

УДК 721.05

МЕТОД РАЗБИВОЧНО-КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЗАКРУГЛЕНИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

П.В. Тихомиров, А.В. Скрыпников, В.А. Зеликов, Ю.Ю. Володина

В данной статье представлены результаты исследований по определению детальности разбивки и контроля возведения сложных дорожных закруглений различными методами. В частности, методом прямоугольных координат от тангенсов, методом углов и хорд, методом полярных координат, методом вписанного многоугольника и др. Система уравнений для определенного промежутка изоляции приближенных корней решена итерационным методом с использованием компьютерных технологий. Для этого составлен алгоритм, определяющий все необходимые элементы детальной разбивки клотоид через оптимальные интервалы. Алгоритм реализован в компьютерную программу. В результате проведенных исследований и вычислений оптимальных разбивочных интервалов для самых различных параметров клотоид выяснилось, что часть искомого разбивочного интервала от начала до его текущей точки, где определяется стрела прогиба, для первого интервала от начала клотоиды для всех параметров постоянна и равна 0,577, и для всех переходных кривых нормативных параметров при должны быть приняты оптимальные разбивочные интервалы, последовательно, начиная с НПК. При условии соблюдения указанных интервалов сохраняется постоянство расчетных углов и величин для разбивки нормативных клотоид методом вписанного многоугольника и методом полярных координат. Разбивка клотоид методом вписанного многоугольника сопровождается систематическими погрешностями, обусловленными разностью длин дуг и стягивающих их хорд. С помощью формул преобразования координат было установлено, что систематическая погрешность для предложенных оптимальных интервалов ничтожно мала, и ею вполне можно пренебречь. При определении координат для выноса пикета на кривую, а также при определении координат любой промежуточной точки кривой можно пользоваться простой линией интерполяции.

Ключевые слова: лесовозные автомобильные дороги, дорожные закругления, разбивочные интервалы, клотоиды.

Введение

Обоснование детальности разбивки и контроля строительства дорожных закруглений определяет качество строительных работ и эксплуатационных показателей дороги. Недостаточная детальность разбивки и контроля приводит к неточностям, отклонениям от проектных геометрических параметров закруглений, что ведет к перерасходу строительных материалов, снижению динамических характеристик, зрительной ясности и плавности закруглений, а, следовательно, ухудшает эксплуатационные качества лесовозной автомобильной дороги, технико-экономические показатели и безопасности движения. Излишняя детальность разбивки производит к снижению производительности разбивочно-контрольных работ, задержке поточно-строительного процесса, неоправданно большому количеству разбивочных знаков, неизбежно уничтожаемых, подлежащих восстановлению и мешающих работе дорожно-строительных машин и механизмов.

Для наиболее полной и в то же время целесообразной и эффективной фиксации осей криволинейных участков лесовозных автомобильных дорог, для определения, соответственно, оптимального количества закрепления разбивочных и контрольных знаков, были проведены исследования по определению детальности разбивки и контроля возведения дорожных закруглений различными методами.

Методы и материалы

При детальной разбивке криволинейных элементов линейных сооружений степень детальности разбивки, характеризующая положение на местности проектной оси, зависит от длины разбивочного интервала. К сожалению, величины разбивочных интервалов, предлагаемые справочной, учебной и нормативной литературой, в особенности для переходных кривых, иногда более интуитивны, чем обоснованы и кроме того не унифицированы [2 - 5].

Например, рекомендуется разбивать кривые через интервал 5, 10м в зависимости от радиуса, рекомендуются интервалы 1, 2, 5м, в других рекомендациях интервал разбивки переходных кривых составляет 5-10м в зависимости от их длины также задаются интервалы 10, 20, 30м в зависимости от

условий местности, предлагаются интервалы 5, 10, 20 м в зависимости от задания, указывается интервал для переходных кривых 2м, рассматриваются также интервал разбивки клотоид, определяемый по критерию разницы длин дуги и стягивающей ее хорды [6].

Как видно, разбивочные интервалы предлагаются, исходя из различных критериев, не согласуются друг с другом и даны без теоретического обоснования. В связи с этим применяемые на практике интервалы обеспечивают иногда либо недостаточную, либо излишнюю детальность разбивки [8, 14, 15].

В данном разделе приводятся результаты исследований по определению оптимальных интервалов детальности разбивки и контроля строительства сложных дорожных закруглений переменной и постоянной кривизны [10,11].

