

О необходимости уточнения в нормативных документах величины уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог на участках кривых в плане

А.В. Чащина^а, Д.В. Демидов^б

Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, Россия

^а chashchinaav@m.usfeu.ru, ^б demidovdv@m.usfeu.ru

^а <https://orcid.org/0009-0000-7478-9321>, ^б <https://orcid.org/0000-0003-3561-8858>

Статья поступила 14.01.2026, принята 03.02.2026

Участки кривых в плане лесовозных автомобильных дорог, расположенных в пересечённой и горной местности, относятся к трудным участкам, требующим особых условий перевозок, поэтому должны обеспечивать безопасное прохождение автопоездов при перевозке древесины в хлыстах и сортиментах. Движение автотранспортного средства по криволинейному участку дороги приводит к увеличению занимаемой ширины проезжей части по сравнению с движением по прямому участку, особенно при движении автопоезда. Поэтому на кривых малого радиуса устраивают уширение проезжей части, позволяющее обеспечить безопасное прохождение кривой для автопоездов, траектория движения которых смещается внутрь кривой, создаются условия для обеспечения траекторной устойчивости. В основном нормативном документе, устанавливающим требования при проектировании и строительстве лесовозных дорог (свод правил СП 288.1325800.2016 «Дороги лесные. Правила проектирования и строительства»), предусмотрено устройство уширения проезжей части только применительно к габаритам мостовых сооружений, расположенных на кривых в плане, без указания значений радиуса кривой в плане, что требует обоснования величины уширения проезжей части. Приведённые аналитические выражения и проведённые расчёты по формулам М.М. Корунова, Г.Б. Ицикова, Б.А. Ильина и Ю.Д. Силукова, величины уширения проезжей части на участках кривых в плане лесовозной дороги при перевозке сортиментов длиной 12 м (расчётный автопоезд – Урал-43204 + прицеп-роспуск ТМЗ 802) показывают целесообразность применения формул, разработанных профессором М.М. Коруновым и Ю.Д. Силуковым, что позволит предусмотреть при проектировании лесовозных автомобильных дорог условия безопасного движения автопоездов на участках кривых в плане. Полученные значения уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог для участков кривых в плане рекомендуются к включению в новую редакцию свода правил СП 288.1325800.2016.

Ключевые слова: автотранспортное средство; безопасность движения; вывозка древесины; лесовозная автомобильная дорога; траекторная устойчивость; участок дороги на кривой в плане; уширение проезжей части.

On the need to clarify in regulatory documents the amount of widening of the carriageway of logging roads in sections of curves in plan

A.V. Chashchina^а, D.V. Demidov^б

Ural State Forest Engineering University; 37, Siberian Tract St., Ekaterinburg, Russia

^а chashchinaav@m.usfeu.ru, ^б demidovdv@m.usfeu.ru

^а <https://orcid.org/0009-0000-7478-9321>, ^б <https://orcid.org/0000-0003-3561-8858>

Received 14.01.2026, accepted 03.02.2026

Sections of curves in the plan of logging roads located in rugged and mountainous terrain are difficult sections that require special transportation conditions, and therefore must ensure the safe passage of road trains when transporting timber in logs and assortments. The movement of a vehicle along a curved section of the road leads to an increase in the occupied width of the roadway compared to movement along a straight section, especially when a road train is moving. Therefore, on curves of small radius, a widening of the roadway is arranged, which allows for safe passage of the curve for road trains, the trajectory of which shifts inside the curve, and conditions are created to ensure trajectory stability. The main regulatory document establishing requirements for the design and construction of logging roads (code of practice SP 288.1325800.2016 "Forest Roads. Design and Construction Rules") provides for the widening of the carriageway only in relation to the dimensions of bridge structures located on curves in the plan, without specifying the values of the radius of the curve in the plan, which requires justification of the amount of widening of the carriageway. The given analytical expressions and calculations carried out according to the formulas of M.M. Korunov, G.B. Itsikov, B.A. Ilyin and Yu.D. Silukov, the values of widening the carriageway on sections of curves in the plan of the logging road when transporting timber 12 m long (calculated road train – Ural-43204 + trailer-cutting TMZ 802) show the feasibility of using the formulas developed by Professor M.M. Korunov and Yu.D. Silukov, which will allow for the provision of conditions for safe movement of road trains on sections of curves in the plan when designing logging roads. The obtained values for the widening of the carriageway of logging roads for sections of curves in the plan are recommended for inclusion in the new edition of the set of rules SP 288.1325800.2016.

Keywords: motor vehicle; traffic safety; timber removal; logging road; trajectory stability; road section on a curve in plan; widening of the carriageway.

Введение. Лесовозные автомобильные дороги в течение всего периода эксплуатации должны обеспечивать непрерывное и безопасное движение автотранспортных средств с установленными скоростями и нагрузками (п. 10.3.4 СП 288.1325800.2016 [1]).

