

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

В.В. Филиппов (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина)

В 1959 г. окончил дорожно-строительный факультет Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (Харьковский автомобильно-дорожный институт — ХАДИ) по специальности «автомобильные дороги» с присвоением квалификации «инженер путей сообщения». После окончания института работал в СУ № 6 треста Донецкдорстрой (Енакиеве, Украина) дорожным мастером, директором асфальто-бетонного завода, начальником производственно-технического отдела и и. о. главного инженера. С 1962 г. работает в ХАДИ младшим научным сотрудником, аспирантом, ассистентом, доцентом, заведующим кафедрой геодезии и строительного черчения, профессором кафедры изысканий и проектирования дорог, с 1994 г. по настоящее время — профессор кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог.



▼ Первоочередные задачи развития дорожной отрасли

Темпы развития дорожной отрасли в настоящее время существенно отстают от темпов роста экономики и уровня автомобилизации. Поэтому высок износ значительной части автомобильных дорог и неудовлетворительны их технический уровень и эксплуатационное состояние. Сложившаяся за многие годы конфигурация дорожной сети не оптимальна, имеет ярко выраженную радиальную структуру, что приводит к значительному перепробегу автотранспортных средств, а плотность сети низка по сравнению с развитыми странами. Из-за высокого уровня издержек и стоимости автомобильных перевозок транспортная составляющая в конечной себестоимости продукции достигает 15–20% против

7–8% в странах с развитой экономикой. Аварийность и смертность на дорогах чрезвычайно высоки (7–8 тыс. в год дорожно-транспортных происшествий (ДТП) со смертельным исходом на Украине и 30–35 тыс. в год в России) и в значительной степени обусловлены низким техническим уровнем дорог, их неудовлетворительным эксплуатационным состоянием. В этих условиях основными задачами развития дорожной отрасли являются сохранение и модернизация уже существующих дорог, преодоление тенденций к разрушению дорожной сети, приоритетная модернизация и развитие опорной дорожной сети, в первую очередь, автомагистралей в составе международных транспортных коридоров, а также дорог, обеспечивающих целостность экономического пространства и связи между регионами.

Решение указанных задач требует в значительной степени не только дефицитных финансовых, материальных, трудовых и прочих ресурсов, но и развития информационных технологий в дорожной отрасли. Актуальна необходимость качественных изменений на всех стадиях сбора, обработки и упорядочения информации, на всех этапах непре-

рывной спирали жизненных циклов развития как самой дороги, так и ее сооружений — изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и снова изысканий для проектирования, реконструкции, ремонта и т. д.

▼ Геоинформационные системы (ГИС) и системы автоматизированного проектирования (САПР) — основные системы обработки информации в дорожной отрасли

В дорожной отрасли ГИС используются при решении управленческих задач, в том числе для планирования развития дорожных объектов, распределения ресурсов, обоснования объемов и сроков работ. Средствами ГИС обеспечивается обработка информации о техническом уровне и эксплуатационном состоянии автомобильных дорог и их сооружений: путепроводов, мостов и других сооружений мостового перехода, искусственных сооружений (малых мостов и труб, тоннелей, галерей, подпорных стен и т. п.), зданий дорожной и автотранспортных служб, технических средств организации движения и пр. При создании ГИС мониторинга автомобильных дорог используются специализированные программные продукты, а основой служат автоматизиро-

ванные банки дорожных данных, данные электронных паспортов дорог, результаты обработки данных в различных системах.

Средствами САПР решаются задачи проектирования новых дорог, реконструкции и ремонта существующих. В принципе, ГИС и САПР должны обмениваться информацией. Однако практическая реализация этого принципа затрудняется рядом методологических, организационных, технических и других проблем.