В общем случае детальная разбивка дорожных закруглений любым из многочисленных методов так или иначе связана с аппроксимацией криволинейной оси трассы ломаной линией хорд. Само собой разумеется, что степень приближения этой ломаной линии к проектной оси должна определяться заданной точностью разбивки. В связи с этим, критерием, определяющим длину разбивочного интервала, является величина отклонения элементарной хорды от проектной оси кривой, равная средней квадратической погрешности, регламентирующей точность геодезических разбивочных работ на закруглениях дорожных трасс. Известно, что указанная нормативная погрешность m_r при сооружении земляного полотна не должна превышать величины [1, 7, 9, 13].

$$m_r = \pm 0,04м \quad (1)$$

Итак, разбивка криволинейных осей дорожных трасс должна представлять собой аппроксимацию кривой на местности ломаной линией хорд, не отступающих от кривой более чем на 0,04м. Иными словами, стрела прогиба должна соответствовать условию

$$f \leq 0,04м \quad (2)$$

В общем случае интервалы детальности разбивки кривых должны определяться по любой наперед заданной величине f стрелки прогиба [12]. Исходя из этого условия, легко определить максимальную длину разбивочной хорды l для круговой кривой в зависимости от радиуса R и стрелы прогиба f по известной формуле:

$$l = \sqrt{8Rf} \quad (3)$$

Подставляя значение f из (2) в (3), получим:

$$l = \sqrt{0,32R} \approx \sqrt{R/3} \quad (4)$$

Значительно сложнее обстоит дело с кривыми переменной кривизны. Если принять разбивочный интервал для клотоиды, равным расчетному по формуле (4) интервалу круговой кривой с радиусом, равным конечному радиусу клотоиды, то разбивка последней будет излишне детальна.

Необходимо найти такие оптимальные разбивочные интервалы, которые, с одной стороны, повысили бы производительность труда, с другой, обеспечили бы достаточную точность и детальность разбивки кривых переменной кривизны. Задача сводится к максимизации функции длины разбивочного интервала, определяемого последовательно в различных частях клотоиды, при ограничении экстремальной стрелы прогиба, не превышающей средней квадратической погрешности разбивки:

$$f_{max} \leq 0,04м \quad (5)$$

При этом количество разбивочных интервалов для данной переходной кривой должно быть минимальным. Чтобы выполнить эти условия, найдем выражение для отклонения f хорды от кривой (рис. 1) в любом месте любого интервала клотоиды в системе декартовых координат, используя формулы аналитической и дифференциальной геометрии:

$$f = +(x_i - x_0) \sin \alpha_n - (y_i - y_0) \cos \alpha_n, \quad (6)$$

где

$$\alpha_n = \arctg \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \quad (7)$$

$$\frac{dy_1}{dQ} \operatorname{tg} \alpha'' - \frac{dy_1}{dQ} = 0 \quad (14)$$

Дифференцируем:

$$F'(Q) = \operatorname{tg} \alpha'' \left\{ LD - \frac{5(D_0 + LDQ)}{40C^2} LD + \frac{9(D_0 + LDQ)^8}{3456C^4} LD - \frac{13(D_0 + LDQ)^{12}}{599040C^6} LD \right\} - \\ - \frac{3(D_0 + LDQ)^2}{6C} LD + \frac{7(D_0 + LDQ)^6}{336C^6} LD - \frac{11(D_0 + LDQ)^{10}}{42240C^5} LD + \frac{15(D_0 + LDQ)^{14}}{9676800C^7} LD = 0$$

Действительно в процессе исследования этого уравнения обнаружено, что производная $F'(Q)$ меняет знак положительный на отрицательный при переходе от $Q=0$ до $Q=1$, следовательно функция $F(Q)$ имеет в промежутке 0-1 максимум. Произведя некоторые преобразования и учитывая для сокращения записи обозначения (10), (11), запишем второе уравнение с двумя неизвестными D и Q . Затем перепишем первое уравнение (13) и получим:

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \alpha'' \left(1 - \frac{\beta_1^2}{2} + \frac{\beta_1^4}{24} - \frac{\beta_1^6}{720} \right) - \beta_1 + \frac{\beta_1^3}{6} - \frac{\beta_1^5}{120} + \frac{\beta_1^7}{5040} = 0 \\ (x_1 - x_0) \sin \alpha'' - (y_1 - y_0) \cos \alpha'' - 0,04 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Имеем систему двух нелинейных уравнений высших степеней с двумя неизвестными D и Q , которая решается только численными методами. Неизвестные D и Q содержатся в каждом буквенном обозначении системы в соответствии с (7)-(12). Для решения этой системы найдем промежутки изоляции для каждого неизвестного между недостаточными (минимальными) и избыточными (максимальными) приближенными значениями корней системы.

