

Мусяенко И.В., канд. техн. наук, Ткаченко А.Е.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ПО МАКСИМАЛЬНЫМ РАДИУСАМ

Аннотация. В статье был предложен подход к оптимизации трассы автомобильной дороги по максимальным радиусам. Цель данного подхода – автоматизировано найти максимально возможные радиусы для тангенциального хода. Предложен метод единого максимального радиуса при котором разбивка расстояния между углами поворота осуществляется пропорционально величинам углов поворота.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования автомобильных дорог, трасса, радиус в плане, тангенс, угол поворота.

Анотація. У статті було запропоновано підхід щодо оптимізації траси автомобільної дороги за максимальними радіусами. Мета даного підходу автоматизовано знайти максимально можливі радіуси для тангенціального ходу. Запропоновано метод єдиного максимального радіуса при якому розбивк авідстані між кутами повороту здійснюється пропорційно величинам кутів повороту.

Ключові слова: система автоматизованого проектування автомобільних доріг, траса, радіус в плані, тангенс, кут повороту.

Annotation. The approach of road route optimization using maximum radius has been proposed. The purpose of this approach – is to automated find possible maximum radius in plan for tangential course. The method of common maximum radius has been proposed. According to this method, break down of distance between angles of turn is proportional to the angles turn values.

Keywords: computer-aided design of roads, road route, radius in plan, tangent, the angle of turn.

Введение

В дорожно-строительной отрасли в наибольшей степени компьютеризирована сфера проектирования дорог. Компьютеризация этой сферы осуществляется путём внедрения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД). Современные САПР АД включают:

- CAD(англ. computer-aided design/drafting)– технологии автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования;
- CAE (англ. computer-aided engineering) – технологии автоматизации инженерных расчётов;
- CAM (англ. computer-aided manufacturing) – средства технологической подготовки производства.

Современная САПР АД – это организационно-техническая система, которая не замыкается на прикладной программе, а изменяет уровень организации производства проектного продукта.

Следует выделить два основных преимущества внедрения САПР АД в производство:

- 1) улучшение качества проектных решений;
- 2) сокращение сроков проектно – изыскательских работ.

Второе преимущество очевидно, и не требует пояснений. Понятие «качества» проектных решений необходимо рассмотреть более подробно.

Под качеством проектных решений целесообразно понимать проектирование такой пространственной линии трассы, которая бы наибольшим образом отвечала требуемым критериям.

Можно выделить три базовых критерия проектирования пространственной линии трассы автомобильной дороги:

- 1) экономический критерий;
- 2) критерий безопасности движения;
- 3) экологический критерий.

Анализируя, современные наиболее используемые на территории СНГ САПР АД [1-3], можно констатировать тот факт, что, направление улучшения качества проектных решений является очень актуальным. На наш взгляд это связано с тем, что развитие технического обеспечения САПР АД опережает развитие методического обеспечения, вследствие чего должна меняться постановка задачи. Производительность вычислительной техники растёт, и это не может не отражаться на внутренней структуре алгоритмов.

Проектирование трассы автомобильной дороги – многоэтапный процесс. Вариативность прохождения трассы автомобильной дороги между исходным и конечным пунктом зависит от двух базовых факторов:

- 1) необходимость изменения положения оси трассы в горизонтальной плоскости (ситуация, геология);
- 2) необходимость изменения положения оси трассы вследствие рельефных факторов.

Изменение положения оси трассы в горизонтальной плоскости при использовании принятых методов трассирования осуществляется с

использованием принципа полигонального трассирования или принципа «гибкой линейки».

Первый принцип предполагает создание магистрального хода, в изломы которого вписываются круговые и переходные кривые. Проектировщик должен принять решение относительно:

- 1) расстояний между вершинами углов поворота S_i ;
- 2) величин углов поворота Θ_i ;
- 3) радиусов углов поворота R_i .

Величины расстояний между вершинами углов поворота и сами углы поворота зачастую имеют большую зависимость от ситуационных и геологических факторов; что же касается радиусов углов поворота, здесь из условия безопасности движения есть требование максимизации. Проектировщик должен знать, какой максимальный радиус он может вписать в данный угол поворота. Эта, а также нормативная информация может быть отправной точкой принятия дальнейших проектных решений. Украинские нормы регламентируют минимальные радиусы (в зависимости от типа рельефа и технической категории автомобильной дороги), а также регламентируют рекомендуемый радиус (3000 м) [4].

В данной статье предлагается рассмотрение метода единого максимального радиуса:

- 1) общий подход – итерационное приближение к искомой величине;
- 2) радиус двух смежных углов поворота одинаковый;
- 3) итерационное увеличение радиуса на двух углах поворота приводит к пропорциональному увеличению тангенсов до определённой **точки стыковки** (рис. 1);
- 4) радиус, при котором достигается точка стыковки и будет максимальным.

