



Пилотный проект создания ГИС федеральных автомобильных дорог

А.В. Скворцов («ИндорСофт», Томск)

В 1996 г. окончил Томский государственный университет по специальности «математик-программист», д. т. н. (тема диссертации — алгоритмические основы ГИС и САПР), профессор. С 2003 г. — директор ООО «ИндорСофт». Область интересов — ГИС, САПР, вычислительная геометрия.

Д.С. Сарычев («ИндорСофт», Томск)

В 1999 г. окончил факультет информатики Томского государственного университета, кандидат технических наук. Работал в НПО «Сибгеоинформатика». В настоящее время — заместитель директора ООО «ИндорСофт».

Во многих странах мира дорожное хозяйство воспринимается как естественный объект для внедрения геоинформационных технологий и использования ГИС для сопровождения отраслевых объектов (автомобильных дорог) на всех этапах их жизненного цикла.

В Российской Федерации официальным стартом работ по автоматизации этой области деятельности можно считать принятие Росавтодором в 1997 г. Концепции построения комплексной системы информационно-телекоммуникационного обеспечения дорожной отрасли. Тогда же при Российской ассоциации территориальных органов управления автомобильными дорогами была создана комиссия по информатизации, занимавшаяся среди прочего вопросами создания единого стандарта на представление данных об автомобильных дорогах в базах данных (БД) и ГИС (в то время идеи инфраструктур пространственных данных еще не нашли широкого понимания, а потому стандартизировать пытались внутренние форматы данных). На волне энтузиазма по поводу возможностей БД и ГИС во многих органах управления территориальными дорогами в 1990-х годах были созданы и до сих пор эксплуатируются информационные системы, охватывающие широкий спектр задач эксплуатации автомобильных дорог.

Однако опыт успешного применения БД и ГИС в ряде управлений не получил повсеместного распространения, в том числе и на федеральном уровне. Это, в частности, обусловлено разделением отрасли по бюджетному подчинению на федеральный, территориальный, муниципальный и частный уровни, а также тем, что Росавтодор не заинтересован во внедрении БД и ГИС в связи с отсутствием явной экономии средств. В итоге Федеральное дорожное агентство не стандартизировало и не применяет БД и ГИС. Как следствие, территориальные органы управления дорогами (хотя Росавтодор им формально не указ) также не внедряют ГИС.

Ситуация начала существенно меняться лишь в последние годы, и причиной тому стало дошедшее до пределов возможного противоречие между современными требованиями к рациональной организации деятельности и существующим положением в отрасли.

Во-первых, в дорожном хозяйстве всегда присутствовало многократное дублирование процедур. Начинается все с геодезических работ, которые выполняются с нуля при любом строительстве, ремонте или реконструкции. Результаты изысканий, заказанных управлениями дорог инженерными фирмами (диагностика, паспортизация), сдаются заказчику, но не передаются подрядчикам, занимающимся

эксплуатацией дорог. Поэтому последние самостоятельно и без какого-либо методического контроля выполняют диагностику и планируют содержание и ремонт в рамках общего бюджета, выделенного заказчиком.

Многие виды работ частично пересекаются. Так, процедура паспортизации предполагает измерение неизменных параметров дороги, которые уже были оценены при проведении диагностики, дислокации (проектирование организации движения), проектировании строительства, реконструкции и ремонта или в целях создания кадастра.

Более того, вызывает сомнение сама необходимость паспортизации дорог. Зачем регулярно (или многократно) измерять неизменные параметры дороги (длина, ширина, тип покрытия, положение мостов, труб, дорожных знаков и пр.), если эта информация была сформирована по итогам строительства, реконструкции, ремонта, а затем уточнялась в процессе эксплуатации?

Помимо внутриотраслевого дублирования имеется и межотраслевое. В связи с принятием Градостроительного кодекса РФ в 2004 г. и дополняющих его подзаконных актов с 2007 г. перестали действовать технические паспорта автомобильных дорог, которые составлялись дорожными организациями для внутреннего использования в рамках процедуры паспортизации дорог. Параллельно Роснедвижимость потребовала привлекать к выполнению работ по постановке на кадастровый учет участков автомобильных дорог только аккредитованные фирмы. А так как аккредитация новых фирм была приостановлена, то три года в отрасли монопольно действовали Ростехинвентаризация и местные бюро технической инвентаризации. Реально все паспорта (внутренние дорожные и технические для Роснедвижимости) составляются одними и теми же фирмами, но цена паспортизации для владельцев дорог увеличилась, как минимум, вдвое (хотя известны факты завышения цен в 20 раз!).