Положениями п. 13 «Правил обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом ...» выделены особые условия перевозок: «... по зимникам, в условиях бездорожья, ... по маршрутам, проходящим в горной местности, по трудным участкам пересеченной местности, на участках дорог с уклонами более 30 %» [2].

Так, к трудным участкам лесовозных автомобильных дорог, расположенным в пересеченной и горной местности, относятся участки кривых в плане, которые должны обеспечивать безопасное прохождение автопоездов¹ при перевозке древесины.

Криволинейное движение автопоезда возникает при повороте управляемых колёс ведущего элемента, а траектория автомобиля (или седельного тягача) искривляется под влиянием боковых реакций дороги на повернутые управляемые колеса.

Кроме того, движение передних колёс при повороте происходит по траекториям, не симметричным относительно друг друга, что названо «принципом Аккермана» [3], когда внешнее колесо повернуто на меньший угол поворота, чем внутреннее, то есть $\alpha_1 > \alpha_2$ (рис. 1).

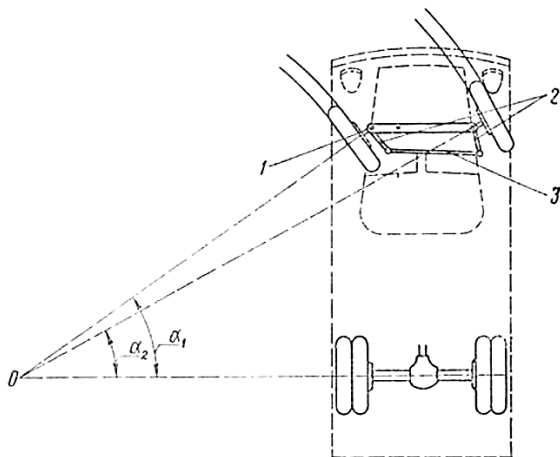


Рис. 1. Схема поворота автомобиля: 1 – шкворень; 2 – рычаги поворотных цапф; 3 – поперечная тяга; α_1 и α_2 – углы поворота управляемых колёс

Анализ криволинейного движения автопоезда чаще всего проводят в предположении кругового движения, то есть при постоянных центре и радиусе поворота.

При этом игнорируются переходные режимы движения, а также то обстоятельство, что круговое движение практически редко встречается в нормальных условиях эксплуатации.

Движение автопоезда необходимо рассматривать при разных значениях и разном характере изменения приведённого угла поворота управляемых колёс ведущего звена – автомобиля или седельного тягача [4]

¹ В статье рассматривается допущение, что при перевозке древесины автопоезда могут иметь состав из двух единиц: а) седельный тягач и прицеп-ропуск; б) автомобиль и прицеп.

$$\gamma = \arctg \frac{L_a}{R_a}, \quad (1)$$

где L_a – продольная база автомобиля или седельного тягача, м; R_a – мгновенный радиус кривизны основной траектории движения (для автомобиля или седельного тягача), м; определяется расстоянием от мгновенного центра кривизны основной траектории движения до середины ведущего моста автомобиля или седельного тягача.

Так, при переходе от прямолинейного движения к криволинейному угол γ возрастает от нуля до некоторой постоянной величины, обусловливаемой конструкцией автомобиля (упор поворотных цапф в ограничителе или балку переднего моста).

Наоборот, при переходе от криволинейного движения к прямолинейному, угол γ уменьшается до нуля.

Траектория движения ведущего (тягового) звена автопоезда (автомобиля или седельного тягача) не совпадает с траекторией ведомого звена (прицеп или полуприцеп) при движении автопоезда по криволинейному участку дороги (рис. 2), что приводит к увеличению занимаемой ширины проезжей части по сравнению с движением по прямому участку.

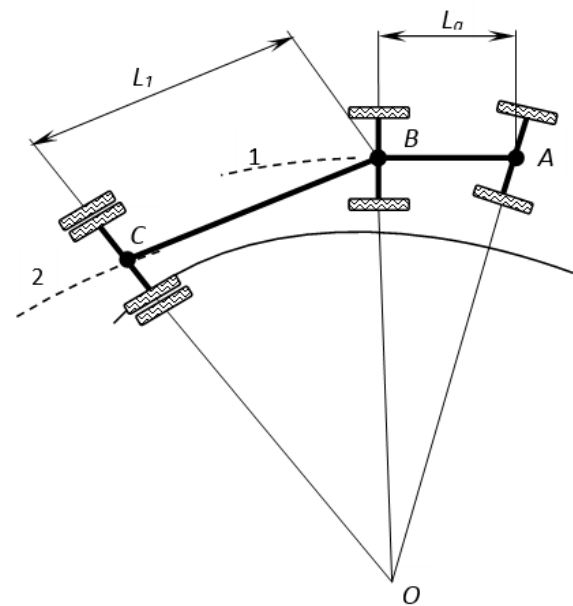


Рис. 2. Траектории движения ведущего (1) и ведомого (2) звеньев автопоезда на повороте: L_1 – продольная база прицепа-ропуска (расстояние между кониками автопоезда)

Поэтому на кривых малого радиуса целесообразно устраивать уширение проезжей части², что позволяет обеспечить безопасное прохождение кривой для автопоездов, траектория движения которых смещается внутрь кривой.