Определим минимальное значение D .

$$D_{\min} = \frac{l_{\min}}{l_{\max}} \quad (16)$$

По мере приближения к концу клотоиды при постоянстве стрел прогиба разбивочные интервалы должны уменьшаться. $l_{\min}$ – минимальное значение разбивочного интервала, определяемое по формуле (4), так как оно соответствует минимальному, т.е. конечному радиусу у клотоиды. Далее, поскольку угол клотоиды в конце кривой:

$$\beta_k = \frac{L}{2R} \quad (17)$$

$$\text{и } \alpha \geq 2\beta_k \text{ (} \alpha \text{ - угол поворота трассы)} \quad (18)$$

или

$$\alpha^0 \geq \frac{L}{R} 57^0 29' 57'' , \quad (19)$$

то при практически максимальном $\alpha = 120^0$ имеем

$$L_{\max} \approx 2R \quad (20)$$

Подставляя значение $L_{\max}$ из (20) и $L_{\min}$ из (4) в формулу (16), получим (при нормативном $R_{\max} = 2000$):

$$D_{\min} = \frac{l_{\min}}{l_{\max}} = \sqrt{\frac{0,32R_{\max}}{2R_{\max}}} = 0,006 \quad (21)$$

Для нормативных параметров клотоид автором установлена зависимость:

$$L \approx 5\sqrt{R} \text{ (для } R < 700 \text{ м)} \quad (22)$$

Подставляя это выражение в (21), получим для нормативных клотоид:

$$D_{\min}'' = \frac{\sqrt{0,32R}}{5\sqrt{R}} = 0,11 \quad (23)$$

Определим максимальное значение D . При постоянном конечном радиусе коэффициент D обратно пропорционален длине клотоиды.

Это можно установить по аналогии с круговой кривой:

$$l' = D'L' = \sqrt{0,32R} \quad (24)$$

или

$$D' = \frac{\sqrt{0,32R}}{L'} \quad (25)$$

Следовательно, D_{max} будем иметь при нормативных $R_{max} = 2000\text{м}$ и $L_{min} = 100\text{м}$. Поскольку $S = \frac{c}{r'}$, где S - расстояние по клотоиде до текущей точки, а r - переменный радиус в текущей точке клотоиды, имеем:

$$S = LD_{max} = \frac{LR_{max}}{r} \quad (26)$$

или условно приняв $r = 2R_{max}$, получим:

$$D_{max} = \frac{R_{max}}{r} = 0,5 \quad (27)$$

Определим минимальное значение Q . Поскольку кривизна клотоиды увеличивается прямо пропорционально ее длине, то вполне реальна гипотеза, что максимальная стрела прогиба любого интервала клотоиды сдвинута от центра интервала по направлению увеличения кривизны, следовательно, Q не может быть меньше 0,5:

$$Q_{min} = 0,5 \quad (28)$$

Поскольку кривизна клотоиды находится в линейной зависимости от длины то достаточно точным будет предположение, что максимальная стрелка прогиба интервала клотоиды находится все же недалеко от центра интервала. Поэтому примем

$$Q_{max} = 0,6 \quad (29)$$

Результаты

В результате исследований и вычислений на компьютере указанные предположения подтвердились, выяснилось также, что по мере удаления разбивки от начала клотоиды величина Q уменьшается, приближаясь к величине 0,5.

Следовательно, искомое значение корней системы уравнений (15) будет находиться в области, заштрихованной на графике (рис. 2). Дважды заштрихована более узкая область определения корней для нормативных параметров клотоид.