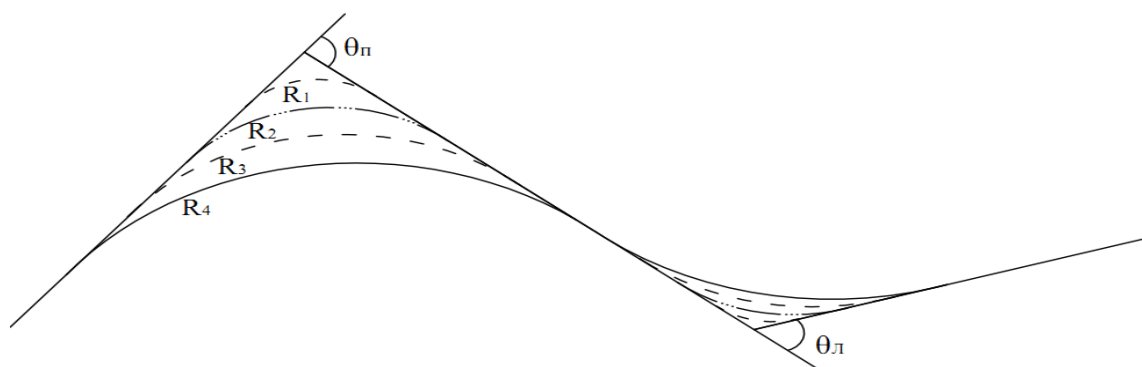


Рисунок 1 – Схема нахождения единого максимального радиуса

Результат: такой подход даёт возможность получить пропорциональные величинам углов поворота плечи разгона радиусов. Эта пропорциональность

может служить критерием оптимальности для построения более сложных схем оптимизации.

Практическую реализацию данного метода целесообразно осуществлять через программирование. Схема алгоритма реализации метода единого максимального радиуса приведена на рис. 2.

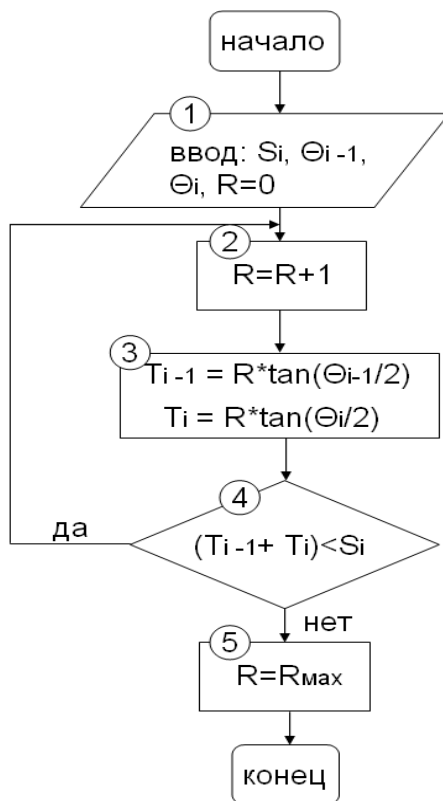


Рисунок 2 – Схема алгоритма реализации метода единого максимального радиуса

Поэтапное рассмотрение схемы алгоритма:

1) ввод исходных данных: расстояние между вершинами углов поворота S , величины двух смежных углов поворота, начальный радиус инициализируем через нуль;

2) присваиваем радиусу значение 1 м;

3) рассчитываем для этого значения радиуса тангенсы первого и второго углов поворота;

4) проверяем условие: сумма тангенсов первого и второго углов поворота меньше расстояния между вершинами углов поворота, если «да» - увеличиваем радиус ещё на один метр;

5) если «нет» - наш последний радиус является максимальным.

Данный цикл, например в языке программирования C++, целесообразно реализовывать написав соответствующую функцию с использованием оператора цикла `while` (поскольку количество итераций не известно).

Общая схема оптимизации трассы по максимальному радиусу состоит из следующих этапов:

1) максимальные радиусы в первой и последней вершине углов находятся по вышеприведенной схеме, но условие будет другим: тангенс угла поворота меньше расстояния от начала трассы до первого угла поворота (меньше расстояния от последнего угла поворота до конца трассы);

2) на каждом расстоянии между вершинами углов поворотов (кроме S первого и S последнего) находится максимальный радиус вышеприведенным методом;

3) последующий радиус корректирует предыдущий с пересчётом плечей разгона радиусов;

4) при необходимости можно поставить ограничение максимального радиуса 3000 м.

В том случае, если необходимо расположить на расстоянии S отрезок прямой вставки (либо по требованию норм, либо при вписании моста, путепровода и т.д.), максимальный радиус находится по требуемому тангенсу.

Подводя итог, следует выделить следующие основные моменты:

1) в данной статье был предложен подход к оптимизации трассы автомобильной дороги по максимальным радиусам;

2) цель данного подхода – автоматизировано найти максимально возможные радиусы для тангенциального хода (ограничив их при надобности 3000 м);

3) предложен метод единого максимального радиуса при котором разбивка расстояния между углами поворота осуществляется пропорционально величинам углов поворота;

4) для описания метода были введены две геометрические характеристики: точка стыковки – точка, расположенная на отрезке S (между вершинами углов поворота), в которой состыкуются тангенсы смежных углов поворота при условии равных радиусов; плечо разгона радиуса – отрезок вдоль которого автоматически вписывается радиус;

5) на следующем этапе необходимо рассмотреть оптимизацию трассы автомобильной дороги по максимальным биссектрисам.

Литература

1. <http://www.credo-dialogue.com>

2. <http://www.indor.ru/>

3. <http://topomatic.ru/>

4. ДБН В.2.3-4-2007. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України – 91 с.