² Уширение проезжей части – увеличение ширины проезжей части на отдельных участках дорог для обеспечения безопасности движения (на кривых в плане при малых радиусах, на вогнутых кривых в продольном профиле, сопрягающих участки с большой разностью продольных уклонов, на затяжных подъемах с большими продольными уклонами, при устройстве развязок на однополосных дорогах и т. д.) [5].

Другими словами, за счёт уширения проезжей части создаются условия для обеспечения траекторной устойчивости³ при движении автотранспортных средств.

Факторы, влияющие на величину уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог. Вопросами проектирования автомобильных дорог на участках кривых в плане, а также обеспечения устойчивости движения колёсных автотранспортных средств при движении по криволинейной траектории занималось значительное число отечественных и зарубежных авторов [7–23].

Теоретические положения расчёта величины уширения проезжей части на участках кривых в плане лесовозной дороги основываются на нескольких ключевых принципах.

Основным фактором, определяющим необходимость уширения проезжей части, является радиус кривой в плане. Чем меньше его значение, тем больше значение центробежной силы, действующее на транспортное средство.

Указанная сила направлена от центра кривизны и может привести к заносу и, в ряде случаев, к опрокидыванию транспортного средства. Поэтому уширение проезжей части необходимо для того, чтобы компенсировать действие центробежной силы и обеспечить безопасное прохождение кривой.

Во-вторых, скорость движения автомобиля также влияет на величину уширения. При большей скорости движения центробежная сила увеличивается, так как она пропорциональна квадрату скорости. Поэтому при более высоких скоростях требуется большее уширение проезжей части для обеспечения безопасного прохождения кривой.

В-третьих, длина и масса автомобиля играют важную роль в определении величины уширения. Более

длинные и тяжёлые автомобили имеют большие значения силы инерции, и их траектория движения смещается сильнее внутрь кривой, поэтому требуется большее уширение для предотвращения выезда за пределы проезжей части.

Кроме того, необходимо учитывать условия движения, например, сцепные качества на поверхности проезжей части. Так, на влажном или скользком покрытии сцепление шин с дорогой уменьшается, поэтому требуется большее уширение проезжей части для компенсации снижения коэффициента сцепления.

Также следует принимать во внимание радиус поворота передних колес автомобиля.

Чем меньше значение указанного радиуса, тем больше будет смещение автомобиля внутрь кривой. Поэтому уширение проезжей части необходимо для предотвращения выезда транспортного средства за ее пределы.

Положения нормативных документов для устройства уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог. Необходимость устройства уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог определяется значением радиуса кривой в плане.

Однако, в основном нормативном документе, устанавливающем требования при проектировании и строительстве лесовозных дорог (СП 288.1325800.2016) предусмотрено устройство уширения проезжей части применительно к габаритам мостовых сооружений, расположенных на кривых в плане, без указания значений радиуса кривой в плане.

Отметим, что требованиями уже действующих ведомственных строительных норм ВСН 01-82 [24] уширения проезжей части при перевозке сортиментов предусматривались уже при значениях радиуса кривой в плане 700 м и менее (табл. 1).

Таблица 1. Расчёт величины уширения проезжей части на участках кривых в плане дороги

Радиусы кривых в плане, м	Величины уширения проезжей части лесовозных дорог (м) согласно требованиям ВСН 01-82 [24]					
	при вывозке хлыстов и деревьев длиной до 20 м при числе полос движения (п. 4.2.26)			при вывозке сортиментов при числе полос движения (п. 4.2.27)		
	две полосы, для движения на поворотах (в грузовом направлении)		одна полоса	две полосы		
	левых	правых		две полосы	одна полоса	
15	Нет значений	Нет значений	Нет значений	4,3	2,2	
20				3,2	1,6	
30				2,2	1,1	
40				1,9	1,0	
50				1,7	0,9	0,8
60				1,4	0,8	0,7
80				1,1	0,7	1,2
100	1,0	1,7	0,6	1,0	0,5	
125	0,9	1,5	0,5	Нет значений		
150	0,8	1,3	0,4	0,9	0,4	
200	0,8	1,2	0,4	0,8	0,3	
250	0,6	0,9	0,3	0,7	0,3	
300	0,6	0,8	–	0,6	0,3	
400	0,5	0,7	–	0,5	–	
500	0,4	0,6	–	0,5	–	
600	0,4	0,5	–	0,4	–	
700	0,3	0,5	–	0,3	–	
800	0,3	0,4	–	–	–	
900	–	Нет значений	–	–	–	
1000	–	0,3	–	–	–	

³ См п. 223 ГОСТ Р 59483-2021: «Траекторная устойчивость – способность транспортного средства сохранять заданное направление движения, несмотря на действие внешних и инерционных сил» [6].