Так, например, различна методология решения задач управления и эксплуатации дорог, проектирования и строительства. В задачах управления и эксплуатации дорог, в основном, оптимизируются функциональные, потребительские свойства дороги, т. е. безопасность, удобство и эффективность движения, для чего нужна макромодель дороги и дорожных сооружений. В меньшей степени нужна информация об объекте в виде детальных чертежей, спецификаций и т. п. В большинстве существующих САПР, и это можно признать их основным недостатком, в первую очередь, решаются задачи проектирования объекта в виде детальных чертежей, спецификаций, таблиц, ведомостей объемов работ и т. д. для обеспечения строительства. Во вторую очередь, но далеко не всегда, оптимизируются функциональные, потребительские свойства дороги. Необходимый для решения этой задачи этап моделирования дороги, в целом, остается незавершенным.

▼ Проблемы совместного использования ГИС и САПР

Полноценному использованию ГИС в дорожной отрасли и их совместимости с САПР мешает укоренившаяся методология моделирования дороги на основе устаревшей формы линейных графиков образца 1950–1960-х гг. По сути, методология линейных графиков положена в основу ГИС мониторинга автомобильных дорог и практически в такое же, очень приближенное представ-

ление о дороге в псевдо-электронных паспортах дорог. Для проектирования ремонта и реконструкции дорог в САПР данные этих паспортов не могут быть использованы из-за несовместимых требований к точности и полноте данных эксплуатационных и проектных документов. Детальность и координатная точность моделей дороги и ее сооружений считается чрезмерно излишней для ГИС мониторинга дорог. А модели дорог, построенные в дорожных ГИС, явно недостаточны по точности и полноте данных для проектирования.

Например, такой показатель эксплуатационного состояния проезжей части, как неровность, является одной из главных причин ДТП и стоит на втором месте в дорожных условиях (после сцепных свойств покрытия). Интегральные оценки ровности проезжей части, используемые в ГИС, вполне достаточны для планирования ремонта. Но для проектирования продольного и поперечного выравнивания проезжей части в проектах ремонтов необходимы детальные цифровые модели дорожного покрытия, возможность построения которых имеется только в отдельных САПР. Анализ накопления и использования данных по ровности, прочности дорожных одежд и других параметров дороги показывает несовершенство банков данных в дорожной отрасли и остроту проблемы потери информации и неоднократного повторения работ по ее сбору и обработке.

Аналогично обстоит дело с результатами измерений многих других параметров технического уровня дороги и ее эксплуатационного состояния. В дорожных ГИС используются точечные измерения грунтово-геологических, физико-механических и эксплуатационных характеристик. Для целей же автоматизированного проектирования такие точечные данные мало пригодны, поскольку не обеспечивают построение непрерывной модели.

Редкие точечные данные приводят к существенному разрыву процесса автоматизированного проектирования и делают результаты проектирования недостаточно достоверными. Новое качество, необходимое для автоматизированного проектирования, эта информация получает только при использовании цифровых методов сбора и обработки информации. Именно такие методы необходимы для построения цифровой объемной геологической модели полосы проектирования дороги. Данные для моделей могут быть получены при инженерно-геологических изысканиях методами георадиолокации, малоглубинного сейсмического и электромагнитного зондирования, электропрофилирования и электроразведки. Например, детальная грунтово-геологическая модель автомобильных дорог, аэродромных покрытий с идентификацией инженерных коммуникаций и оценкой прочности дорожных одежд и грунтового основания эффективно строится с использованием георадаров.

По завершении строительства, реконструкции или ремонта дороги по проектам, выполненным в том числе и в САПР, информация, собранная и обработанная на этапе проектирования, должна быть скорректирована на основе исполнительной съемки. Но исполнительная съемка в большинстве случаев ведется выборочно, в основном, для подтверждения допустимых отклонений параметров дорожных объектов от проектных. Отклонения параметров построенных дорог от проектных могут быть существенными. Так, исследования профессора В.В. Столярова около 600 км дорог в Московской, Саратовской и Самарской областях показали, что радиусы вертикальных кривых в пределах одной кривой могут изменяться в 20 раз и более. В пределах одной кривой в плане ее радиус нередко изменяется в 5–10 раз, а колебание ширины покрытия дости-

гает 1,5–2 м на участке в 1 км. Поэтому без достоверной исполнительной съемки значительная часть объективной информации остается потерянной. Это также приводит к повторным изыскательским работам при проектировании последующих ремонтов и реконструкции дорог.

