

Мусиенко И.В., канд. техн. наук

ТРАССИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ ГИБКОГО БРАСЛЕТА: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Аннотация. В статье раскрывается необходимость укрупнения блоков автоматического проектирования автомобильных дорог. Одним из путей решения проблемы укрупнения предлагается трассирование методом гибкого браслета. Показываются экономические преимущества использования метода гибкого браслета.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование автомобильных дорог, компьютеро-системный подход, метод гибкого браслета, трассирование дорог.

Анотація. У статті розкривається необхідність укрупнення блоків автоматичного проектування автомобільних доріг. Одним із шляхів вирішення проблеми укрупнення пропонується трасування методом гнучкого браслету. Показуються економічні переваги використання методу гнучкого браслета.

Ключові слова: автоматизоване проектування автомобільних доріг, комп'ютеро-системний підхід, метод гнучкого браслета, трасування доріг.

Annotation. The necessity of units extension of highways automatic design has been revealed. The roads tracing of flexible bracelet method has been offered to solve this problem. The economic benefits of using of flexible bracelet method have been showed.

Keywords: the computer-aided designing of highways (CADH), the computer system approach (CSA), the method of flexible bracelet (MFB), tracing of highways.

Строительство новой автомобильной дороги или реконструкция существующей требует огромных материальных затрат. Максимальной экономии этих затрат можно добиться только на этапе проектирования. На данном этапе возникает ряд проблем экономического трассирования, главной

из которых является согласование критериев. Среди основных критериев можно выделить:

- минимум капитальных затрат;
- минимум текущих затрат;
- минимум ДТП;
- минимум ущерба, наносимого окружающей среде.

Сложность согласования этих критериев усугубляется многовариантностью возможного положения трассы. При использовании современных систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД), в которых используются методы трассирования кубическими сплайнами, различные виды переходных кривых и т.д., физическую модель трассы можно уподобить резиновой нити, растянутой между исходным и конечным пунктом проектирования. Резиновая нить имеет много степеней свободы, большую гибкость для проложения трассы. Но данная гибкость увеличивает и количество альтернативных вариантов трасс практически до бесконечности. Сформировать основные варианты трассы позволяет опыт проектировщика. Однако, опыт проектировщика очень субъективен. Доказательством этого служит двухэтапный эксперимент Ю.С. Кариха [1]. Опытным проектировщикам (в количестве 14 человек) была поставлена задача запроектировать красную линию продольного профиля на участке длиной 5 км при одних и тех же исходных данных. Представленные решения имели расхождения в объёмах работ до 40%, в площадях отводимых земель – более 17%, в общей длине малых искусственных сооружений до 25% и в рабочих отметках на одних и тех же пикетах до 9 м.

Более показателен был второй этап эксперимента: через год тем же лицам было предложено запроектировать проектную линию при тех же исходных данных и по тому же чёрному профилю земли, но вычерченному от конца к началу. Теперь уже расхождения были у одних и тех же проектировщиков. Например, красная линия продольного профиля проектировщика N, запроектированная в текущем году, существенно не совпадала с красной линией продольного профиля проектировщика N, запроектированная год назад. Были обнаружены расхождения в объёмах работ до 16%, в площадях отводимых земель 7% и в рабочих отметках на одних и тех же пикетах – до 3.4 м.

Учитывая вышесказанное, был предложен метод трассирования, ограничивающий гибкость трассы, но который бы позволил перебрать все возможные положения прохождения трассы – метод гибкого браслета (МГБ) [2].

Суть этого метода заключается в следующем: есть некоторый начальный неделимый элемент, который может иметь разную геометрическую форму, как в плоскости, так и в пространстве (рисунок 1).

Каждый такой элемент соединяется с другим элементом посредством связи. Связь может быть как жёсткая, так и гибкая. Трасса автомобильной дороги – это кривая, аппроксимирующая геометрические центры элементов.

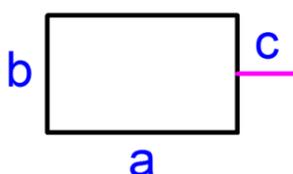


Рисунок 1 – Пример структурного элемента трассы a – длина элемента; b – ширина элемента; c – длина связи

Форма звеньев может быть самая разнообразная (квадрат, прямоугольник, ромб, круг, шестиугольник и т.д.) (рисунок 2).