Во-вторых, доступ к существующим данным и их обработка достаточно сложны. Зачастую судьба создаваемой по итогам паспортизации, диагностики, кадастровых работ, дислокации, проектирования, строительства и иных действий информации — «кануть в Лету», так как она передается заказчику либо в бумажном виде, либо в частных несовместимых форматах.

В-третьих, отсутствует точное позиционирование объектов на дороге, приводящее к проблемам как при эксплуатации дороги, так и при навигации и автовождении. Например, распространенной (и крайне опасной) ситуацией является неверное положение сплошной разметки и знаков запрета обгона, обусловленное тем, что проект дисло-



кации (размещение разметки, знаков и пр.) делала одна инженерная фирма в своей линейной системе координат с использованием своих измерительных устройств, а нанесение разметки и установку знаков — другие фирмы с несовместимыми по отношению к проектировщику средствами измерения.

В-четвертых, в функции Росавтодора входит ведение реестра **всех** автомобильных дорог нашей страны. Однако совершенно непонятно, как и в каком объеме его вести. В 2009 г. было принято решение на каждый титул (дорогу) собирать и архивировать информацию в сокращенном виде на электронных и бумажных носителях. Это потребует ежегодно формировать несколько километров стеллажей с карточками дорог.

В-пятых, использование зарубежного опыта управления дорожными данными могло бы, по оценкам российских специалистов, существенно уменьшить затраты на инженерные работы, однако для этого необходимо кардинально изменить ряд технологических процессов во всей отрасли отечественного дорожного хозяйства.

В 2007 г. идея комплексного применения ГИС и БД для пересмотра процедур паспортизации, диагностики, кадастра и прочих была поддержана на уровне руководства Росавтодора. В 2007 и 2008 гг. экспертная группа Российской ассоциации территориальных органов управления автомобильными дорогами и руководство Росавтодора выезжали на стажировки в Швецию как признанный европейский центр информационного обеспечения дорожной отрасли. По итогам стажировок было принято решение начать комплексное применение информационных технологий ГИС/САПР/БД/ГНСС на всех этапах жизненного цикла дорог.

В 2009 г. стартовал пилотный проект создания ГИС федеральных автомобильных дорог (заказчик Росавтодор). Экспериментальными зонами были выбраны дороги М1 (Москва — Минск) и М53 (участки Новосибирск — Юрга — Кемерово и Юрга — Томск).

Основной целью проекта является демонстрация возможности создания полноценной ГИС автомобильных дорог на основе принципов формирования инфраструктур пространственных данных, используемых в дорожном хозяйстве за рубежом (в первую очередь в Европе). В проекте планируются создание предварительных спецификаций на модели данных, совместимых со стандартами Директивы INSPIRE и EuroRoads, разработка при-