Для решения проблемы повторности работ и объективности данных о дороге логично при строительстве и эксплуатации дорог сопоставлять цифровую модель строящейся и эксплуатируемой дороги с цифровой моделью дороги (ЦМД), запроектированной в САПР, и фиксировать изменения. Только в этом случае окончательная ЦМД будет достаточно достоверной и может быть передана в ГИС мониторинга дороги. Остается решить проблему конвертирования данных САПР в файлы обменного формата ГИС. Но подавляющее большинство программного обеспечения, на которых базируются САПР автомобильных дорог, не имеют соответствующих программ для такого конвертирования. Поэтому и дорожные ГИС практически не используют результаты САПР, что требует повторного проведения работ по сбору и обработке значительных объемов информации.

Особо следует отметить задачи информационного обеспечения стратегического развития и управления дорожной отраслью. Существуют объективные трудности решения задач управления при ограничениях ресурсов из-за дефицита денежных и натуральных ресурсов и противоречивости критериев оптимизации решений на этапах управления и проектирования. Критерии безопасности, удобства и эффективности движения противоречат критериям стоимости строительства и эксплуатационных затрат. Аналогичная ситуация существует с энергетическими и экологическими критериями. Вид целевой многокритериальной функции для оптимизации решений в задачах управления и проектирования дорог довольно слож-

ный. Поэтому проблема оптимизации решается не составлением аналитической целевой функции, а разработкой технико-экономической модели и последующим имитационным моделированием процессов функционирования дороги с расчетом показателей безопасности и удобства движения, эксплуатационных затрат, энергетических и экологических показателей. К сожалению, далеко не все программные продукты обеспечивают моделирование такого рода.

▼ Проблемы сквозного моделирования и единой информационной технологии

Таким образом, методология сквозного моделирования должна стать ключевой в программных продуктах на всех этапах развития дорожной отрасли — от изысканий и проектирования до эксплуатации, мониторинга и управления, т. е. как в САПР, так и в ГИС. Необходимость создания единой информационной технологии в дорожной отрасли является обязательным требованием ее качественного развития.

В реализации методологии сквозного моделирования в программных продуктах для САПР есть определенные трудности. Во-первых, не все стадии проектирования дорог обеспечены соответствующими программными продуктами. Предпроектные стадии развития дорог включают программу развития дорог (ПРД) и обоснование инвестиций (ОИ), а проектные — инженерный проект (ИП) и рабочие чертежи (РЧ). Практически все известные программные продукты обеспечивают достаточно полное автоматизированное проектирование лишь на проектных стадиях ИП и РЧ. Стадии ПРД и особенно ОИ нуждаются в специализированных программных продуктах.

Во-вторых, несмотря на очевидность необходимости нисходящего моделирования дороги (от ПРД до РЧ), состав и структура модели дороги менее всего определены и формализованы для стратегически важных в раз-