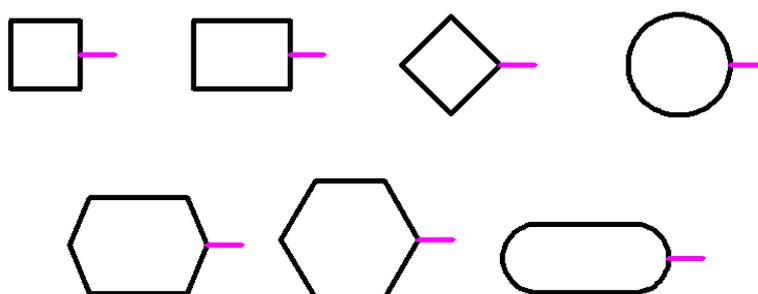


Рисунок 2 – Варианты звеньев в плоскости

В пространстве звенья также могут иметь разнообразную пространственную форму (рисунок 3).

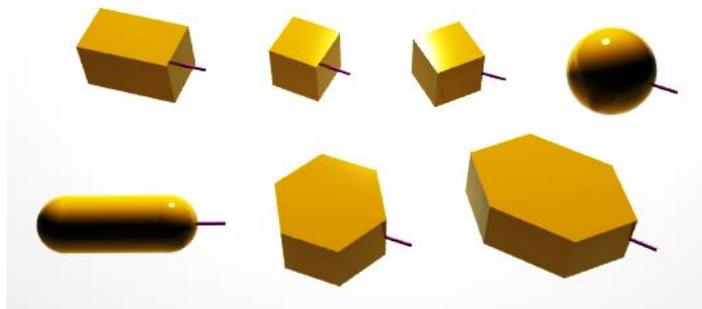


Рисунок 3 – Варианты объёмных звеньев

Предельное положение трассы определяется геометрией звена (рисунок 4).

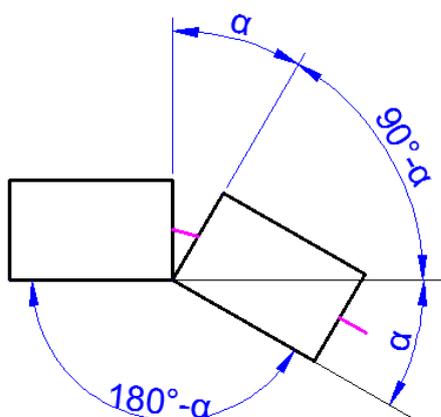


Рисунок 4 – Предельное положение звеньев при повороте трассы

Угол направления обхода препятствия может быть разным (рисунок 5).

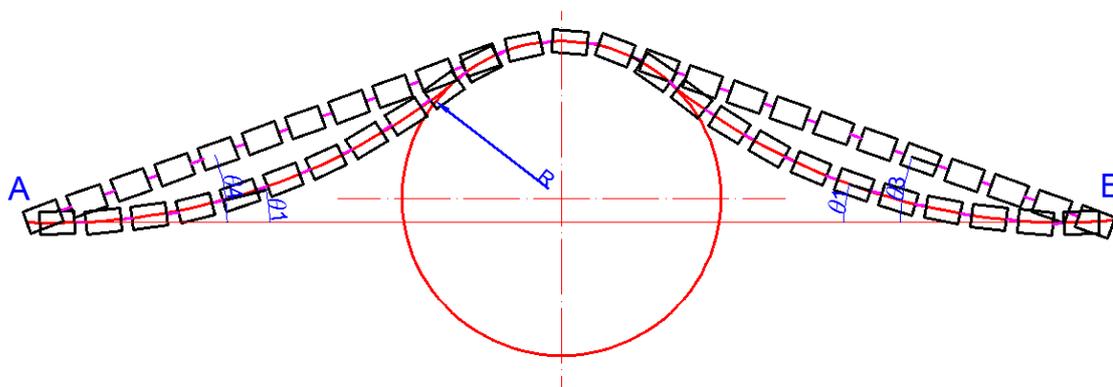


Рисунок 5 – Обход ситуационного препятствия под разным начальным углом

Кроме начального угла вариативность обхода ситуационного препятствия составляют: радиус и координаты центра круга (рисунок 6), координаты точки *A* и *B*.