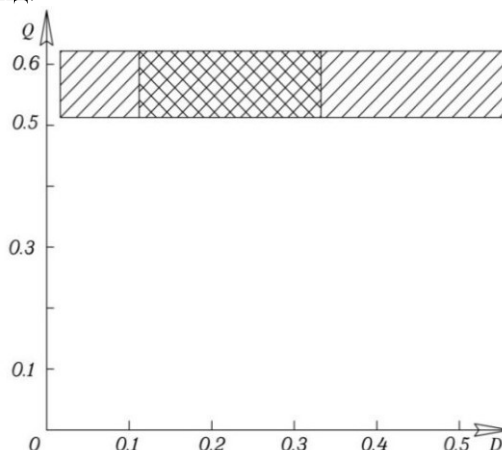


Рис. 2. Область определения коэффициентов D и Q

Система уравнений (15) для определенного нами промежутка изоляции приближенных корней решена итерационным методом с использованием компьютерных технологий. Для этого составлен алгоритм, определяющий все необходимые элементы детальной разбивки клотоид через оптимальные интервалы (обеспечивающие отклонения хорд от кривой не более 0,04 м) самыми различными методами: метод

прямоугольных координат от тангенсов, метод углов и хорд, метод полярных координат, метод вписанного многоугольника и др. Алгоритм реализован в компьютерную программу.

Заключение

В результате исследований и вычислений оптимальных разбивочных интервалов для самых различных параметров клотоид выяснилось:

- величина Q для первого интервала l_1 (от начала клотоиды) для всех параметров постоянна и равна 0,577;

- для всех переходных кривых нормативных параметров при $R < 1000$ м должны быть приняты оптимальные разбивочные интервалы l_i , последовательно, начиная с НПК (рис. 1):

$$l_1 = 0,29L; l_2 = 0,18L; l_3 = 0,15L;$$

$$l_4 = 0,14L; l_5 = 0,12L; l_6 = 0,12L \quad (30)$$

при $R \geq 1000$ м:

$$l_1 = 0,4L; l_2 = 0,2L; l_3 = 0,2L; l_4 = 0,2L \quad (31)$$

При условии соблюдения указанных интервалов сохраняется постоянство расчетных углов α_i и α_{pi} и величин $(D_i - P_v)$ для разбивки нормативных клотоид методом вписанного многоугольника и методом полярных координат α_{pi} – полярный угол; P_v – полярный радиус;

$$\alpha_i = \alpha_{li} - (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{i-1}) \quad (32)$$

$$\alpha_{li} = \alpha_{li} \quad (33)$$

α_{li} определяется для каждого интервала по формуле (7) (рис. 1, 3), D_i – расстояние по клотоиде до данной точки.

Разбивка клотоид методом вписанного многоугольника сопровождается систематическими погрешностями m_c , обусловленными разностью длин дуг и стягивающих их хорд. Поскольку на точность положения точек кривой относительно оси кривой влияет только составляющая погрешности, направленная по нормали к кривой, т.е. в данном случае перпендикулярно касательной в конце клотоиды, то повернув систему координат на угол β_k , с помощью формул преобразования координат получим (рис. 3):

$$m_c = (x_k - \sum \Delta x) \sin \beta_k + (\sum \Delta y - y_k) \cos \beta_k, \quad (34)$$

где β_k – угол клотоиды в конце кривой (10);

x_k, y_k – координаты конца кривой, определенные по известным формулам (8) и (9);

$\Delta x, \Delta y$ – проекции оптимальных интервалов l_i на соответствующие оси координат (рис. 3):

$$\Delta x = l_i \cos \alpha_{li} \quad (35)$$

$$\Delta y = l_i \sin \alpha_{li} \quad (36)$$

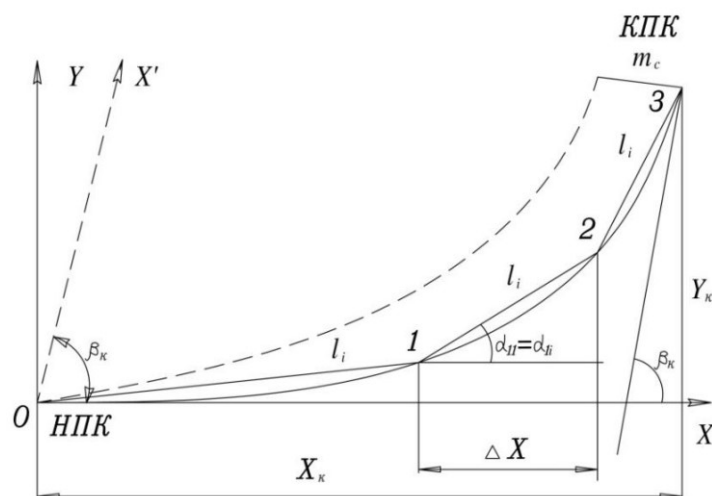


Рис. 3. Влияние систематических погрешностей, обусловленных разностью длин дуг и стягивающих их хорд

Для клотоид с нормативными параметрами от $R=30$ и $L=30$ до $R=900$ и $L=120$ величина m_c уменьшается соответственно от 1 до 0,03 мм. Эта обратно пропорциональная зависимость изображена на графике (рис. 4). Как видно, систематическая погрешность m_c для предложенных автором оптимальных интервалов ничтожно мала, и ею вполне можно пренебречь.

