

ОТРАСЛЕВОЙ СЕКТОР КАК ОСНОВА ЭКОНОМИКИ РОССИИ

DOI 10.24182/2073-6258-2021-20-2-106-112

А. О. Боровлев

*Соискатель,
Antbor@mail.ru*

*Кафедра информационной безопасности,
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Российская Федерация*

А. В. Скрыпников

*Доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой, декан факультета,
skrypnikovvsafe@mail.ru*

*Кафедра информационной безопасности,
Факультет управления и информатики в технологических системах,
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Российская Федерация*

И. А. Высоцкая

*Кандидат физико-математических наук, доцент,
i.a.trishina@gmail.com*

*Кафедра информационной безопасности,
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Российская Федерация*

Экономическая эффективность от улучшения плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог

Аннотация: В статье формулируется алгоритм согласования элементов плана и продольного профиля лесовозной автомобильной дороги. Приведено исследование экономической эффективности дополнительных капиталовложений для улучшения плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог.

Ключевые слова: экономическая эффективность, лесовозная автомобильная дорога, проектирование дорог.

A. O. Borovlev

*Graduate student,
Antbor@mail.ru*

*Department of Information Security,
Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation*

A. V. Skrypnikov

*Dr. Sci. (Technic.), Prof.,
Head of the Department, Dean of the Faculty,
skrypnikovvsafe@mail.ru*

*Department of Information Security,
Faculty of Management and Informatics in Technological Systems,
Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation*

I. A. Vysotskaya

*Cand. Sci. (Phys–Math.), Assoc. Prof.,
i.a.trishina@gmail.com*

*Department of Information Security,
Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation*

Cost Effectiveness from Improving Smoothness and Clarity, of Timber Highways

Annotation: *The article formulates an algorithm for coordinating the elements of the plan and the longitudinal profile of a timber road. A study of the economic efficiency of additional capital investments for improving the smoothness and clarity of timber highways is presented.*

Keywords: *economic efficiency, timber road, road design.*

Рост экономики страны не возможен без развития инфраструктуры, одной из составляющей которой является сеть автомобильных дорог в целом и лесовозных дорог в частности. Строительство сети лесовозных дорог обеспечивает доступ к лесным ресурсам и является одним из наиболее затратных статей расходов для лесозаготовительных предприятий. Дороги относятся к разряду капиталоемких линейно протяжённых инженерных объектов, проектирование которых представляет во времени и пространстве сложный и многофункциональный процесс.

Процесс проектирования лесовозных автомобильных дорог включает в себя технологическую последовательность проектных операций, что обуславливает актуальность развития научно обоснованных методов при проектировании лесотранспортной сети. При формировании оптимальной схемы развития лесовозной автомобильной дороги и выборе её рационального положения на местности, инженер сталкивается с необходимостью учитывать особенности рельефа, физико-географических процессов и явлений, для построения перспективных изображений будущей трассы [1].

Проектировка дорожного полотна при помощи перспективных изображений помогает получить удачное дорожно-ландшафтное решение и обеспечить условия безопасности движения. Цель исследования провести анализ, который позволит определить экономическую эффективность дополнительных капиталовложений, необходимых для улучшения плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог.

Для обеспечения при проектировании лесовозных автомобильных дорог в плане, продольном и поперечном профилях зрительной ясности и плавности проезжей части при взгляде с расстояний от 80 до 100 м перед началом кривых в плане, необходимо правильное согласование элементов плана и продольного профиля.

Сформулируем поэтапный план согласования кривых в плане с вертикальными кривыми путем постепенных приближений.

1. Трассирование лесовозных автомобильных дорог на картах проводится с учетом основных форм рельефа и других элементов ландшафта по принятому в технико-экономическом обосновании общему направлению. При этом углы поворота в плане размещают на основных экстремальных точках рельефа, т. е. на линии водоразделов или тальвегов. Этим обеспечивается приближенное совмещение углов поворота трассы с углами перелома проектной линии.

2. Вписывают кривые в план и трассу, разделяют на пикеты. Эту линию считают первым вариантом трассы в плане.

3. Вычерчивают продольный профиль рельефа местности.

