

## ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. В. АХРАМЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Р. И. ДОРОШ

*ОАО «Электроцентрмонтаж», г. Минск, Республика Беларусь*

При проектировании пространственного положения автомобильных дорог одним из важнейших критериев оценки правильности принятых проектных решений является визуальная оценка дороги с точки зрения обычного водителя. Дорога должна иметь чётко выраженное направление движения, пространственную плавность и ясность, а также достаточную видимость. Особенно большое значение это имеет на высокоскоростных магистралях при движении по криволинейным траекториям.

Современные применяемые методы проектирования кривых в плане имеют различные достоинства и недостатки. Так, классические круговые кривые просты в расчётах, однако без переходных кривых сложно создать плавность визуального восприятия. Тем временем применение кривых типа «сплайн» позволяет производить гибкое трассирование, которое может привести к появлению серии разнонаправленных кривых, что затрудняет визуальное ориентирование. Также такой метод требует использования специального программного обеспечения и крайне затрудняет выполнение геодезических разбивочных работ, что приводит к задержке всего строительного процесса.

Предлагаемый метод является совмещением двух вышеописанных – проектирование по контрольным точкам с вписыванием серии круговых кривых, которые, в свою очередь, соединены между собой с помощью переходных кривых. Для обеспечения пространственной плавности движения радиусы круговых кривых принимаются в соотношении, характерном для золотого сечения.

Золотое сечение является математической пропорцией, описанной ещё в Древнем мире, и представляет собой отношение частей и целого, при котором отношение частей между собой и наибольшей части к целому равны, т. е.:

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}.$$

Путём цепи математических преобразований можно установить соотношение общего к наибольшему частному  $\Phi \approx 1,618 \approx 1,62$ .

Числа Фибоначчи являются следствием золотого сечения и представляют ряд числовой последовательности, когда последующее число в ряду является суммой двух предыдущих: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 и т. д. Данный ряд можно представить графически в виде двухмерной спирали, где каждое число в ряду представлено в виде квадрата с соответствующей длиной грани (рисунок 1).

Спираль Фибоначчи является подобием золотого сечения, при этом точность пропорции спирали с ростом ряда увеличивается, и при величинах, которые применяются в дорожном строительстве, пропорции золотого сечения соблюдаются в необходимой точности:  $\Phi \approx 1,62$ .

Таким образом, используя пропорцию золотого сечения и закон ряда Фибоначчи ( $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ , где  $n \geq 2$ ,  $n \in \mathbb{Z}$ ) можно составить ряд круговых кривых, радиусы которых подчиняются вышеописанным правилам. Предлагаемая методика расчёта следующая:

1 Назначение контрольных точек ряда кривых: начала (НР) и конца ряда (КР), начала (НЦК), конца (КЦК) и вершины (ВЦК) центральной кривой, определение угла центральной кривой ( $\theta$ ).

2 Вписывание центральной кривой с наибольшим радиусом и вспомогательных кривых ( $R_n = R_{\text{всп}} \cdot 1,62$ ), рисунок 2.

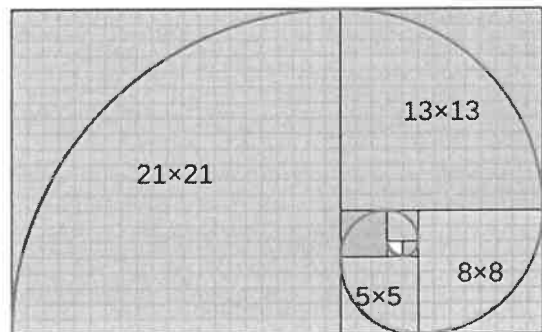


Рисунок 1 – Спираль Фибоначчи

3 Расчёт переходных кривых между центральной и вспомогательными кривыми, а также между вспомогательными кривыми и трассой.