витии дорожной отрасли стадий ПРД и ОИ. Между тем, содержание работ и результаты проектирования на этих стадиях вполне определены. Так, основой для разработки ПРД служат целевые или региональные программы развития автомобильных дорог между крупными административными центрами или грузообразующими объектами. В частности, в ПРД строительства новой дороги сравниваются варианты принципиального направления трассы с учетом изменения зон тяготения, влияния транспортного обслуживания населения, социального и экономического развития и экологической обстановки региона, перспектив использования территорий, изъятия земельных участков, сроков и продолжительности строительства, размеров и экономической эффективности инвестиций. В ОИ на основе транспортно-экономических характеристик района тяготения сравнивают варианты развития дороги: характеристики и оценку вариантов, оценку дисконтированных, транспортных, строительных и эксплуатационных затрат, потерь от ДТП, экологического ущерба, дисконтированного дохода, экономической эффективности инвестиций. В ОИ обосновывают: выбор земельного участка для строительства дороги; технические условия и требования по развитию и эксплуатации дороги на период проектирования и строительства, предусмотренный ОИ; технические параметры дороги и местоположение ее сооружений. Методики обработки информации на стадиях ПРД и ОИ достаточно апробированы, поэтому задачи моделирования дороги ясны, и разработка программных продуктов для них не может быть сложной.

▼ Проблемы развития методологии проектирования в САПР

Многие проблемы развития САПР являются результатом накопившихся противоречий в методологии проектирования, закрепленной в строительных нор-

мах и правилах, Государственных стандартах, с требованиями заказчиков и строителей. Так, проблема совершенствования программных продуктов для стадий ИП и РЧ в значительной степени определяется укоренившейся методологией скорее не автоматизации, а «механизации» проектно-изыскательских работ. Многие программы просто копируют традиционные методы «ручного» проектирования. Примером может служить трассирование автомобильных дорог. На этапе полевых изысканий в большинстве случаев, а при изысканиях для реконструкции существующих дорог — практически всегда, геодезисты трассируют по выбранному направлению, т. е. линейным методом. Камеральное проектирование выполняется на основе полевых данных, а закрепленная на местности трасса передается заказчику для организации строительства дороги. В принципе, верно, что основные решения по проекту дороги принимаются в поле. Однако вследствие именно линейных изысканий не определяется наилучшее положение трассы на местности, в том числе и по грунтово-геологическим, гидрологическим и другим условиям. В большинстве случаев трассы, закрепленные вершинами углов, точками начала и конца кривых, — это так называемые «жесткие» трассы, плохо вписанные в рельеф местности, не обеспечивающие минимальной стоимости, необходимой безопасности движения, эстетических и экологических свойств и т. д. В этом случае вполне обоснованы претензии заказчика к потребительским свойствам таких трасс. При существующей практике продольного геометрического нивелирования трассы и поперечных профилей полоса съемки ограничена размерами поперечных профилей. Такая полоса местности недостаточна при дальнейшем камеральном поиске окончательного варианта трассы. Исправлять такие полевые трассы в камеральных

условиях невозможно, а повторные полевые работы достаточно дорогостоящие. Таким образом, традиционная практика изысканий и проектирования ориентирована на принятие основных решений по положению трассы именно в пределах узкой полосы, без учета возможностей современных цифровых технологий, интенсивно внедряющихся в полевую и камеральную сферы проектно-изыскательских работ. В то же время современные методы и практика проектирования доказывают, что существенное улучшение качества дорог достигается при их вариантном проектировании на широкополосной цифровой модели местности (ЦММ), которая информативно гораздо богаче, чем данные традиционной линейной съемки. Такая полосная ЦММ создается в полевых условиях с использованием наземных и спутниковых цифровых методов сбора и обработки полевых данных, а также данных дистанционного зондирования (аэро- и космических снимков, воздушного лазерного сканирования и т. п.).

Однако без наличия в программных продуктах различных функций для интерактивного построения любых элементов трассы, отработанных методик использования этого инструментария для трассирования в различных условиях, автоматизированного анализа плавности трассы и ее элементов, методик оценки качества трассы — без всех этих компонентов программный продукт, предназначенный для САПР, будет несовременным и неэффективным.

Еще одна проблема развития САПР автомобильных дорог обусловлена тем, что традиционные методы проектирования «на чертеже» достигли предела, исчерпали возможности дальнейшего совершенствования. В этих методах проектирование идет от чертежей отдельных проекций к пространственной модели объекта. При этом полное представление об объекте, его простран-

ственных и, самое главное, функциональных особенностях, появляется только к концу вычерчивания всех чертежей.