При определении координат для выноса пикета на кривую, а также при определении координат любой промежуточной точки кривой можно пользоваться простой линией интерполяции.

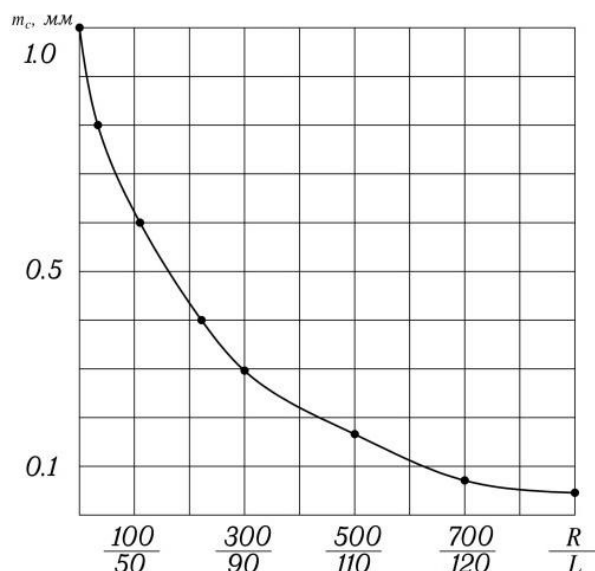


Рис. 4. Зависимость погрешности m_c от параметра клотоиды

Литература

1. Козлов В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. 2017. №3. С. 35-39.
2. Бурмистров Д.В. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2018. Вып. 22, №. 5. С. 69-76.
3. Умаров М.М. [и др.] Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
4. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М. Высшая Школа, -1991. -366 с.
5. Саблин С.Ю. [и др.] Система технико-экономического обоснования геометрических элементов автомобильных дорог // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 1 (68). С. 41-45.
6. Тихомиров П.В. [и др.] Определение геометрических элементов лесовозных автомобильных дорог по средствам современных ИТ-технологий // В сборнике: Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2022. С. 134-157.
7. Морозов П.И. Проектирование и планирование обустройства лесовозных автомобильных дорог // Лесотехнический журнал. 2011. № 2. С. 36-41.
8. Боровлев А.О. [и др.] Математическое моделирование трассы лесовозных автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021. № 4 (382). С. 150- 161.
9. Высоцкая И.А. [и др.] Автоматизированное проектирование продольного профиля лесовозных автомобильных дорог с учётом влияния зрительно плавных и изломанных линий // Автоматизация. Современные технологии. 2021. Т. 75. № 10. С. 450-453.

10.Тихомиров П.В., Скрыпников А.А. [и др.] Информационно-интеллектуальные системы определения геометрических элементов лесовозных автомобильных дорог // Моделирование систем и процессов. 2022. Т. 15. № 2. С. 83-93.

11.Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Щербаков Е.Д. Выработка критериев качества автоматизированного проектирования автомобильных дорог // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса / Материалы V Международной научно-практической конференции в рамках реализации Ассоциации "Технологическая платформа "Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания". Воронеж, 2021. С. 282-293.

12.Никитин В.В. [и др.] Проектирование схем транспортного освоения лесных массивов с применением информационно-интеллектуальных систем // Автоматизация. Современные технологии. 2022. Т. 76. № 3. С. 130-134.

13.Чирков Е.В. [и др.] Информационная модель критерия оптимальности трассы лесовозной автомобильной дороги // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: материалы V Междунар. науч.-практической конф. (21 мая 2021 г.). Воронеж, 2021. С. 361-370.

14.Prokopets V.S., Skrypnikov A.V., Volodina Yu.Yu., Boykov P.A., Bondarev A.B., Borovlev Yu.A. Influence of the strength of the road structure on the resistance to movement // В сборнике: Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2022. С. 168-186.

