



ENGINEER

international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific Library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

**“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH
TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION
YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI
ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA
TASHKILY QO‘MITASI**

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departament rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiyasi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitetdagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishlash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrasida mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrasida mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrasida mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrasida mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrasida mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mexanika kafedrasida mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrasida professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasida assistenti



Method for determining the optimal length of the transition part of a railway track plan

A. Artikbaev¹, M.Y. Ergashaliev¹

¹Tashkent State University of Transport, Tashkent, Uzbekistan

Annotation: On a curved section of a railway track, to smooth out the turn, a curve is considered whose curvature can be equal to the curvature of a circle, and a smooth transition is formed in an optimal way.

Key words: The transition part of the railway track, Optimal choice, has a curvature, circle, clothoid, function.

Метод определения оптимальной длины переходной части плана железнодорожной пути

Артикбаев А.¹, Эргашалиев М.Й.¹

¹Тошкентский государственный университет транспорта, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: На изогнутом участке железнодорожного пути, для сглаживания поворота, рассматривается кривая, кривизна которой может быть равна кривизне окружности, и формируется плавный переход оптимальным способом.

Ключевые слова: Переходной часть, железнодорожной пути, Оптимальный выбор, имеет кривизну, окружности, клотоида, функция.

1. Введение

Известно [1],[4], что переходная часть плана железнодорожной пути, служит для обеспечения плавного перехода состава от прямой к дуге окружности. Это явление можно описать математический в следующем виде:

Естественно, прямая часть имеет нулевую кривизну.

Дуга окружности имеет кривизну, $k = \frac{1}{R}$ -где R -радиус кривой части плана железнодорожной пути.

2. Постановка задачи

Это явление можно описать математический в следующем виде:

Переходная часть если его обозначаем через $\gamma(s)$ - такая кривая, чтобы его кривизна менялась от 0 до $\frac{1}{R}$ -таким образом, чтобы переход по этой части предоставлено техническим требованиям, предъявляемой для обеспечения комфортабельности движения по этому пути [2]. Математическое описание требований предъявляемой к переходной части.

Для выяснения всех требований предъявляемой к переходной части плана железнодорожной пути, выбираем специальную декартовую систему координат.

Для этого считаем состав движется по прямой l_1 и должен вращается в направлении прямой l_2 . Примем прямые l_1 и l_2 при пересечение образуют угла α . Ось абсцис Ox выбираем так чтобы отрицательная часть оси

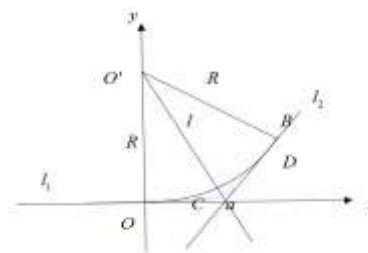
совпадало с лучом прямой l_1 начало луча была в начале координат $O(0,0)$. Ось ординат Oy перпендикулярна к прямой l_1 и его положительное направление соответствовало в сторону поворота. Прямая, график которого соответствует cl_2 , с осью Ox пересекается в точке $(a, 0)$. Тогда эти прямые соответственно имеют уравнения:

$$l_1: y = 0, l_2: y = tg(\alpha)x - atg(\alpha)$$

Окружность радиусам R и касающаяся обоим прямым l_1 и l_2 , имеет следующую уравнению,

$$\begin{cases} x = R \cos \varphi \\ y = R + R \sin \varphi \end{cases} (1)$$

Обозначаем через B -точку касания окружности с прямой l_2 . Относительно прямой l - проходящей через точки $(0, R)$ и $(a, 0)$, точки касания окружности с прямыми l_1 и l_2 будет симметричными. Хорда OB - окружности будет перпендикулярной kl .



3. Выбор дуги кривой линии

Надо отметить, дуга окружности в целом \overline{OB} - не может быть кривой частью плана железнодорожной пути. Потому что в точках O и B кривизна кривой резко меняется от 0 до $\frac{1}{R}$.

Поэтому надо выбирать кривую $\gamma(s)$ - кривизна которого отвечала к требованиям переходной части.

Пусть дуга OC заданная уравнением $y = f(x)$ - кривая отвечающая требованиям переходной части. Соответственно, кривая BD - определяется симметрично относительно прямой l_2 и будет переходной частью второго конца кривой части плана железнодорожной пути.

Оптимальный выбор длины переходной части.

Предположим кривая OC - отвечающая всем требованиям переходной части, кривой пути задана уравнению $y = f(x) x \in [0, x_0]$ где x_0 - координата проекции условной точки $C(x_0, f(x_0))$

Причем в точке $x = x_0$ кривая имеет кривизну равную $k_0 = \frac{1}{R}$.

Так как при $0 < x < x_0$ -кривая $f(x)$ имеет кривизну $k(x) < \frac{1}{R}$, то кривая OC должна иметь ординату $y = f(x)$ - меньше, чем ордината дуги \overline{OB} - окружности (1).

Кривизна кривой, заданной уравнению $y = f(x)$, вычисляется по формуле:

$$\frac{f''(x)}{(1 + f'^2(x))^{\frac{3}{2}}} = k(x)$$

Причем $k(0) = 0, k(x_0) = \frac{1}{R}$ (*).