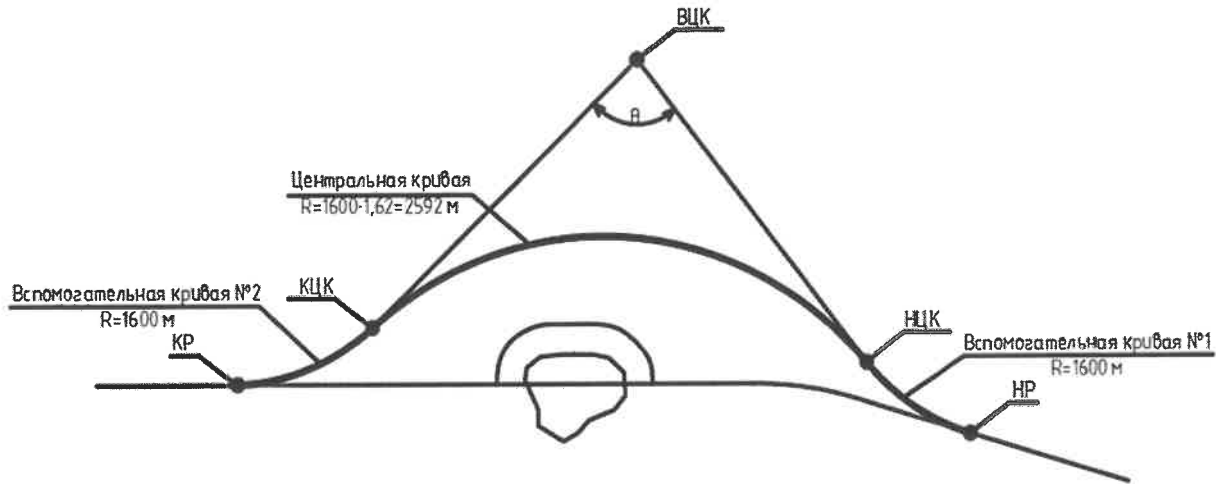


Рисунок 2 – Вписывание кривых

Сопряжение круговых кривых между собой и между кривыми и прямолинейными участками производится согласно действующим проектным нормам.

К преимуществам предлагаемого метода проектирования относятся:

- 1 Высокая гибкость выбора направления проложения трассы и её отдельных элементов.
- 2 Используемые приёмы проектирования являются типовыми и простыми в расчётах. Это облегчает автоматизацию и позволяет выполнять расчёты вручную, что благоприятно сказывается на выполнении геодезических разбивочных работ.
- 3 Полученная проектная линия обеспечивает плавность и ясность движения.

К недостаткам следует отнести удлинение трассы, что может привести к перепробегу автомобилей, а также применимость данного метода только на дорогах I–II технической категории, где необходимы кривые больших радиусов.

В заключение следует отметить, что предлагаемый метод является теоретическим и требует проверки в условиях реального проектирования с соответствующим технико-экономическим обоснованием.

#### Список литературы

- 1 Ахраменко, Г. В. Оптимизация проектных решений при проектировании железных дорог на локальных участках / Г. В. Ахраменко // Вестник БелГУТа. Наука и транспорт. – 2021. – № 1 (42). – С. 60–65.
- 2 Паудяль, С. П. Эффективная разбивка сопряжения биклотоиды с круговой вставкой из середины кривой / С. П. Паудяль // Дороги и мосты : сборник статей. – М. : РОСДОРНИИ, 2022. – Вып. 48-2. – С. 25–42.

УДК 625.72

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Г. В. АХРАМЕНКО, И. П. ДРАЛОВА, М. Ю. НИКИТЕНКО  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Проектирование автомобильных дорог является важным этапом в создании инфраструктуры для движения транспортных средств. Качественное проектирование дорог позволяет обеспечить безопасность движения, эффективное использование транспортных ресурсов и комфорт для водителей и пешеходов. Современные методы проектирования дорог учитывают множество факторов, включая геодезические исследования, геометрию дороги, транспортные потоки, устойчивость и надежность дорожных конструкций, экологические аспекты, использование инновационных материалов и технологий, моделирование процесса дорожного движения, его визуализацию и цифровизацию.