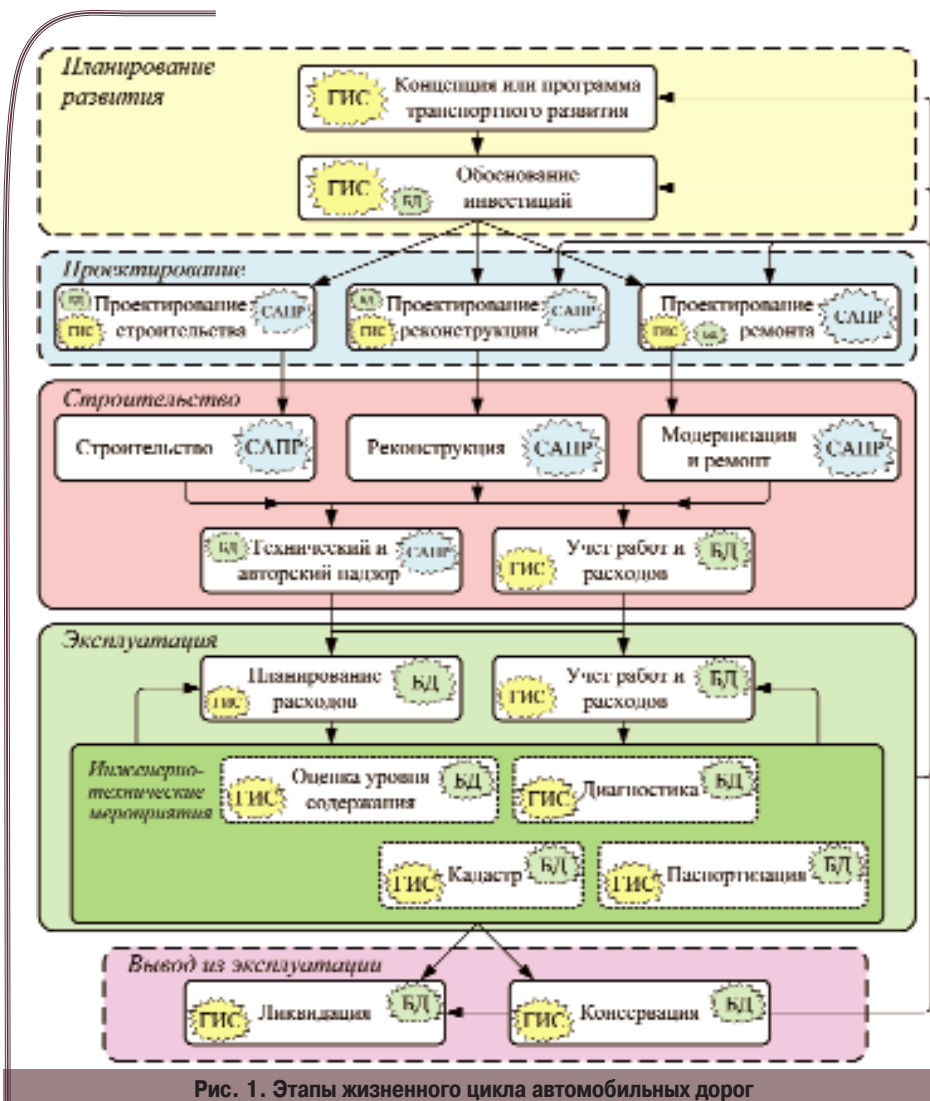


Рис. 1. Этапы жизненного цикла автомобильных дорог

кладного программного обеспечения и наполнение его данными в пределах пилотных зон.

Подробное техническое описание проекта — тема отдельной публикации. Ниже представлен обзор текущего состояния работ по автоматизации дорожной отрасли.

Основной целью создания ГИС автомобильной дороги является формирование ее модели для устранения многократного дублирования работ (изыскания, паспортизация, дислокация и т. д.) и поддержки принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла дороги — от планирования и проектирования до строительства и эксплуатации (рис. 1).

Основными классами программных продуктов, используемых в отрасли и имеющих явную географическую составляющую, являются:

1. САПР автомобильных дорог. Этот класс продуктов наиболее широко представлен на российском рынке, причем многие отечественные разработки не уступают зарубежным. В России доминируют три САПР — CREDOIII («Кредо-Диалог», Белоруссия), IndorCAD («ИндорСофт», Томск; рис. 2) и Robur («Топоматик», Санкт-Петербург), за рубежом — AutoCAD Civil 3D (Autodesk), MicroStation, MXRoad, Roads, InRoad (Bentley Systems, США), Plateia (CGS plus, Словения), CARD/1 (IB&T, Германия).

Исходной информацией для этих систем служат данные геодезических изысканий и отчасти карты местности. На выходе формируется трехмерная модель дороги.



В России она превращается в рабочие чертежи для строительства, а затем утилизируется как макулатура, за рубежом используется для автоматизированного управления дорожной техникой. В составе ГИС дорог эти данные представляют интерес с точки зрения контроля качества выполненных работ (в рамках исполнительной съемки дорог) и дальнейшего регулярного (ежегодного в рамках диагностики) контроля геометрических параметров дороги.



