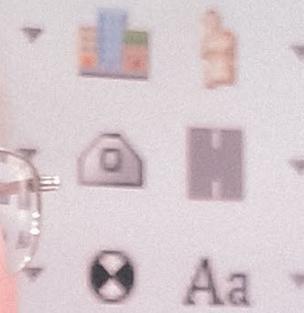




IndorCAD 9

Модель трассы

Обустройство



Фигуры Сопря

Ситуация

Геометрия

нужную функцию

геометрические для вспомога

ность



тки  
ёмов

Формир  
по трассам

Динамическая г

ласти и по сетке  
ания/выравни  
ской п

элементов



М  
расст

# С чего начинается Родина? С трассы в САПР АД

Персона: Федотов Г.А., зав. кафедрой «Геодезия и геоинформатика» МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва)

Интервьюировал: Бойков В.Н., профессор МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва), председатель совета директоров группы компаний «Индор» (г. Томск)

Фото: Бойков В.Н., Неретин А.А.

*С чего начинается Родина?*

*С трассы в САПР АД.*

*С хороших и верных дорожников,  
Дорог всегда и везде.*

*А может она начинается*

*С науки в проектах дорог?*

*С учебника главного нашего,*

*Что знает дорожник любой.*

*С момента создания первой отечественной системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) не прошло и полувека, но этот факт уже реально становится историей. Очень важно, что мы ещё из первых уст создателей-творцов что-то можем узнать о том времени, а также узнать об их видении развития САПР АД на современном этапе. В этот номер нашего журнала в качестве Персоны мы пригласили и беседуем с основоположником отечественных САПР АД в научном и методическом плане — Федотовым Григорием Афанасьевичем — заведующим кафедрой «Геодезия и геоинформатика» Московского автомобильно-дорожного государственного университета (МАДИ). Примечательно, что его учебник по САПР АД, выпущенный в далёком 1986 году, до сегодняшнего дня является базовым при подготовке инженеров-дорожников не только в России, но и в ряде других стран мира.*

ФЕДОТОВ Григорий Афанасьевич, доктор технических наук, профессор, академик РАТ, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, родился в Москве в 1940 г. Окончил среднюю школу в 1958 г. и в том же году поступил на Дорожно-строительный факультет МАДИ, который с блеском закончил в 1963 г.

С 1963 по 1971 г. работал на изысканиях и проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов инженером, старшим инженером, начальником изыскательской партии и главным инженером экспедиции ГПИ Союздорпроекта Минтрансстроя СССР. В 1970 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук в МАДИ. В 1971 г. в связи с началом проектирования моста через реку Амударью в Хайратоне на границе с Афганистаном, переведён на должность главного специалиста ГПИ Гипротрансмоста Минтрансстроя СССР, где разработал математическую модель мостовых переходов и комплексную программу «Гидрам-3», до настоящего времени широко используемую в практике проектирования мостовых переходов.

За время работы на производстве в Союздорпроекте и Гипротрансмосте принимал участие в изысканиях и проектировании десятков автомобильных дорог и мостовых переходов на территории СССР и за рубежом. В 1978 г. переведён на должность доцента, а затем профессора кафедры «Изыскания и проектирование дорог» МАДИ. В 1979 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора технических наук.

В 1985 г. переведён на должность заведующего кафедрой «Геодезия и геоинформатика» МАДИ, где и работает по настоящее время. Подготовил более двух десятков кандидатов и двух докторов технических наук.

Имеет более 100 публикаций, в том числе фундаментальные справочники, монографии, учебные пособия и учебники [1-10], на которых выучилось не одно поколение дорожников.

В 1966 г. на изысканиях автомобильной дороги Пермь-Оса впервые в СССР при трассировании применил принцип «гибкой линейки» и сформулировал современные принципы клогоидного трассирования. В своей педагогической деятельности с тех пор последовательно исповедовал принцип «гибкой линейки» взамен во многом порочного принципа «тангенциального трассирования».

С 1966 г. принимал участие в разработке систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них (САПР АД), рассматривая САПР как принципиально новую технологию изысканий и проектирования, которая базируется на использовании совершенно новых методов проектирования, основанных на принципах математического моделирования и математической оптимизации проектных решений.

Закономерный переход на САПР АД повлёк за собой и коренную ломку технологии и методов изысканий автомобильных дорог, которые ныне выполняют не вдоль априори выбранной трассы,

а на широкой полосе её варьирования с соответствующим многократным увеличением объёмов информации о местности, которая, однако, должна собираться в те же фиксированные сроки и с не меньшей точностью, что потребовало широкого использования высокопроизводительных и точных технических средств и методов сбора исходной информации (аэрокосмические методы дистанционного зондирования, электронная тахеометрия, наземное и воздушное лазерное сканирование, подповерхностная радиолокация и т.д.).