15.Никитин В.В. [и др.] Математическая модель сети лесовозных автомобильных дорог на основе оптимальных параметров // Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2022. С. 120-134.

©Тихомиров П.В. – канд.техн.наук., доцент, зав. кафедрой транспортно-технологических машин и сервиса, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (ФГБОУ ВО «БГИТУ»), e-mail: vtichomirov@mail.ru; Скрыпников А.В. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»), e-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru; Зеликов В.А. – д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой организации перевозок и безопасности движения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО «ВЛТУ им. Г.Ф. Морозова»), e-mail: zelikov-vrn@mail.ru; Володина Ю.Ю. – преподаватель кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО «ВГУИТ», e-mail: juliya_volodina@mail.ru.

UDC 721.05

METHOD OF LAYING-OUT AND CONTROL WORKS FOR CONSTRUCTION OF HORIZONTAL CURVES OF FOREST ROADS

P.V. Tikhomirov, A.V Skrypnikov, V.A. Zelikov, Yu.Yu. Volodina

This article presents the results of studies to determine the detail of the breakdown and control of the construction of complex road curves by various methods. In particular, the method of rectangular coordinates from tangents, the method of angles and chords, the method of polar coordinates, the inscribed polygon method, etc. The system of equations for a certain interval of isolation of approximate roots is solved by an iterative method using computer technology. To do this, an algorithm was developed that determines all the necessary elements of a detailed breakdown of clothoids at optimal intervals. The algorithm is implemented in a computer program. As a result of the studies and calculations of the optimal stakeout intervals for a wide variety of clothoid parameters, it turned out that the part of the required stakeout interval from the beginning to its current point, where the deflection arrow is determined, for the first interval from the beginning of the clothoid for all parameters is constant and equal to 0.577, and for all transition curves of standard parameters at should be taken as the optimal staking intervals, sequentially, starting with the NPK. Provided that the indicated intervals are observed, the constancy of the calculated angles and values for the breakdown of normative clothoids by the inscribed polygon method and the polar coordinate method is maintained. The breakdown of the clothoid by the inscribed polygon method is accompanied by systematic errors due to the

difference in the lengths of the arcs and the chords that subtend them. Using coordinate transformation formulas, it was found that the systematic error for the proposed optimal intervals is negligible, and it can be completely neglected. When determining the coordinates for placing a picket on a curve, as well as when determining the coordinates of any intermediate point on the curve, you can use a simple line interpolation.

Keywords: logging roads, road roundings, center intervals, clothoids

References

1. Kozlov V.G. [Analysis of Existing Methods for Designing a Forest Road Route] Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental Research] 2017. №3. pp. 35-39. (In Russ.).
2. Burmistrov D.V. [Working hypothesis of the rhythmic construction of logging roads and its economic and mathematical development] Lesnoy vestnik. [Forestry Bulletin] 2018. Issue. 22, no. 5. S. 69-76. (In Russ.).
3. Umarov M.M. [et al.] [Calculation of planar elements of a clothoid route selected on a stereo model of the area] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [News of higher educational institutions. Forest journal] 2018. No. 4 (364). pp. 97-106. (In Russ.).
4. Isachenko A.G. [Landscape science and physical-geographical zoning] M. Higher School, -1991. -366 p. (In Russ.).
5. Sablin S.Yu. [et al.] [System of feasibility study of geometrical elements of highways] Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University] 2021. V. 14. No. 1 (68). pp. 41-45. (In Russ.).
6. Tikhomirov P.V. [et al.]. [Determination of the geometric elements of logging roads using modern IT-technologies] V sbornike: Teoriya i praktika innovatsionnykh tekhnologiy v APK [In the collection: Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex] Materials of the national scientific-practical conference Voronezh, 2022, pp. 134-157. (In Russ.).
7. Morozov P.I. [Design and planning of the arrangement of logging roads] Lesotekhnicheskii zhurnal [Lesotechnical journal] 2011. No. 2. S. 36-41. (In Russ.).
8. Borovlev A.O. [et al.] [Mathematical modeling of the route of logging roads] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [Izvestia of higher educational institutions. Forest journal] 2021. No. 4 (382). pp. 150-161. (In Russ.).
9. Vysotskaya I.A. [Automated design of the longitudinal profile of logging roads, taking into account the influence of visually smooth and broken lines] Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii [Automation. Modern technologies] 2021. V. 75. No. 10. S. 450-453. (In Russ.).
10. Tikhomirov P.V., Skrypnikov A.A. [et al.] [Information-intelligent systems for determining the geometric elements of logging roads] Modelirovaniye sistem i protsessov [Modeling systems and processes] 2022. V. 15. No. 2. S. 83-93. (In Russ.).
11. Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Shcherbakov E.D. [Development of quality criteria for computer-aided design of roads] Sistemnyy analiz i modelirovaniye protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitiy agropromyshlennogo kompleksa [System analysis and modeling of quality management processes in the innovative development of the agro-industrial complex] / Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference as part of the implementation of the Association "Technological Platform" Food and Processing Industry Technologies of the AIC - Healthy Food Products ". Voronezh, 2021. S. 282-293. (In Russ.).
12. Nikitin V.V. [et al.] [Designing schemes for the transport development of forests using information-intelligent systems] Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii [Automation. Modern technologies] 2022. V. 76. No. 3. S. 130-134. (In Russ.).
13. Chirkov E.V. [et al.] [Information model of the optimality criterion for the route of a logging road] Sistemnyy analiz i modelirovaniye protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitiy agropromyshlennogo kompleksa [System analysis and modeling of quality management processes in the innovative development of the agro-industrial complex]: materials of the V Intern. scientific-practical conf. (May 21, 2021). Voronezh, 2021. S. 361-370. (In Russ.).
14. Prokopets V.S., Skrypnikov A.V., Volodina Yu.Yu., Boykov P.A., Bondarev A.B., Borovlev Yu.A. [Influence of the strength of the road structure on the resistance to movement] Teoriya i praktika innovatsionnykh tekhnologiy v APK [In the collection: Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex] Materials of the national scientific-practical conference. Voronezh, 2022, pp. 168-186.

