

4. Афиногенов, А.О. К вопросу назначения строительно-технологических свойств глинистых грунтов // Вестн. Кузбасского гос. тех. ун-ва, 2009. – № 4. – С. 82-86.

5. Афиногенов, А.О. К вопросу проектирования технологии уплотнения глинистых грунтов // Вестн. Кузбасского гос. тех. ун-ва, 2009. – № 3. – С. 124-128.

6. Афиногенов, А.О. Зависимости для разработки региональных норм плотности глинистых грунтов в насыпях автомобильных дорог // Молодой ученый. – 2010. – № 4. – С. 49-53.

□ Автор статьи:

Афиногенов
Алексей Олегович
- соискатель каф. автомобиль-
ных дорог КузГТУ.
Email: afinogenov@smtp.ru

УДК 625.72

П.А. Елугачев, М.А. Катасонов

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ «КОРИДОР» ПРЕДПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Пространственное трассирование дороги – это процесс соблюдения требований к сочетаниям элементов трассы в пространстве, обеспечивающим ее плавность и ясность направления [1].

С введением Градостроительного кодекса РФ - 190 ФЗ, Постановлением Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. « О составе разделов проектной документации...» проектирование объектов капитального строительства, к которым относится автомобильная дорога, осуществляется в 2 стадии: проектная и рабочая документация при этом упразднена стадия обоснования инвестиций.

В связи с сокращением сроков проектирования требуется принятие «быстрых» проектных решений в соответствии с нормативными требованиями. В этом случае дорожникам помогают системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР), которые широко используются в современных условиях проектно-исследовательскими организациями.

Однако для «быстрых» решений традиционный САПР мало приспособлен, так как при разработке компьютерных моделей автодорог и их сравнении требуется время, сопоставимое со временем разработки нескольких проектов. По этим причинам решения, принимаемые проектными организациями, чаще всего приводят, либо к срыву сроков проектирования, либо исключают возможность вариантного проектирования.

Для вариантного проектирования в помощь проектировщику могут прийти системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог с возможностями вариантного пространственного трассирования или так называемого поиска «коридора решений».

В этом направлении ведутся разработки: в Германии компанией A+S Consult (CAD Corridor-Finder) и в России компанией IndorSoft (CAD IndorCAD/Road).

Вообще преимуществом таких систем вариантного пространственного трассирования являет-

ся «быстрое» проектирование, моментальная визуальная оценка проекта, стоимости и условий движения, а также трехмерное презентационное отображение.

Развитие CorridorFinder и IndorCAD/Road ведется с использованием аналогичных математических моделей – кривых Безье.

Альтернативой существующим подходам к трассированию дорог, когда «склеиваются» различные плоские геометрические элементы (прямые, дуги окружностей, клотоиды), являются сплайны. Это новый математический аппарат вычислительной геометрии, который широко применяется во всех сферах геометрического моделирования. Не вдаваясь в суть построения трасс дорог на основе сплайнов, заметим, что уже запроектировано и построено ряд дорог, в том числе и в России, где при трассировании использовался аппарат сплайнов. Эти дороги отличаются высокой плавностью очертаний и комфортом движения.

Особо следует отметить подмножество сплайнов, так называемые кривые Безье, которые обладают рядом замечательных свойств, приемлемых для целей трассирования дорог. Кривые Безье строятся на основе характеристического многоугольника (в дорожной терминологии – на основе тангенциального хода), но, в тоже время, являются геометрическими функциями в трехмерном пространстве. Это обстоятельство позволяет строить алгоритмы пространственного трассирования дорог на основе этих кривых.

Однако в аналитическом блоке перечисленных САПР есть ряд значительных отличий. Например IndorCAD/Road, в отличие от Corridor-Finder позволяет трассировать в пространстве, с анализом графиков кривизны и кручения.

Кручение – новое геометрическое понятие для трассы автомобильной дороги как кривой в пространстве, но именно кручением кривой можно объяснить многие из явлений зрительного восприятия, которые до сих пор оцениваются и объясня-

ются на основе лишь эмпирических правил. Кручение (T) пространственной кривой определяется формулой:

$$T = R^2 \frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^{3/2}}, \quad (1)$$

где $R=1/\rho$ – радиус кривизны.

