

## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ, СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Дорохин С.В., Смирнов М.Ю.

*ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» (394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8), rivelenasoul@mail.ru*

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет» (424000 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3), rivelenasoul@mail.ru*

Для проектирования автомобильной дороги, гарантирующей безопасное движение с расчетной скоростью в любое время года, необходимо уметь оценить влияние каждого элемента и параметра дороги и метеорологического явления на скорость движения с тем, чтобы выбрать оптимальные параметры, технические решения и мероприятия. Авторами разработан метод оценки совместного влияния параметров и состояния дорог, а также метеорологических условий на режим движения автомобилей, при одновременном влиянии одного, двух и более параметров и факторов. Предлагаемый метод заключается в сравнении максимальной допустимой скорости движения расчетного автомобиля в данных условиях движения с максимальной допустимой скоростью движения в эталонных условиях, которая принимается за расчетную. В основу определения расчетных скоростей при оценке совместного влияния на режим движения двух и более факторов положена гипотеза о наличии сложной функциональной связи между частными коэффициентами обеспеченности расчетной скорости, учитывающими влияние отдельных факторов, итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости, учитывающим их влияние при совместном действии. Авторами предлагается таблица оценки опасности условий движения, метеорологических факторов, состояния и уровня содержания дорог при неблагоприятных метеорологических условиях по коэффициентам снижения расчетных скоростей. Таблица позволяет оценить качество проектных решений и на стадии проектирования определять требуемый уровень содержания дорог в различных метеорологических условиях. По установленным зависимостям обеспеченности расчетной скорости движения от интенсивности метеорологических явлений можно определить границы интенсивности каждого метеорологического явления по степени опасности для состояния дорог и режима движения.

Ключевые слова: автомобильная дорога, безопасность, скорость движения, метеорологические факторы, коэффициент обеспеченности, эталонные условия.

## HAZARD ASSESSMENT DRIVING CONDITIONS, CONDITION AND THE LEVEL OF LOGGING ROADS IN ADVERSE WEATHER CONDITIONS

Dorokhin S.V., Smirnov M.Y.

*Voronezh State Academy of Forestry Engineering (394087, Voronezh, Timiryazeva, 8), rivelenasoul@mail.ru*

*Volga State University of Technology (424000, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3), rivelenasoul@mail.ru*

For the design of the road, ensuring safe movement at the rate for any time of year, you must be able to assess the impact of each element and the parameters of the road and meteorological phenomena on the speed of movement in order to select the optimal parameters, technical decisions and activities. The authors have developed a method for estimating the joint effect of the parameters and the state of roads and weather conditions on the mode of movement of vehicles, while the influence of one, two or more parameters and factors. The offered method consists in comparison of the maximum admissible speed of the movement of the settlement car in these traffic conditions with the maximum admissible speed of the movement in reference conditions which is accepted to the settlement. The hypothesis of existence of difficult functional communication between the private coefficients of security of rated speed considering influence of separate factors, the total coefficient of security of rated speed considering their influence at joint action is put in a basis of determination of rated speeds at an assessment of joint influence on the mode of the movement of two and more factors. Authors offer the table of an assessment of danger of traffic conditions, meteorological factors, a state and level of the maintenance of roads at adverse weather conditions on coefficients of decrease in rated speeds. The table allows to estimate quality of design decisions and at a design stage to determine the demanded level of the maintenance of roads in various weather conditions. On the established dependences of security of rated speed of the movement on intensity of the meteorological phenomena it is possible to determine limits of intensity of each meteorological phenomenon by degree of danger to a road condition and the mode of the movement.

Keywords: highway, safety, movement speed, meteorological factors, security coefficient, reference conditions.

Скорость движения является основным транспортно-эксплуатационным показателем дороги, определяющим пропускную способность, удобство и безопасность движения, экономичность автомобильных перевозок и другие характеристики работы автомобильного транспорта и автомобильной дороги. Все проектные решения направлены в первую очередь на обеспечение заданной расчетной скорости движения.

Для проектирования автомобильной дороги, гарантирующей безопасное движение с расчетной скоростью в любое время года, необходимо уметь оценить влияние каждого элемента и параметра дороги и метеорологического явления на скорость движения с тем, чтобы выбрать оптимальные параметры, технические решения и мероприятия [1-3, 15].

**Теоретический анализ.** Для проверки обеспеченности расчетной скорости необходимо оценить влияние на скорость условий движения, включающих в себя геометрические параметры и транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, а также метеорологические условия. В этих целях можно применять широко известный метод, когда для выявления влияния на какой-то процесс одного фактора исключают или принимают постоянным действие других факторов, а затем определяют их совместное влияние [10-13].

Поскольку параметры всех систем комплекса ВАДС могут изменяться, можно утверждать, что существуют такие сочетания параметров систем, которые обеспечивают его наиболее эффективное функционирование. Если исключить влияние транспортного потока и рассматривать движение одиночного автомобиля на двухполосной дороге, то лучшему варианту соответствует движение на прямом, горизонтальном участке дороги оптимальной длины, с шириной проезжей части 7,5 м, укрепленными обочинами и шероховатой поверхностью при благоприятных погодных условиях, когда на встречной полосе могут встречаться только одиночные автомобили. В таких условиях режим движения будет зависеть от эксплуатационных качеств автомобиля, квалификации и состояния водителя, а функции допустимой скорости от параметров дороги и погодных условий равны единице [1,9,12].