15. Nikitin V.V. [Mathematical model of a network of logging roads based on optimal parameters] *Teoriya i praktika innovatsionnykh tekhnologiy v APK* [Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex]. Materials of the national scientific-practical conference. Voronezh, 2022. S. 120-134 (In Russ.).

©**Tikhomirov P.V.** – PhD in Engineering sciences, Associate Professor, Head of the Department of Transport and Technological Machines and Service, Bryansk State Engineering and Technology University (BSETU), e-mail: vtichomirov@mail.ru; **Skrypnikov A.V.** – Grand PhD in Engineering sciences, Professor, Head of the Department of Information Security, Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUET), e-mail: skrypnikovvsafe@mail.ru; **Zelikov V.A.** – Grand PhD in Engineering sciences, Associate Professor, Head of the Department of Organization of Transportation and Traffic Safety, G.F. Morozov, Voronezh State Forest Engineering University (VSFEU), e-mail: zelikov-vrn@mail.ru; **Volodina Yu.Yu.** – Teacher of the highest category of the Department of information technology, VSUET, e-mail: juliya_volodina@mail.ru.

Уважаемые авторы журнала!!!

Все подготовленные к изданию статьи, должны соответствовать всем требованиям к оформлению.

Статьи, представляющие результаты исследований, должны включать разделы: «**Введение**», «**Методы и материалы**», «**Результаты**», «**Заключение**», «**Литература**».

Обзорные статьи также должны быть структурированы и состоять из разделов: «**Введение**», «**Обзор исследований в области...**», «**Заключение**», «**Литература**».

Рабочие языки журнала — русский и английский.

Одноколоночный макет журнала.

Параметры страницы:

- верх — 3 см;
- низ — 2,5 см;
- левое поле — 1,8 см;
- правое поле — 1,8 см;

Основной шрифт статьи «Times New Roman», размер шрифта — 11 кегль через 1 интервал (ключевые слова аннотации оформляются кеглем 10). Абзац — 0,75 см.

Размер рисунков:

- ширина — не более 17,5 см;
- высота — не более 12 см;

Название рисунков: шрифт «Arial» кеглем 8 полужирный, выравнивание по ширине (**Рис. 1. Название рисунка**). Цвет рисунка - черно-белый. Рисунки должны быть качественными, сканированные картинки не принимаются!

Размер таблицы не должен превышать 17,5 x 12 см.

Название таблиц: шрифт «Arial» кеглем 8 полужирный, выравнивание по ширине (**Таблица 1 - Название таблицы**)

Формулы, представленные в статье, должны по размеру помещаться в одну колонку, то есть иметь размер не более чем 8,5 x 5 см (шрифт «Times New Roman»).