Собственно, наличие кручения и характеризует либо это истинно пространственная кривая (например, винтовая линия с постоянными кривизной и кручением [2]), либо (если кручение в каждой точке кривой равно нулю) – плоская кривая, расположенная в пространстве.

Дифференциальную характеристику кручения пространственной кривой удалось связать с зрительной ясностью автомобильной дороги.

Благодаря работам ряда исследователей В.Ф. Бабкова, П.Я. Дзениса, В.Н. Бойкова было выработано эмпирическое правило, при выполнении которого трасса автомобильной дороги получается зрительно ясной. Зрительно ясной трассой считается та, которая образует на участке кривой контур плоского сечения цилиндра или другими словами при условии, когда касательные к началу и концу кривой пересекаются (рис. 1). Иначе кривая называется пространственной.

Необходимо отметить, что это наблюдение является одним из требований норм и правил проектирования автомобильных дорог Германии по приложению 7, RAS-L. «Кривая схода (сечение цилиндра) облегчает распознавание положения характера дороги на участке выпуклой кривой, так как определяемая радиусом в плане и радиусом в продольном профиле пространственная кривая

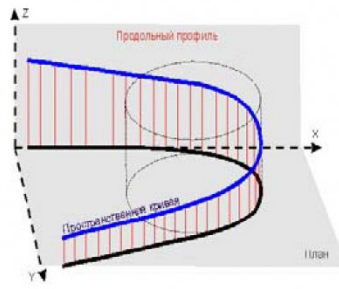


Рис. 1. Пространственная кривая

лежит на наклонной плоскости (рис. 2).

Однако эмпирические правила есть результат визуальных наблюдений и как следствие они могут применяться лишь на этапе, когда автомобильная дорога уже построена и оценить возможно только готовый проект. Как их учитывать при проектировании в САПР?

Опыт проектирования показывает, что искажения на дороге при наблюдении с точки зрения водителя могут быть исправлены или смягчены рациональным сочетанием элементов трассы в плане и профиле, т.е. с помощью пространственного трассирования [3-5].

При анализе проектов дорог можно заметить, что в настоящее время удачные сочетания кривых плана и профиля составляют примерно 2% от их

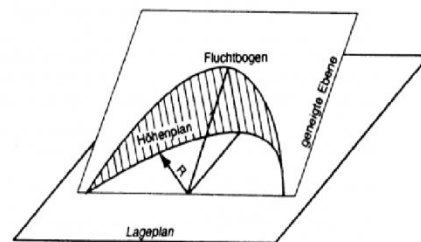


Рис. 2 Пространственная кривая в плоскости – зрительно ясный участок

общего количества и часто могут быть рассмотрены как случайные. Это может быть следствием малого внимания вопросам вариантного проектирования.

В заключение еще раз актуализируем основную идею доклада: в связи с исключением стадии обоснования инвестиций и сокращением сроков проектирования ощущается острая необходимость в разработке систем автоматизированного проектирования с возможностями «быстрого» вариантного пространственного трассирования дорог и такие исследования и разработки успешно реализуются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог // ВСН 18-74/ Мин-автодор РСФСР.-М.: Транспорт, 1975. - 46 с.
2. Елугачев П.А., Шумилов Б.М. Калькулятор кручения автомобильных дорог // Вестник ТомГАСУ, 2007, № 2, с. 135 – 150.
3. Елугачев П.А., Бойков В.Н. Обеспечения оптической ясности и плавности автомобильных дорог при пространственном трассировании // Вестник ТомГАСУ, 2007, № 2, с. 150–162.
4. Елугачев П.А. Пространственное трассирование автомобильных дорог // Мир дорог, 2007, № 7, с. 22–24.
5. Бойков В.Н., Елугачев М.А., Елугачев П.А. Применение кривых Безье при трассировании автомобильных дорог // Наука и техника в дорожной отрасли, 2005, № 3, с. 17–20.

□ Авторы статьи:

Елугачёв
Павел Александрович
- канд.техн.наук, доцент
Томского гос. архитектурно-
строительного университета.

Катасонов
Максим Александрович
- ассистент кафедры АД,
КузГТУ.
E-mail: Katasonov@indor.ru