Анализируя зарубежный опыт, Г.А. Федотов неоднократно отмечал, что одной из актуальнейших задач создания и совершенствования современных САПР АД является разработка аналитических методов обоснования полосы варьирования трассы. У нас в стране попытки создания аналитического метода обоснования полосы варьирования трассы уже делались (Г.Д. Румянцев), однако, к сожалению, дальнейшего развития эти работы не получили. Весьма перспективной в связи с этим до сих пор является идея создания «экономической лощины» местности, предложенной в свое время А.П. Поповым (г. Волгоград).

Исторически так сложилось, что достижение трёх основных статей экономического эффекта, получаемых в связи с переходом на САПР АД (повышение производительности труда проектировщика с повышением качества подготовки проектно-сметной документации, снижение сметной стоимости и материалоёмкости строительства, повышение качества проектируемых объектов — транспортно-эксплуатационных показателей

автомобильных дорог) у нас в стране, в отличие от зарубежного опыта, велось по пути создания новых методов проектирования, основанных на использовании принципов математической оптимизации проектных решений и принципов математического моделирования.

Уже на начальном этапе перехода на САПР АД при непосредственном участии и под руководством Г.А. Федотова было создано большое количество оптимизационных методов и программ, в том числе предназначенных для проектирования оптимальных трасс автомобильных дорог с использованием идеи «экономической лощины» (А.П. Попов), для проектирования оптимального продольного профиля автомобильных дорог методом «граничных итераций» (Е.Л. Фильштейн), для проектирования оптимальных дорожных одежд (Б.М. Наумов, М.Л. Гольденберг), для разработки оптимальных мостовых конструкций (проф. П.М. Саламахин), для проектирования оптимальной системы дорожного поверхностного водоотвода (П.С. Пракаш). Эти и им подобные методы дают существенный экономический эффект в связи со снижением сметной стоимости и материалоёмкости строительства. Несмотря на прошедшие десятилетия, актуальность заложенных подходов не утрачена до сих пор.

В практике отечественного автоматизированного проектирования дорог находят применение большое количество математических моделей, описывающих те или иные явления и процессы: модели стока с водосборов тальных вод (проф. К.Н. Макаров), стока ливневых вод (проф. И.В. Чистяков),

работы малых водопропускных сооружений по пропуску паводков (М.А. Лева), транспортных потоков (проф. В.В. Сильянов), загрязнения придорожной полосы транспортным шумом (проф. П.И. Поспелов), мостовых переходов (проф. Г.А. Федотов), развязок движения (В.А. Федотов) и т.д.

В рамках системного автоматизированного проектирования методы проектирования, основанные на использовании принципов математического моделирования, позволяют резко повысить надёжность объектов строительства и, кроме того, их использование совершенно необходимо при оценке полученных проектных решений для выявления слабых (или ошибочных) сторон проекта, а также для их устранения при проектировании ещё до начала строительства объекта и введения его в эксплуатацию.

Важнейшим этапом системного автоматизированного проектирования является оценка полученных проектных решений по широкому кругу показателей с их последующей корректировкой. Одним из важнейших показателей оценки качества автомобильной дороги является зрительная ясность и плавность трасс, оценку которых с 1941 г. по предложению доктора В. Ранке традиционно производят построением перспективных изображений (центральных проекций) контролируемых участков проектируемых автомобильных дорог либо построением киноперспектив.

Как показали исследования академика АН СССР Б.В. Раушенбаха, математически строгая и понятная центральная проекция, которую фиксируют объективы фотоаппаратов