4. Проводят проектную линию, определяют длину вертикальных кривых. При проведении проектной линии сначала проверяют возможность согласования длин вертикальных кривых с кривыми «первого варианта» трассы в плане, располагая углы вертикальных переломов на точках середины кривых в плане или вблизи от них и согласуя длину горизонтальных

кривых с длиной вертикальных кривых. При слабо пересеченном рельефе это возможно. Однако, чаще кривые в плане оказывают не совмещёнными с рациональным положением вертикальных кривых.

5. По продольному профилю устанавливают соответствие получившихся сочетаний кривых плана и профиля условиям зрительной ясности. Решают, какие корректировки в плане или профиле необходимы для обеспечения зрительной ясности и плавности криволинейных участков трассы лесовозной автомобильной дороги. Наиболее часто оказывается необходимым совмещение середин кривых в плане и профиле.

6. Длину кривых в плане (C_p) принимают с учетом условий их рационального совмещения с вертикальными кривыми.

7. Радиус кривой в плане определяется по зависимости

$$R_p = \frac{180C_p}{\alpha\pi}. \quad (1)$$

Угол поворота трассы в плане α измеряется на карте.

8. Переходные кривые, как правило, проектируют в случаях, когда $R_p \leq 5000$ м. Их оптимальная длина L_p определяется с учетом радиуса вертикальной кривой (R_v) и величины возвышения внешней кромки проезжей части в выраже над ее исходным положением в начале отгона выража (h_b).

$$L_p \leq 2\sqrt{6R_v h_b}. \quad (2)$$

9. Проводят кривые в плане и разделяют трассу на пикеты. Таким образом определяется «второй вариант» трассы в плане. Информационная система вычерчивает продольный профиль рельефа, проводит проектную линию, подсчитывает величины смещений [2].

10. Подсчитывают соотношения радиусов $R_v : R_p = m$ с использованием номограммы [2–3], проверяют зрительную плавность и ясность принимаемых кривых. В случаях, когда пространственные кривые оказываются зрительно неплавными, меняют величины радиусов кривых в плане и профиле, как правило, сохраняя их соотношение m , если зрительная ясность была обеспечена.

Проведенное опытное проектирование показало, что применяя предложенную методику, можно получить удачное совмещение кривых плана и профиля.

Необходимость отступления от направлений трассы, проведенных на картах с учетом условий зрительной плавности и ясности, иногда нуж-

дается в согласовании с заинтересованными организациями. Согласованию элементов плана и профиля в процессе проектирования целесообразно отвести некоторое время. В этом случае значительно уменьшаются затраты труда на зрительный анализ и корректировку неудачных мест, а качественно проектных решений получается более высоким.

Использование номограмм, а впоследствии интеллектуальной информационной системы для проверки зрительной плавности и ясности требует на одну кривую не более 0,5 минуты времени. Следовательно, время необходимое на зрительный анализ с использованием номограмм, уменьшается по сравнению со временем, нужным для изготовления одного перспективного изображения неавтоматизированным путем [4].

Из опыта проектирования известно, что улучшение плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог, как правило, требует дополнительных капитальных вложений.

С целью определения экономической эффективности затрат, нужных для повышения безопасности движения путем улучшения условий зрительного восприятия, было проведено перепроектирование некоторых участков лесовозных автомобильных дорог, которые не соответствовали требованиям зрительной плавности и ясности. После введения корректур эти участки, как правило, имели вертикальные и горизонтальные кривые больших радиусов и меньшие продольные уклоны. Устранились также места зрительных просадок и изломов.

Для сравниваемых вариантов определяли основные транспортно-эксплуатационные показатели: среднюю скорость на участке и средние относительные коэффициенты аварийности (по методу Бабкова В.Ф. [3]). Используя [3], подсчитано абсолютное возможное количество дорожно-транспортных происшествий на участке. Во всех случаях перепроектирования возрастает средняя скорость, что дает возможность определить уменьшение себестоимости перевозок. При сравнении вариантов учитывались приведенные затраты эксплуатации лесовозной автомобильной дороги и автотранспорта, а также возможные потери в народном хозяйстве от дорожных происшествий.

