно говоря, ИТС с единичными функциями сложно назвать «ИТС» как таковой, поскольку это, скорее, отдельные автоматизированные системы управления (например, городская АСУДД). Однако часто в силу тех или иных причин частичной автоматизации транспорта в том или ином аспекте дают гордое наименование «Интеллектуальная транспортная система». Впрочем, этому может быть и иное объяснение – ИТС внедряется постепенно, а потому на первых этапах разворачиваются отдельные её компоненты и подсистемы. В этом случае главное – наличие единого концептуального проекта будущей системы, в рамках которого осуществляется постепенное внедрение. Поэтому в таком варианте ИТС как будто бы вырастает от единичных подсистем к полнофункциональной системе управления целой отраслью.



Наконец, с точки зрения способа интеграции подсистем ИТС можно классифицировать следующим образом:

- 1) интеграция осуществляется по принципу «точка–точка» между любыми двумя подсистемами ИТС, между которыми имеется межсистемное взаимодействие;
- 2) существует интеграционная платформа, но между некоторыми системами используется принцип интеграции «точка–точка»;
- 3) все подсистемы ИТС, а также внешние по отношению к ней системы интегрируются с ней при помощи унифицированных механизмов единой интеграционной платформы.



С учётом всех перечисленных способов классификации можно обрисовать «идеальную ИТС», которая представляет собой *полностью интегрированную, полносвязную и полнофункциональную ИТС на уровне всего государства, осуществляющую межсистемное взаимодействие при помощи унифицированных механизмов единой интеграционной платформы*. Это тот идеал, к которому необходимо стремиться при проектировании и развёртывании ИТС любого территориального объекта.



Данное в этой книге определение ИТС вполне операционно – его можно использовать для концептуального проектирования систем подобного класса на самом верхнем уровне абстракции. Взяв это определение за основу, можно начинать конкретизировать предназначение, функции и подсистемы ИТС для каждого специального случая. Но перед тем как представить читателю базовый каркас проекта ИТС на все случаи жизни, предлагается изучить ещё один основополагающий аспект – место ИТС в государстве.