Согласно п. 5.3.4.7 СП 243.1326000.2015, распространяющегося, в том числе, на автомобильные дороги местного значения, как общего, так и не общего пользования, со среднегодовой суточной интенсивностью движения не более 400 авт. в сутки уширения проезжей части должны предусматриваться при радиусах кривых в плане 400 м и менее [25].

Уширение проезжей части устраивается с внутренней стороны кривой за счёт обочины, обеспечивая дополнительное пространство для маневра.

Так, согласно п. 4.2.28 ВСН 01-82: «... На дорогах с шириной обочин более 1 м уширение проезжей части производится за счёт уменьшения внутренней обочины при условии, чтобы ширина её была не менее 1 м... В горной местности ... допускается размещать уширения проезжей части и с внешней стороны закругления».

Аналитическое обоснование требуемой величины уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог. Расчёт уширения проезжей части обычно выполняется с использованием формул, которые учитывают вышеуказанные факторы.

При движении автопоезда на участках кривых в плане дороги все его колеса двигаются по дугам различных радиусов, а продольные базы автомобиля и прицепа перемещаются под углом к оси дороги.

Расчёты позволяют определить необходимую величину уширения, обеспечивающую более безопасные условия для движения автотранспортных средств по криволинейным участкам лесовозной дороги при различных условиях.

Расчётная схема для движения автопоезда на кривой в плане приведена на рис. 3.

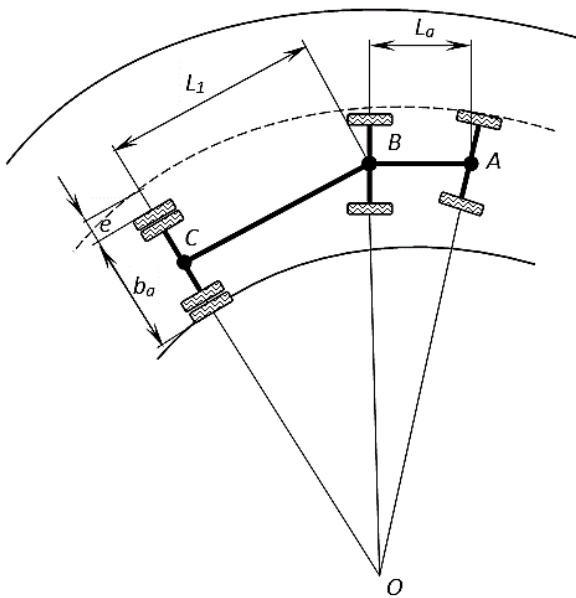


Рис. 3. Расчётная схема движения автопоезда на кривой: e – уширение проезжей части дороги; b_a – поперечная база автомобиля и прицепа роспуска

В настоящее время выполнен значительный объём исследований по расчёту уширения на кривых для лесовозных автопоездов. В первую очередь, следует отметить формулы профессоров М.М. Корунова, Г.Б. Ицикова, Б.А. Ильина и Ю.Д. Силукова [26–29].

В формулах приняты следующие общие обозначения:
 e – величина уширения полосы движения;
 R – радиус кривой в плане, м;
 V – скорость движения автопоезда на кривой, км/час.

Формула профессора М.М. Корунова имеет вид [28]:

$$e = 2 \left[R - \frac{b_1}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{b_1}{2} \right)^2 - K} \right] + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}, \quad (2)$$

где b_1 – расстояние от буксирного прибора до осей балансира прицепа-роспуска; K – показатель продольной базы автопоезда

$$K = L_k^2 + L_a^2, \quad (3)$$

где L_k – расстояние между кониками автомобиля и прицепа-роспуска (принимается равным L_1).

Ициков Г.Б. предложил следующую формулу условий двухполосного движения [26]:

$$e = 2 \left[R - \frac{b_a}{2} - \sqrt{\left(\sqrt{R^2 - L^2} - \frac{b_a}{2} \right)^2 + a^2 - b_1^2} \right] + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}, \quad (4)$$

где b_a – ширина автомобиля и прицепа-роспуска; L – расстояние от переднего буфера до задней оси автомобиля, м; a – расстояние между задней осью автомобиля и его буксирным устройством.

Профессор Б.А. Ильин предложил следующую формулу [27]:

$$e = e_a - R + \sqrt{\left[\sqrt{\left(R - \frac{e_a}{2} - \frac{B_0}{4} \right)^2 - \frac{l^2}{4} + \frac{B_0}{4}} \right]^2 + \left(K_2 + \frac{l}{2} \right)^2}, \quad (5)$$

где B_0 – ширина проезжей части для двухполосной дороги на прямом участке, м; l – расстояние между кониками автомобиля и прицепа-роспуска, м; K_2 – длина концов сортиментов, свисающих с прицепа-роспуска, м; e_a – уширение полосы движения для одиночного автомобиля

$$e_a = \frac{L^2}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}}. \quad (6)$$

Для упрощения методики расчёта Ю.Д. Силуков сделал допущение, что на участках кривых в плане лесовозной дороги звенья автомобиля и прицепа роспуска имеют один мгновенный центр вращения [29].