Рис. 2. Система проектирования дорог IndorCAD



Рис. 3. Микро моделирование сети дорог Кемерово в пакете VISSIM



Рис. 4. Макро моделирование сети дорог Томска в пакете IndorTraffic

2. Системы моделирования транспортных потоков. На мировом рынке представлено множество систем для микро- (на уровне отдельных машин для конкретных дорог, развязок или кварталов) и макро моделирования (на уровне обобщенных потоков транспорта для целых городов и регионов) транспортных потоков. Это VISUM и VISSIM (PTV AG, Германия), GETRAM/AIMSUN (Transport Simulation System, Испания), Paramics (Quadstone Paramics, Великобритания) и многие другие (рис. 3, 4). Несмотря на наличие в России своей научной школы по моделированию потоков, нет ни одного отечественного продукта, имеющего существенное распространение по стране. Наиболее активную позицию на российском рынке занимает компания PTV AG (Германия).

Цель работы систем этого класса — определение нагрузки на дорожную сеть при заданных ее параметрах с учетом спроса на перевозки.

Применение таких систем в дорожной отрасли в явном виде регламентируется ведомственной инструкцией по прогнозированию интенсивности транспортных потоков.

Исходными данными служат детальная полосовая модель дорожной сети (ключевыми являются не оси дорог и полосы, а именно полосы с явным заданием их смежности для моделирования возможности перестроения машин), а также результаты наблюдений за реальными транспортными потоками, получаемые автоматически или вручную.

Транспортные расчеты используются в САПР дорог для выбора структуры сети дорог: топологии, числа полос и расчетной прочности дорожной одежды.

3. Системы стратегического планирования транспортных инвестиций. Всемирный банк уже многие годы финансирует создание систем, которые помогли бы в выборе наиболее оптимальных конфигураций транспортных сетей и планировании инвестиций. Ключевыми разработками являются продукты HDM-4, RED, ROCKS. В какой-то степени их можно считать расширенными системами моделирования транспортных потоков с функцией прогнозирования социально-экономического эффекта от инвестиций в автомобильные дороги.

По сравнению с системами моделирования транспортных потоков в состав исходных данных дополнительно включены технические характеристики дорог и социально-экономические сведения о регионе.

Во многих странах мира продукты серии HDM-4 являются незаменимыми на этапе планирования развития сетей дорог, при проектировании, а также в процессе эксплуатации при планировании текущих и капитальных ремонтов.

4. Базы дорожных данных. В этих системах аккумулируется информация о состоянии дороги (ровность, прочность, сцепление, дефекты, обустройство). На федеральном уровне используется отраслевой автоматизированный банк дорожных данных (АБДД «Дорога»), в регионах — системы «Титул-2005» («Титул-2005», Саратов; рис. 5), IndorInfo/Road («ИндорСофт», Томск), RoadSoft («Компалекс», Тверь), RoadOffice («ДорСиб», Томск) и другие решения.

Особенностью данных систем является представление информации по дорогам в пикетажной (линейной) системе координат (пикетаж — расстояние от начала дороги или очередного километрового столба с учетом смещения от оси дороги). Точность такого представления со-



ставляет 5 м на 1 км пути (на реальных объектах накапливаемая ошибка достигает километров). Этого достаточно для локализации объекта на дороге, но недостаточно для решения многих задач, в том числе связанных с определением объемов работ и их финансированием.

В большинстве сценариев для работы с этими системами пользователю не нужно явное картографическое представление дорог, однако использование для объектов во внутреннем представлении глобальных координат вместо пикетажных имеет существенный потенциал для совершенствования процесса управления дорогами. Особую сложность представляет «рубленный» пикетаж, когда расстояние между километровыми столбами существенно отличается от 1 км (встречаются значения от 0,5 до 2 км), например, пикетаж 25 + 1500 = 25 км + 1500 м < 26 км. Еще одной проблемой является картографическая аппроксимация оси дороги ломаной линией, приводящая к сокращению истинной длины дороги (характерно для дорог низких категорий с малыми радиусами поворотов и большими вертикальными уклонами), изначально запроектированной в виде пространственных гладких кривых.

5. Системы видеопаспортизации автомобильных дорог. В последние годы процесс диагностики автомобильных дорог стал сопровождаться их видеосъемкой. Это выгодно как исполнителям (часть полевых работ можно заменить камеральными), так и заказчикам (проще принимать решения по планированию содержания и ремонтов).

То, что сегодня можно увидеть на сайте *maps.google.com* в сервисе видеопрогулок по улицам городов, уже давно (с 1990-х годов) и успешно применяется дорожниками во многих странах мира, в том числе и в России (рис. 6).