Эффект за срок службы лесовозной автомобильной дороги можно определить по формуле:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\Delta \varepsilon_0 t}{(\Delta K - \Delta K_{\text{нр}}) 9,66}, \quad (3)$$

где ΔK — дополнительные капиталовложения, руб.;

$\Delta K_{\text{пр}}^{\text{т}}$ — уменьшение затрат на приобретение автомобилей, руб.;
 $\Delta \mathcal{E}_0$ — экономия в базисном году, руб.;
 t — срок службы дороги, годы;
 9,66 — сумма годовых коэффициентов экономической эффективности (E_j) за период службы дороги.

Нормативный коэффициент эффективности $E_{\text{н}}$ был принят в соответствии с [3].

Таблица 1

Экономическая эффективность затрат, нужных для обеспечения зрительной плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог

№ объекта	$\Delta \mathcal{E}_0$	$\Delta K - \Delta K_{\text{пр}}^{\text{т}}$	$E_{\text{ср}}$	$E_{\text{н}}$
1	17 100	1500	1,18	> 0,12
2	2060	320	0,66	> 0,12
3	8430	4420	0,19	> 0,12
4	53 880	4990	1,12	> 0,12
5	40 020	4140	0,21	> 0,12

Из таблицы 1¹, можно сделать вывод, что экономическая эффективность дополнительных капиталовложений, нередко нужных для улучшения плавности и ясности лесовозных автомобильных дорог, во всех случаях оказалась существенно выше нормативной. Поскольку эффект дополнительных затрат выражается в понижении себестоимости автомобильных перевозок и в повышении безопасности движения, то эти затраты следует считать целесообразными.

Разработанная методика рационального совмещения кривых плана и профиля позволяет найти удачное решение. Повышение качества проектных решений является очень перспективной и актуальной задачей. Первоочередными исследованиями является установление условий, обеспечивающих зрительную плавность и ясность простых пространственных кривых, как наиболее распространенных, в зависимости от их параметров при взгляде из точек зрения, соответствующих нормальному расположению глаз водителей автомобилей. При этом под простыми пространственными кривыми мы имеем ввиду кривые, которые в плане

¹ Разработан авторами.

и продольном профиле образуют линии постоянной кривизны — круговая кривая и прямая.

При использовании номограммы затраты труда на зрительный анализ кривых уменьшаются до практического минимума (0,5 минуты на один поворот). Простота и доступность номограммы открывает путь широкому внедрению принципов пространственного проектирования лесовозных автомобильных дорог в практику.

Установлено, что экономическая эффективность дополнительных капиталовложений, нередко нужных для обеспечения зрительной плавности и ясности кривых, значительно выше нормативной [5].

Список литературы

1. Вырко Н.П. Строительство и эксплуатация лесовозных дорог: учебник. — Минск: БГТУ, 2005. 446 с.
2. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Belyaev A.N., Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. V. 726. P. 654–667.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Том 2. — М.: Транспорт, 1979. 407 с.
4. Чирков Е.В., Скрыпников А.В., Боровлев А.О., Прокопец В.С., Высоцкая И.А. Экспериментальное исследование методов автоматизированного проектирования трассы лесовозной автомобильной дороги. *Автоматизация. Современные технологии*. 2021. Т. 75. № 1. С. 29–33.
5. Бурмистров Д.В. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие. *Лесной вестник. Forestry Bulletin*, 2018. Т. 22. № 5. С. 69–76.

References

1. Vyrko N. P. Stroitel'stvo i jekspluatacija lesovoznyh dorog: uchebnik. — Minsk: BGTU, 2005. 446 s.
2. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Belyaev A.N., Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. V. 726. P. 654–667.
3. Babkov V.F., Andreev O.V. Proektirovanie avtomobil'nyh dorog. Tom 2. — M.: Transport, 1979. 407 p.
4. Chirkov E.V., Skrypnikov A.V., Borovlev A.O., Prokopec V.S., Vysockaja I.A. Jeksperimental'noe issledovanie metodov avtomatizirovannogo proektirovanija trassy lesovoznoj avtomobil'noj dorogi. *Avtomatizacija. Sovremennye tehnologii*. 2021. T. 75. № 1. P. 29–33.
5. Burmistrov D.V. Rabochaja gipoteza ritmichnogo stroitel'stva lesovoznyh avtomobil'nyh dorog i ee jekonomiko-matematicheskoe razvitie. *Lesnoj vestnik. Forestry Bulletin*, 2018. V. 22. № 5. P. 69–76.