Величина уширения проезжей части

$$e = R - \frac{b_a}{2} - OC. \quad (7)$$

Из треугольника OCB находим (рис. 3)

$$OC = \sqrt{OB^2 - L_1^2}. \quad (8)$$

Из треугольника OBA находим

$$OB^2 = \left(R - \frac{b_a}{2}\right)^2 - L_a^2. \quad (9)$$

Тогда уширение для одной полосы движения при правом повороте будет иметь вид:

$$e = R - \frac{b_a}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{b_a}{2}\right)^2 - L_a^2 - L_1^2}. \quad (10)$$

Для учёта двухполосного движения в формулу (10) вводим множитель 2, а поправку на скорость можно посчитать по эмпирической формуле:

$$e_V = \frac{0,1 V}{\sqrt{R}}. \quad (11)$$

Производим расчёт при скорости $V = 50$ км/ч.

Отметим, что лесные дороги проектируют однополосными при расчётной интенсивности менее 100 транспортных единиц в сутки, и двухполосными при

интенсивности движения 100 и более транспортных единиц в сутки (п. 6.2.2 СП 288.1325800.2016).

Производим расчёт величины уширения проезжей части дороги по формулам профессора Корунова М.М. (2, 3). Указываем постоянные величины для расчёта: $b_1 = 6,0$ м; $L_k = 8$ м; $L_a = 3,525 + 1,4 = 4,925$ м.

Тогда формула для расчёта уширения с учётом двухполосного движения и поправки на скорость автопоезда будет иметь вид

$$e = 2 \left[R - \frac{b_a}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{b_a}{2}\right)^2 - L_a^2 - L_1^2} \right] + \frac{0,1 V}{\sqrt{R}}. \quad (12)$$

Численный пример для обоснования требуемой величины уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог. Выполним расчёт уширения проезжей части на кривых различных радиусов для автопоезда Урал-43204 с прицепом-ропуском ТМЗ 802 (рис. 4), используемого для перевозки древесины в сортиментах длиной 12 м.



Рис. 4. Компонентная схема автопоезда: седельный тягач Урал-43204 + прицеп-ропусок ТМЗ 802

Расчёты уширения проезжей части производим для лесовозной дороги категории II-ЛВ (постоянного действия, среднегодовая суточная интенсивность движения составляет 100–200 авт./сутки, табл. 4.1 СП 288.1325800.2016 [1]).

Расчётная скорость движения автомобиля по автомобильной дороге составляет 60 км/ч (табл. 6.1 СП 288.1325800.2016).

Вводя постоянные величины, формулу (2) приводим к следующему виду, где переменной является радиус кривой в плане

$$e = 2 \left[R - 3 - \sqrt{(R - 3)^2 - 88,25} \right] + \frac{5}{\sqrt{R}}. \quad (13)$$

Производим расчёт величины уширения проезжей части дороги по формуле Г.Б. Ищикова (4). Указываем постоянные величины для расчёта: $b_a = 2,82$ м; $L = 6,417$ м; $a = 1,293$ м; $b_1 = 6$ м. Вводя постоянные величины, формулу (3) приводим к следующему виду

$$e = 2 \left[R - 1,41 - \sqrt{(\sqrt{R^2 - 41,178} - 1,41)^2 - 34,328} \right] + \frac{5}{\sqrt{R}}, \quad (14)$$

Производим расчёт величины уширения проезжей части дороги по формулам профессора Б.А. Ильина

(5, 6). Постоянные величины: $L_a = 4,952$ м; для дороги категории II-ЛВ $B_0 = 7,0$ м; $l = 8$ м для длины сортимента 12 м; $K_2 = 1$ м.

Вводя постоянные величины, формулу (5) приводим к следующему виду

$$e = \frac{24,522}{R} + \frac{5}{\sqrt{R}} - R + \sqrt{\left[\sqrt{\left(R - \left(\frac{12,261}{R} + \frac{2,5}{\sqrt{R}} \right) - 1,75 \right)^2 - 16 + 1,75} \right]^2 + 25}. \quad (15)$$

Производим расчёт величины уширения с учётом двухполосного движения и поправки на скорость автопоезда по формуле Ю.Д. Силукова (12).

Указываем постоянные величины для расчёта: $b_a = 2,82$ м; $l = 7,71$ м; $L_1 = 7,6$ м.