Нахождение уравнению переходной части эквивалентно к решению дифференциального уравнения

$$f''(x) = k(x)(1 + f'^2(x))^{\frac{3}{2}} \quad (*)$$

Допустим, кривизна $k(x)$ переходной части, линейно зависит от длины дуги.

$$k(x) = m \cdot s + n$$

Из условий (*)-представлено переходной части получаем $m = 0$ и $n = \frac{1}{Rs_0}$ где

$$s_0 = \int_0^{x_0} \sqrt{1 + f'^2(t)} dt,$$

Очевидно, для решения уравнения (*) функция $f(x)$ - должен принадлежать классу $C^2(D)$ то есть являться дважды дифференцируемой функцией.

Переходная часть начинается из конца прямой части и заканчивается соединением дугу окружности с принятой R - радиусам.

Кривизна окружности постоянна и равна $\frac{1}{R}$. Следовательно, кривизна переходной кривая в конце должна иметь кривизну равную на $\frac{1}{R}$.

Это возможно только в том случае, когда связь окружность имеют радиус R в этой точке [3],[5].

Значит соприкасающаяся окружность кривой должен быть равным окружностью заданной уравнением (3).

Но сама окружность, заданной уравнением (1) - не может быть соприкасающаяся окружностью, потому что кривая, заданная уравнением $y = f(x)$ не может пересекаться с окружностью (2)

Потому что для пересечения кривой с окружностью его кривизна должен быть больше $\frac{1}{R}$. Тогда в точке пересечения получаем разрыв функции кривизны, то есть в этом случае общая кривая в точке пересечения имеют различные кривизны.

Следовательно, если окружность (1) перенесем параллельно, так чтобы она с переходной кривой имела общую касательную.

Тогда кривая состоящая из переходной части и дугой перенесенной окружности будет.

Искомой кривой отвечающая техника экономическим требованиям.

Пример определения длины переходной части.

Определение длины дуги переходной части рассмотрим для конкретно заданной кривой, когда переходная часть будет графиком клотоиды.

Пусть клотоида задана параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} x = \int_0^s \cos\left(\frac{t^2}{2}\right) dt, \\ y = \int_0^s \sin\left(\frac{t^2}{2}\right) dt. \end{cases} \quad (2)$$

где s - длина дуги кривой.

Воспользуемся векторным уравнением рассматриваемых кривых, клотоида (2) и окружности (1). Так как в точке перехода клотоида и соприкасающаяся окружность имеют общую касательную, то касательные к будут равны.

Тогда $\vec{R}_s = \vec{r}_s, |\vec{R}_s| = |\vec{r}_s|$ - из этого получаем:

$$\begin{cases} \cos \frac{s^2}{2A^2} - 1 = -R \sin s \\ \sin \frac{s^2}{2A^2} = R \cos s \end{cases} \quad (3)$$

После некоторых преобразований получаем:

$$\cos \frac{s^2}{2A^2} = \cos s$$

Отсюда.

$$s = \frac{s^2}{4A^2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

или

$$s^2 - 4A^2s + 8A^2\pi n = 0$$

Искомая длина переходной части должна удовлетворять этому квадратному уравнению.

Учитывая $A^2 = Rs$, получаем при $n = 1$:

$$s_1 = \frac{8\pi n R}{4R - 1}$$

4. Вывод

Значит, длина оптимальная длина переходной части определяется в зависимости от радиуса кривой дороги.

Использованная литература / References

[1] Линчкова Елена Павловна, «Разработка математической модели трассы железнодорожного пути для реконструкции плана», Москва, (2016).

[2] Wladyslaw Koc, “Smoothed transition curve for railways”, Transportation Overview-7(2019)

[3] A.Artykbaev, M.M.Toshmatova, “Drawing up a road plan in difficult sections”, Vol1, Issue2,(2024)

[4] A.Artykbaev, M.M.Toshmatova, “Geometric approach to define a railway plan model”, Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series, No. 3(115), 2024, pp. 26–33.

[5] G.V.Velichko, P.I.Pospelov, “Analysis of the properties of new forms of transitional sections of railway and highway curves”, Materials Science and Engineering 1159(2021)012022.

Информация об авторах/ Information about the authors

Артикбаев А. Высшая математика, профессор Ташкентского государственного университета транспорта
e-mail: aartykbaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6228-8749>

Эргашалиев М.Й. Высшая математика, Базовый докторант(PhD)Ташкентского государственного университета транспорта, Узбекистан
e-mail: ergashaliyevm@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-4372-4657>

D. Ibrohimova

On the geometry of nodal sets of eigenfunctions of fractional powers of the laplace operator.....305

A. Alimov, E. Aliev

Leibniz algebras generated using the image of Euclidean algebras.....308

J. Azimov, N. Namozov

Analysis of the annual change in the volume of cargo turnover of road transport through the time series model.....311

D. Eshmamatova, D. Khakimova, S. Zavgorodneva

Analysis of the dynamics of the viral infection spread model.....314

Sh. Kasimov, N. Shomurodov

Propagation of spherical shock waves in a contiguous elastic-plastic environment.....319

L. Sharipova, H. Raufov

Time series modeling and prediction.....322

M. Sadullaeva, J. Abdinabiev, S. Turdiev

Instantaneous axis of helical motion of a rigid body.....327

A. Artykbaev, M. Ergashaliev

Method for determining the optimal length of the transition part of a railway track plan330