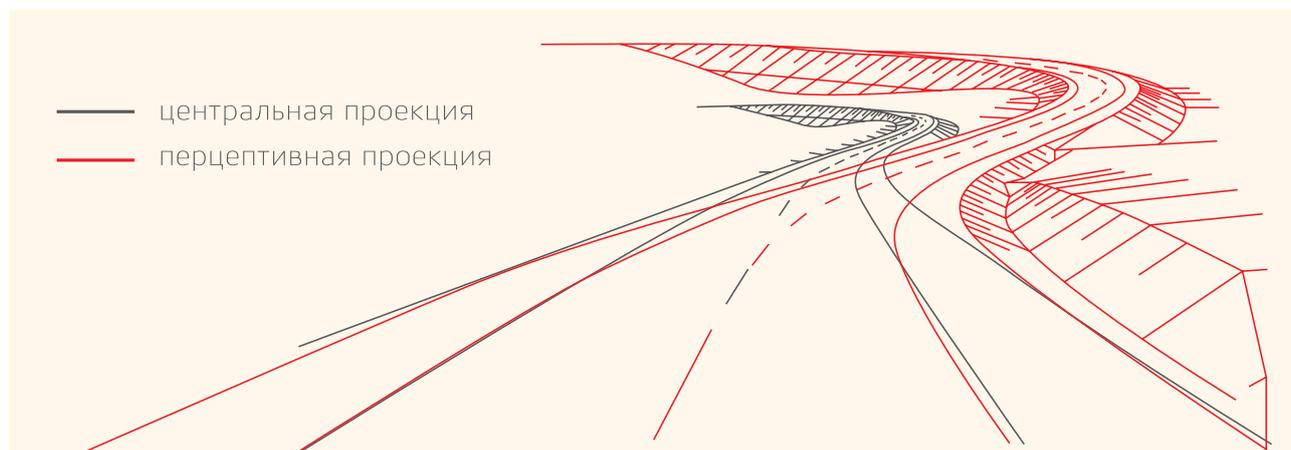


Рис. 1. Наглядное сравнение центральной и перцептивной проекций



и кинокамер, а также сетчатка глаза человека, воспринимается мозгом человека в преобразованном виде. Поэтому формальное использование центральной проекции (а это делается в большинстве САПР) недопустимо, ибо во многом дезориентирует проектировщика. Исследования, выполненные С.Д. Шерстиковым под руководством проф. А.И. Метелкина, показали, что мозг водителя воспринимает не центральную проекцию автомобильной дороги, которую фиксирует сетчатка глаза, а перцептивную проекцию (персерт — воспринимать) (рис. 1).

Поэтому Г.А. Федотов всегда подчёркивал, что о качестве той или иной САПР АД легко судить по тому, используют ли авторы этих систем при оценке зрительной ясности и плавности полотна запроектированной автомобильной дороги формальную центральную проекцию или ту, которую фактически воспринимает мозг человека, — перцептивную проекцию.

Сегодня, наблюдая за эволюцией САПР АД в СССР, России и в мире, Г.А. Федотов вспоминает:

— В 1995 г. я в составе российской делегации был на международной конференции в Непале. Именно тогда мне впервые удалось не понаслышке, а вживую познакомиться с ведущей на тот момент западной системой проектирования автомобильных дорог MOSS (Modeling Of Surfaces with

Strings), которая в настоящее время принадлежит компании Bentley и называется MXROAD. Мной тогда овладели смешанные чувства. С одной стороны, меня неприятно поразила примитивность математических моделей и алгоритмов, лежащих в основе той системы MOSS. С первого же взгляда было понятно, что эта система в основном повторяла давно известную технологию ручного проектирования, но с применением компьютера. И эффект от реального применения был сомнителен. С другой стороны, MOSS, несмотря на отсутствие графического интерфейса, обладала весьма удобным и привлекательным для того времени пользовательским интерфейсом. И для меня было настоящим удовольствием просто работать в этой программе. Существовавшие уже в то время отечественные САПР АД (Кредо и Индор) сегодня имеют намного более мощный, чем зарубежные системы, математический аппарат, что определяет их безусловное конкурентное преимущество не только в России, но и на зарубежном рынке. Этот аппарат был во многом заложен именно в отечественной школе дорожников, к которой я себя с честью отношу. Именно поэтому я уверенно смотрю в будущее отечественной дорожной науки и верю в огромный коммерческий успех российских САПР автомобильных дорог. ■

#### Литература

1. Федотов Г.А. Расчёты мостовых переходов с применением ЭЦВМ. М.: Транспорт, 1977. 208 с.
2. Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1986. 317 с.
3. Федотов Г.А. Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них. М.: ВИНТИ, 1988.
4. Проектирование автомобильных дорог. Справочник инженера-дорожника / Под ред. д.т.н. Г.А. Федотова. М.: Транспорт, 1989. 437 с.
5. Федотов Г.А. Инженерная геодезия (учебник). М. Высшая школа, 2002–2009 (5 изданий). 463 с.
6. Федотов Г.А. Изыскания и проектирование мостовых переходов (учебное пособие). М.: Академия, 2005–2010 (2 издания). 304 с.
7. Справочная энциклопедия дорожника. Том V. Проектирование автомобильных дорог / Под ред. заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д.т.н. Г.А. Федотова и д.т.н. П.И. Поспелова. М.: ФГУП «Информавтор», 2007. 815 с.
8. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Книга 1 (учебник). М.: Высшая школа, 2009. 648 с.
9. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Книга 2 (учебник). М.: Высшая школа, 2010. 520 с.
10. Федотов Г.А., Неретин А.А. Основы аэрогеодезии и инженерно-геодезические работы (учебник). М.: Академия, 2012. 272 с.