Вводя постоянные величины, формулу (12) приводим к следующему виду, где переменной является радиус кривой в плане

$$e = 2 \left[R - 1,41 - \sqrt{(R - 1,41)^2 - 117,204} \right] + \frac{5}{\sqrt{R}}. \quad (16)$$

Результаты расчёта величины уширения проезжей части на участках кривых в плане лесовозной дороги по формулам М.М. Корунова, Г.Б. Ищикова, Б.А. Ильина и Ю.Д. Силукова приведены в табл. 2.

Таблица 2. Расчёт величины уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог на участках кривых в плане дороги при перевозке сортиментов длиной 12 м (расчётный автопоезд – Урал-43204 + прицеп-ропуск ТМЗ 802)

Радиус кривой в плане, м	Нормативное значение согласно ВСН 01-82	Величина уширения ℓ (м), расчёт по формуле			
		Корунова М.М.	Ицикова Г.Б.	Ильина Б.А.	Силукова Ю.Д.
100	1,1	1,41	1,26	0,67	1,69
125	1,0	1,17	1,06	0,60	1,40
150	0,8	1,01	0,91	0,56	1,20
175	Нет данных	0,89	0,81	0,52	1,05
200	0,6	0,80	0,73	0,49	0,94
225	Нет данных	0,73	0,67	0,46	0,86
250	0,5	0,67	0,62	0,44	0,79
275	Нет данных	0,63	0,58	0,42	0,73
300	0,4	0,59	0,54	0,41	0,68

Заключение. Расчёты величины уширения проезжей части на участках кривых в плане лесовозной дороги, выполненные с использованием формул, разработанных профессорами М.М. Коруновым и Ю.Д. Силуковым, привели к значениям, которые значительно превышают нормативные согласно требованиям ВСН 01-82.

Применение указанных формул позволит предусмотреть при проектировании лесовозных автомобильных дорог условия безопасного движения автопоездов на участках кривых в плане.

Полученные значения уширения проезжей части лесовозных автомобильных дорог для участков кривых

в плане рекомендуются к включению в новую редакцию свода правил СП 288.1325800.2016.

Дальнейшие исследования могут включать проверку формул для различных типов покрытия лесовозных дорог и различающегося состава автотранспортных средств⁴, а также изучение их применения в сочетании с другими факторами, влияющими на движение автотранспортных средств на участках кривых в плане.

В перспективе исследования должны быть направлены на разработку более точных формул расчёта уширения проезжей части дорог, учитывающих условия динамики движения автопоездов на участках кривых в плане.

Литература

- СП 288.1325800.2016. Дороги лесные. Правила проектирования и строительства: Свод правил / Введ. 2017-06-17. М. : Стандартинформ, 2018. IV, 111 с.
- Правила обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом [Электронный ресурс]: Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 30.04.2021 г. № 14. – URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 09.12.2024).
- Автомобильный справочник Bosch / Пер. с англ. 3-е изд., перераб. и доп. М. : За рулем, 2012. 1280 с.
- Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда. М. : Транспорт, 1967. 255 с.
- Дорожная терминология: Справочник / Под ред. М.И. Вейцмана. М. : Транспорт, 1985. 310 с.
- ГОСТ Р 59483-2021. Колёсные транспортные средства. Термины и определения: Национальный стандарт Российской Федерации / Введ. 2021-09-01 с правом досрочн. прим. М.: Стандартинформ, 2021. IV, 114 с.
- Амосов А.Г. Алгоритм построения геометрии движения специальных транспортных средств [Электронный ресурс] // Программные системы и вычислительные методы. – 2019. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-postroeniya-geometrii-dvizheniya-spetsialnyh-transportnyh-sredstv> (дата обращения: 09.12.2024).
- Бергман М.М. Графическое исследование поворота автомобиля без прицепа и с прицепом. М.: Мотор, 1934. 84 с.
- Борисов В.А. Исследование движения лесовозных автопоездов на горизонтальных кривых // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. – 2009. – № 2(65). – С. 73–80.
- Величко Г.В. Трассирование самопосягающих и саморегулирующих дорог // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2010. – № 2. – С. 23–26.
- Жуков А.В., Петрович О.В. Определение положения прицепа-ропуска лесовозного автопоезда на траектории поворота // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1991. – № 6. – С. 45–49.
- Закин Я.Х. Методы анализа маневренных свойств автопоездов: Построение траекторий криволинейного движения /
- М-во автомоб. транспорта и шоссейных дорог РСФСР. Гос. науч.-исслед. ин-т автомоб. транспорта «НИИАТ». Ленингр. филиал. М. : Автотрансиздат, 1961. 44 с.
- Иванов В.Н. Влияние ширины проезжей части автомобильных дорог на безопасность и режимы движения транспортных средств (назначение ширины проезжей части автомобильных дорог). М. : Высшая школа, 1972. 414 с.
- Ксенодохов В.И. Расчёт срезок для обеспечения видимости на автомобильных дорогах. М. : Дориздат, 1953. 28 с.
- Терсков Г.Л. Графоаналитическое определение траектории движения передка при непрямолинейном движении ведущей точки // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – 1936. – № 4. – С. 51–52.
- Akay A.E., Sessions J. Rooding and Transport Operations // Evans J., Youngquist J.A., Burley J. (Eds.) Encyclopedia of Forest Sciences. Academic Press. – 2004. – Pp. 259–269.
- Hauer E. The Art of Regression Modeling in Road Safety. Springer, 2015. 240 p.
- Krenz A., Osterloh H. Klothoiden-Taschenbuch für Entwurf und Absteckung. Aufl. Wiesbaden, Berlin: Bauverl., 1978. 401 p.