Новый качественный уровень проектирования достигается заменой концепции «от чертежа к модели» на концепцию «от модели к чертежу». Многие атрибуты чертежа, например, всевозможные размеры, рамки, штампы, таблицы спецификаций, разрезы и т. д. мешают целеному восприятию модели проектируемого объекта, снижают ее эффективное, удобное редактирование и качество компьютерной визуализации. В свою очередь, на ряде стандартных чертежей совершенно не нужны многие подробности пространственной и семантической информации, в значительной степени определяющей сущность модели объекта.

Таким образом, в концепции «от модели к чертежу», чертежи и разнообразные таблицы, ранее служившие изначальной основой структуризации и описания проектируемых объектов, теперь рассматриваются только как средство отображения каких-либо специфических проекций и свойств цифровой модели проектируемого объекта (ЦМО). Все атрибуты чертежа теперь сосредотачиваются только в модели чертежа объекта (МЧ). Основные модели в современных САПР — это ЦММ, ЦМО, МЧ. И только из МЧ осуществляется вывод на печать в принятых стандартах их оформления.

Реализация такой прогрессивной методологии проектирования становится возможной, с одной стороны, вследствие насыщения САПР более содержательными, близкими к объективной реальности математическими моделями, с другой, — вследствие совершенствования интерактивных методов работы с моделями проектируемых объектов.

▼ Проблемы обеспечения САПР автомобильных дорог

Существует и ряд других проблем развития САПР автомобильных дорог, в том числе:

— повышение уровня сквозной автоматизации при проектировании (решается в значительной степени за счет совершенствования технического обеспечения САПР);

— повышение уровня качества математического обеспечения САПР (обеспечивается насыщением САПР, с одной стороны, более содержательными, близкими к объективной реальности математическими моделями, с другой — совершенствованием интерактивных методов работы с моделями проектируемых объектов);

— совершенствование программного обеспечения САПР (решается благодаря тесному сотрудничеству специалистов в области дорожного проектирования и программистов);

— повышение уровня качества методического обеспечения САПР (решается за счет совершенствования правил проектирования в САПР, технической документации, методических указаний, пособий и т. п.);

— совершенствование организационного обеспечения САПР (часть проблемы, обусловленная несоответствием уровня программных продуктов и профессионального уровня проектировщиков, решается как за счет совершенствования учебных программ вузов, так и проведения семинаров разработчиками программных продуктов по обучению и сертификации специалистов).

Решение поднятых в статье проблем, по моему мнению, позволит перейти к качественно новому уровню развития дорожной отрасли. Создание единой информационной технологии обеспечит комплексное решение задач стратегического планирования, проектирования, строительства, эксплуатации и управления автомобильными дорогами и их инфраструктурой. Для этого необходимо направленное развитие всех сторон научно-практической деятельности проектно-изыскательских, строительных и эксплуатационных организаций, разработчи-

ков программного обеспечения. Немаловажным фактором является участие в данном процессе учебных заведений, которые обеспечивают отрасль квалифицированными специалистами, способными с максимальной эффективностью использовать и развивать информационные технологии.

RESUME

The matter of concern in developing the road industry calls for the developing information technologies. An analysis is given on using the GIS and CAD systems as the main information processing systems in the road industry. It is shown that many problems of the road network development are solved due to the GIS and CAD integrated usage, an end-to-end planning of a road and the relevant engineering constructions and improvement of both the methodology of an automated designing and technical, mathematical, software, methodological and organizational support of the motor road CAD.

Аэрофотосъемка
Фотограмметрия

Лазерное сканирование
3D моделирование

3D моделирование

ЦПГЕО
ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

www.cpgeo.ru тел.: 411-04-20, 411-03-50, факс: 744-49-17 office@cpgeo.ru