Общий алгоритм нахождения оптимального варианта трассы будет иметь следующие этапы:

- выбор геометрической системы МГБ (форма звена, тип связи и др.);
- установление начальных размеров геометрической системы МГБ;
- формирование исходной критериальной базы;

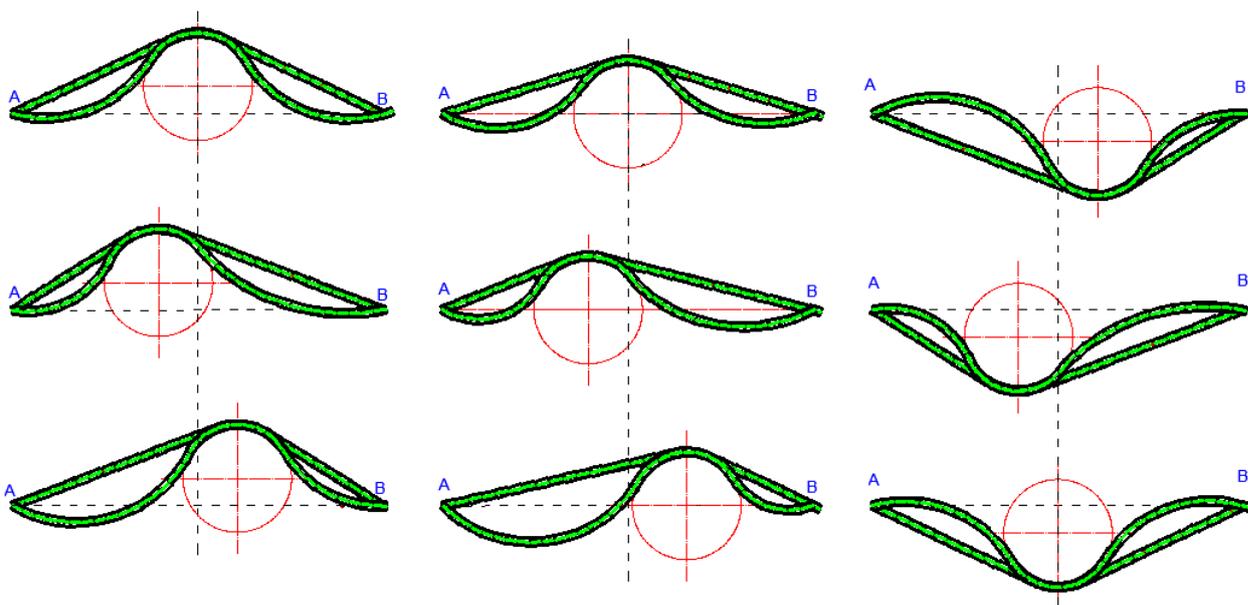


Рисунок 6 – Различные вариации обхода ситуационного препятствия с использованием окружности

- выбор метода варьирования положения оси трассы;
- укрупнённая оценка машинно-временных затрат для производства расчётов;
- при отсутствии предлагаемого машинно-временного ресурса пересмотр первых трёх пунктов;
- расчёт пространственного положения автомобильной дороги (одновременно в плане и в продольном профиле)
- анализ результатов расчётов;
- при результатах, не удовлетворяющих условиям задания, возврат к первому этапу.

Данный компьютеро-системный подход [3] можно назвать ещё «концепцией единого варианта». Проектировщик ищет один адекватный вариант пространственного положения автомобильной дороги, работает при формировании исходных данных для расчёта и анализирует полученные результаты, как это было при автоматическом проектировании. Укрупнение блоков автоматического проектирования является общим трендом САПР АД [4]

Литература

1. Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986. – 317 с.
2. Мусиенко И.В., Булуали Алале. Общие положения трассирования дорог методом гибкого браслета / Современные компьютерно-инновационные технологии проектирования, строительства, эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов: материалы Международной научно-практической конференции с участием студентов и молодых учёных. Харьков: ХНАДУ, 2012. – С. 177 – 181.
3. Мусієнко І.В., Луценко О.М. Комп'ютеросистемний підхід до проектування автомобільної дороги / Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог: Материалы международной научно-технической конференции молодых учёных и аспирантов. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 366 с.
4. Мусиенко И.В. Аналитическое прогнозирование развития систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог. Проблемы розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 7. – С. 167–169.