⁴ Термин «состав транспортных средств» означает сцепленные транспортные средства, которые участвуют в дорожном движении как одно целое (п. 1 статьи 1 КДД [30]).

Компоновка состава автотранспортных средств для вывозки древесины формируется использованием либо автомобиля-тягача (оборудован тягово-сцепным устройством), либо седельного тягача (оборудован седельно-сцепным устройством) с различным комбинированием количества и видов транспортных единиц (подкатные тележки, прицепы, прицепы-ропуски, полуприцепы).

Термин «прицеп» означает любое транспортное средство, предназначенное для его буксировки механическим транспортным средством; этот термин охватывает также полуприцепы (п. q статьи 1 КДД). Термин «полуприцеп» означает любой прицеп, предназначенный для сцепления с автомобилем таким образом, что часть его опирается на автомобиль, и последний несет на себе значительную часть массы полуприцепа и его груза (п. r статьи 1 КДД).

19. La voirie forestière: Guide à l'attention des élus [Электронный ресурс] // Association des Communes forestières du Puy-de-Dôme. – 2016. – URL: <https://franceboisforet.fr/wpcontent/uploads/2020/01/La-voirieforestiere.pdf> (дата обращения: 09.12.2024).
20. Lay M.G. Handbook of Road Technology. 4th Edition. Spon Press, 2009. 942 p.
21. Martin A.M., Owende P.M.O., O'Mahony M.J., Ward S.M. A timber extraction method based on pavement serviceability and forest inventory data. Forest Science. – 2000. – No 46 (1). – Pp. 76–85.
22. Martin A.M., Owende P.M.O., Holden N.M., Ward S.M., O'Mahony M.J. Designation of timber extraction routes in a GIS using road maintenance cost data. Forest Products Journal. – 2001. – No 51(10). – Pp. 32–38.
23. Owende P.M.O. Wood Delivery // Evans J., Youngquist J.A., Burley J. (Eds.) Encyclopedia of Forest Sciences. Academic Press. – 2004. – Pp. 269–279.
24. ВСН 01-82. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий: Ведомственные строительные нормы / Введены 1982-09-01. Л.: Гипролестранс, 1983. 186 с.
25. СП 243.1326000.2015. Проектирование и строительство автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения: Свод правил / Введен 2015-12-01. М.: Стандартинформ, 2015. VI, 110 с.
26. Технические указания по проектированию автомобильных дорог лесозаготовительных предприятий. Л.: Гипролестранс, 1963. 127 с.
27. Ильин Б.А., Кувалдин Б.И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 384 с.
28. Корунов М.М., Тагильцев Н.Д. Примеры и задачи по сухопутному транспорту леса. М.: Лесная пром-сть, 1976. 95 с.
29. Силуков Ю.Д. Уширение дороги на кривых при движении лесовозных автопоездов // Эксплуатация лесовозного подвижного состава: Межвуз. сб. науч. тр. Урал. гос. лесотехн. акад.; Под ред. Ю.Д. Силукова. – Екатеринбург: УГЛТА. – 1996. – С. 11–16.
30. Конвенция о дорожном движении (КДД) [Электронный ресурс]: Заключена в г. Вене 08.11.1968 г., с изм. от 23.09.2014 г. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=136493&dst=0&edition=etD&rnd=HEloDg#8sNxxOTLjF7YgTSl> (дата обращения: 09.12.2024).
9. Borisov V.A. Study of the movement of timber road trains on horizontal curves // Bulletin of the Moscow State University of Forestry. – Forest Bulletin. – 2009. – No. 2 (65). – P. 73–80.
10. Velichko G.V. Tracing self-explanatory and self-regulating roads // Science and technology in the road industry. – 2010. – No. 2. – P. 23–26.
11. Zhukov A.V., Petrovich O.V. Determination of the position of the trailer-disconnector of a timber road train on the turn trajectory // News of higher educational institutions. Forestry magazine. – 1991. – No. 6. – P. 45–49.
12. Zakin Ya.Kh. Methods for analyzing the maneuvering properties of road trains: Construction of curved motion trajectories / Ministry of Automobile Transport and Highways of the RSFSR. State Research Institute of Automobile Transport "NIIAT". Leningrad branch. M.: Avtotransizdat, 1961. 44 p.
13. Ivanov V.N. Influence of the width of the carriageway of highways on the safety and traffic modes of vehicles (assignment of the width of the carriageway of highways). M.: Vysshaya shkola, 1972. 414 p.