Технически видеосъемка выполняется с помощью высококачественных Web-камер, бытовых Web-камер (плохой динамический диапазон световосприятия) и бытовых видеокамер (недостаточное разрешение изображения в движении).

На одной дорожной лаборатории устанавливаются 1–5 камер (высокий обзор вперед, вправо, влево, назад; обзор на высоте 120 см для оценки видимости). На основе видеоизображения можно уточнить качественный состав объектов на дороге и состояние покрытия. Кроме того, зная характеристики камеры, с использованием последовательных кадров можно измерить основные параметры дороги (ширина, положение и размеры объектов обустройства).

Отдельные дорожные лаборатории оснащаются линейными лазерными сканерами (имеют мало общего с широко распространенными геодезическими лазерными сканерами), что позволяет накладывать лазерные сканы на видеоизображение и выполнять измерение геометрии дороги с высокой точностью (рис. 7).

Видеопаспорта автомобильных дорог незаменимы для оценки изменения состояния дороги в ретроспективе. В настоящее время они рассматриваются как дополнение к банкам дорожных данных.

6. Информационно-эксплуатационные системы автомобильных дорог. Эти системы являются дальнейшим развитием банков дорожных данных, они автоматизируют функции планирования, контроля выполнения и приемки различных работ (содержание, ремонт, капитальный ремонт, реконструкция и строительство). Важным отличием от обычных банков дорожных данных яв-

ляется явная темпоральность моделей данных объектов дороги: для каждого объекта должна храниться полная хронология проводимых над ним действий: обследований, ремонтных работ и т. д. (рис. 8).

Из отечественных систем такого рода имеет смысл отметить IndorInfo/Road и RoadSoft. Геоинформационная составляющая в них является вторичной и входит как составной элемент в подсистему паспортов автомобильных дорог.

7. Системы проектирования организации дорожного движения. Проект организации дорожного движения (дислокация) является составной частью проекта ав-



Рис. 5. Паспорт автомобильной дороги в форме линейного графика в системе «Титул-2005»

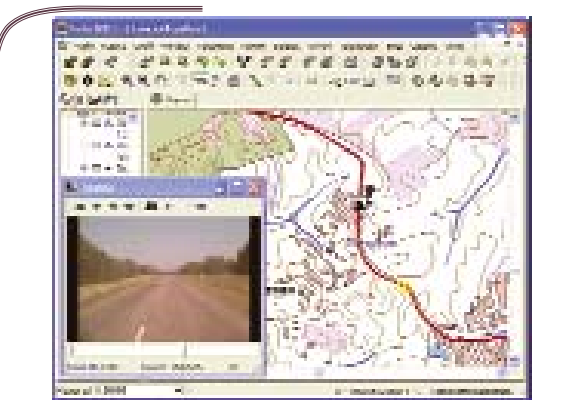


Рис. 6. Просмотр видеорядов IndorVideoRow в ГИС



Рис. 7. Подготовка модели дороги для проектирования ремонтов в IndorCAD



томобильной дороги, создаваемого для ее строительства, реконструкции, капитального ремонта. Кроме того, проект организации движения может быть выполнен отдельно по результатам очередной диагностики дорог, в связи с изменением интенсивности движения, аварийности или нормативной базы.

В состав дислокации обязательно входят схемы размещения дорожных знаков, дорожной разметки, ограждений, столбиков, светофоров, освещения, а также рекомендательно схемы тротуаров, пешеходных дорожек и автобусных остановок.

Если дислокация выполняется в рамках полноценного проекта, то используются возможности общей САПР автомобильных дорог (см. п. 1). Однако значительно чаще проект организации движения создается отдельно.

Исходными данными для систем проектирования организации дорожного движения служат результаты упрощенного обследования дороги (ось, уклоны, радиусы кривизны, высота насыпи), сведения об аварийности, а также видеопаспорта (в дислокации очень важна визуальная оценка расстояния видимости).

Результаты дислокаций являются уникальным источником информации для создания цифровых навигационных карт, тем более что они проведены почти на всех дорогах страны. Хотя дислокации практически всех федеральных, территориальных и многих местных улиц и дорог создаются компьютерными средствами, в электронном виде и в согласованных форматах данных нет. Весь вопрос в унификации требований к формату сдачи дислокации заказчику.

8. Контрольно-диспетчерские системы выполнения подрядных работ. Для контроля выполнения контрактов по содержанию дорог, заключенных между органами управления дорожным хозяйством (ОУДХ) и подрядчиками, во многих случаях целесообразно применение спутниковых технологий. Например, для контроля

регулярности уборки, полива, посыпки солью на технике устанавливаются приемники GPS, а на рабочих органах — соответствующие датчики. По каналу связи данные передаются в диспетчерский центр ОУДХ.

Внедрение таких систем позволило, с одной стороны, значительно сократить приписки к объемам выполненных работ, а с другой — дало повод к объективному пересмотру действующих нормативов на содержание дорог.

9. Прочие инженерные системы ОУДХ. Это — метеорологические системы, системы учета и контроля дорожно-транспортных происшествий, тяжеловесных и негабаритных грузов.

10. Интеллектуальные транспортные системы. Под ними понимается широкий спектр систем, предназначенных для оптимизации транспортных перевозок (повышение эффективности, топливной экономичности и безопасности, снижение экологического воздействия на окружающую среду), в том числе:

- системы автоматического регулирования дорожного движения;
- системы оповещения о транспортной ситуации («пробках»);
- системы оплаты проезда по дорогам;
- интеллектуальные логистические системы.

С точки зрения федеральных и территориальных ОУДХ, такие системы практически не востребованы, так как оптимизировать перевозки на собственных объектах, которые не являются плотными сетями дорог, нет смысла.

В настоящее время интеллектуальные транспортные системы могут найти применение в крупных и крупнейших городах, где уровень загруженности дорог существенно превысил нормативный.

11. Навигационные/диспетчерские системы бытового назначения. Общее количество выпущенных в мире персональных навигационных систем уже исчисляется сотнями миллионов. Однако органами управления дорожным хозяйством любых уровней такие системы, в том числе и навигационные, не востребованы, так как они не решают ни одной задачи, указанной в уставе Росавтодора или ОУДХ.

Большинство из перечисленных выше классов программных продуктов развивается достаточно независимо, уровень их интеграции низок, процесс взаимного обмена данными не автоматизирован. Интересна стоимость вопроса создания навигационных карт России силами Роскартографии при условии, что геометрия большинства дорог давно измерена и лежит в недрах ОУДХ различных уровней!

Надо отметить, что за рубежом ситуация несколько лучше: работы по интеграции разрозненных систем ведутся с начала 2000-х годов. Лидируют Швеция, Норвегия, Финляндия, Германия, Франция, Великобритания, США. В этих странах созданы единые централизованные базы дорожных данных и множество интегрированных прикладных систем. Однако и там интеграция охватывает не более половины перечисленных выше классов систем. России же только предстоит пройти по этому пути. Приступая к стандартизации дорожных данных, страны Евросоюза договорились делать это согласованно, что привело к старту в 2004 г. проекта EuroRoadS в рамках Директивы INSPIRE. Хотелось бы и в Российской Федерации создать аналогичную инфраструктуру дорожных данных (RusRoadS). ☉

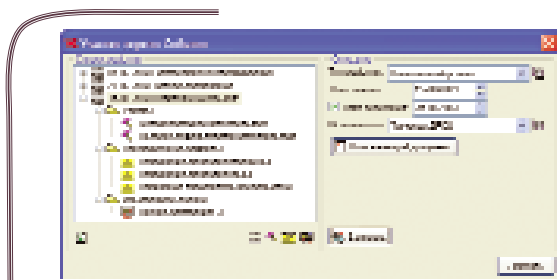


Рис. 8. Документирование событий

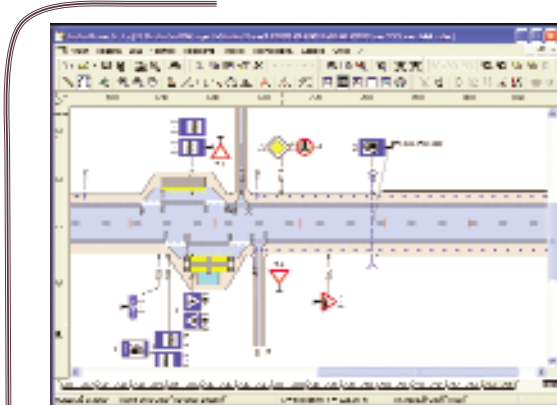


Рис. 9. Проект организации дорожного движения (дислокация)