14. Ksenodokhov V.I. Calculation of shortcuts to ensure visibility on highways. Moscow: Dorizdat, 1953. 28 p.
15. Terskov G.L. Graph-analytical determination of the trajectory of the front end during non-linear movement of the leading point // Theory, design and production of agricultural machinery. – 1936. – № 4. – Pp. 51–52.
16. Akay A.E., Sessions J. Rooding and Transport Operations // Evans J., Youngquist J.A., Burley J. (Eds.) Encyclopedia of Forest Sciences. Academic Press. – 2004. – Pp. 259–269.
17. Hauer E. The Art of Regression Modeling in Road Safety. Springer, 2015. 240 p.
18. Krenz A., Osterloh H. Clothoid pocket book for design and setting out. Edition Wiesbaden, Berlin: Bauverl., 1978. 401 p.
19. Forest roads: Guide for elected officials [Electronic resource] // Association of Forest Communities of Puy-de-Dôme. – 2016. – URL: <https://franceboisforet.fr/wpcontent/uploads/2020/01/La-voirieforestiere.pdf> (date of access: 09.12.2024).
20. Lay M.G. Handbook of Road Technology. 4th Edition. Spon Press, 2009. 942 p.
21. Martin A.M., Owende P.M.O., O'Mahony M.J., Ward S.M. A timber extraction method based on pavement serviceability and forest inventory data. Forest Science. – 2000. – No 46 (1). – Pp. 76–85.
22. Martin A.M., Owende P.M.O., Holden N.M., Ward S.M., O'Mahony M.J. Designation of timber extraction routes in a GIS using road maintenance cost data. Forest Products Journal. – 2001. – No 51(10). – Pp. 32–38.
23. Owende P.M.O. Wood Delivery // Evans J., Youngquist J.A., Burley J. (Eds.) Encyclopedia of Forest Sciences. Academic Press. – 2004. – Pp. 269–279.
24. VSN 01-82. Instructions for the design of logging enterprises: Departmental building codes / Introduced on 1982-09-01. Leningrad: Giprolestrans, 1983. 186 p.
25. СП 243.1326000.2015. Design and construction of low-traffic roads: Code of practice / Introduced on 2015-12-01. М.: Стандартинформ, 2015. VI, 110 p.
26. Technical guidelines for the design of roads for logging enterprises. Leningrad: Giprolestrans, 1963. 127 p.
27. Ilyin B.A., Kuvadin B.I. Design, construction and operation of logging roads. Moscow: Forestry industry, 1982. 384 p.
28. Korunov M.M., Tagiltsev N.D. Examples and tasks for land timber transport. М.: Forestry industry, 1976. 95 p.
29. Silukov Yu.D. Road widening on curves during the movement of logging road trains // Operation of logging rolling stock: Interuniversity. collection of scientific papers of the Ural state forestry academy; Ed. by Yu.D. Silukov. – Ekaterinburg: UGLTU. – 1996. – P. 11–16.
30. Convention on Road Traffic (CRT) [Electronic resource]: Concluded in Vienna on 08.11.1968, as amended on 23.09.2014 – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=136493&dst=0&edition=etD&rnd=HEloDg#8sNxxOTLjF7YgTSl> (date accessed: 12.09.2024).

References

1. SP 288.1325800.2016. Forest roads. Design and construction rules: Code of rules / introduced 2017-06-17. М.: Ministry of Construction of Russia, 2016. IV, 111 p.
2. Rules for ensuring the safety of transportation by road and urban ground electric transport [Electronic resource]: Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 04/30/2021 No. 14. – URL: <https://www.consultant.ru/> (date accessed: 12.09.2024).
3. Bosch Automobile Handbook / Translated from English. 3rd ed., revised and enlarged. М.: Behind the Wheel, 2012. 1280 p.
4. Zakin Ya.Kh. Applied Theory of Road Train Motion. М.: Transport, 1967. 255 p.
5. Road Terminology: Handbook / Edited by M.I. Veitsman. М.: Transport, 1985. 310 p.
6. GOST R 59483-2021. Wheeled vehicles. Terms and definitions: National standard of the Russian Federation / Introduced 2021-09-01 with the right of early. notes. Moscow: Standartinform, 2021. IV, 114 p.
7. Amosov A.G. Algorithm for constructing the geometry of movement of special vehicles [Electronic resource] // Software systems and computational methods. – 2019. – No. 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-postroeniya-geometrii-dvizheniya-spetsialnyh-transportnyh-sredstv> (date of access: 09.12.2024).
8. Bergman M.M. Graphic study of the turn of a car with and without a trailer. Moscow: Motor, 1934. 84 p.