**Методика.** Исходя из вышесказанного, авторами разработан метод оценки совместного влияния параметров и состояния дорог, а также метеорологических условий на режим движения автомобилей, при одновременном влиянии одного, двух и более параметров и факторов.

Предлагаемый метод заключается в сравнении максимальной допустимой скорости движения расчетного автомобиля в данных условиях движения  $V_{фmax}$  с максимальной допустимой скоростью движения в эталонных условиях  $V_{эmax}$ , которая принимается за расчетную  $V_p = V_{эmax}$ . Отношение этих скоростей называется коэффициентом обеспеченности или снижением расчетной скорости

$$K_{pc} = \frac{V_{фmax}}{V_{эmax}}, K_{pc} = \frac{V_{фmax}}{V_p}, (1)$$

Наиболее сложной задачей является определение максимально допустимых скоростей движения в случае, когда два или более параметра существенно отличаются от эталонных, действуют одновременно и доминирующий выделить трудно [4, 7, 8].

В предлагаемой методике в основу определения расчетных скоростей при оценке совместного влияния на режим движения двух и более факторов положена гипотеза о наличии сложной функциональной связи между частными коэффициентами обеспеченности расчетной скорости, учитывающими влияние отдельных факторов, итоговым коэффициентом обеспеченности расчетной скорости, учитывающим их влияние при совместном действии

$$K_{pc}^{итог} = f(K_{pcx_1}, K_{pcx_2}, \dots, K_{pcx_n}), (2)$$

В этом случае максимально допустимая безопасная скорость движения будет

$$V_{фmax} = K_{pc}^{итог} V_{эmax}, V_{фmax} = K_{pc}^{итог} V_p, (3)$$

В эталонных условиях  $K_{pc}^{итог} = 1$  и  $V_{фmax} = V_{эmax} = V_p$ . (4)

Важным моментом методики является выбор расчетной скорости движения в эталонных условиях. Одиночные легковые автомобили в эталонных условиях могут развивать весьма высокие скорости. Однако проектирование дорог в расчете на эти скорости приводит к значительному увеличению строительной стоимости, поэтому за расчетную принимают скорость движения легковых автомобилей 85 % обеспеченности или скорость смешанного транспортного потока 90...95 % обеспеченности [5, 6-8].

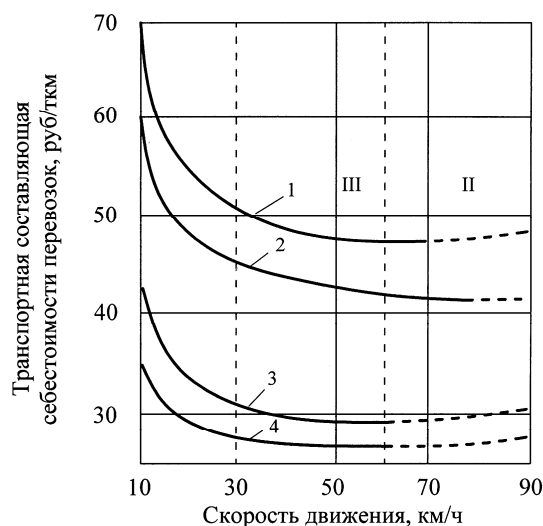
Многочисленные натурные измерения скоростей движения одиночных легковых автомобилей на дорогах II–III технических категорий, характеристики которых близки к эталонным, показывают, что скорость 85 % обеспеченности на таких участках близка к 120 км/ч, то есть соответствует расчетной скорости для дорог II технической категории [7, 14]. Исходя из этого, за расчетную (максимально допустимую безопасную) скорость движения в эталонных условиях может быть принята скорость 120 км/ч, с расчетом на перспективу до 140 км/ч.

Другим важным моментом является определение границ снижения скорости, которые могут быть приняты за характерные при выборе требуемых и допускаемых скоростей движения.

На рисунке 1 приведена зависимость транспортной составляющей себестоимости перевозок от скорости движения, полученная на основании данных, из которой следует, что при повышении скорости грузовых автомобилей до 30–40 км/ч себестоимость перевозок снижается. В интервале 40–60 км/ч темпы снижения замедляются, а при скорости более 60–70 км/ч транспортная составляющая себестоимости перевозок остается на одном уровне. Следовательно, с

точки зрения экономической эффективности перевозок целесообразными скоростями движения транспортного потока являются скорости выше 60–70 км/ч, а скорости 30–40 км/ч являются минимально допустимыми. Анализ зависимости удельного количества ДТП от скорости движения, полученной по данным, показывает, что их минимум наблюдается при скорости 50–60 км/ч, а при скоростях менее 50 км/ч и более 90 км/ч быстро возрастает. Минимальная тяжесть последствий наблюдается при скоростях от 30 до 80 км/ч, а при скоростях более 85–90 км/ч быстро возрастает [1, 16–18].

Выполненные исследования [19] показывают также, что максимум пропускной способности дорог соответствует скоростям от 50 до 60 км/ч при хорошем состоянии дорог и скоростям 30–50 км/ч при мокром и заснеженном покрытии. Исходя из этого, можно сделать вывод, что наиболее целесообразным являются скорости движения смешанного транспортного потока в пределах 60–90 км/ч.



а)



б)

Рис. 1. Влияние скорости движения на себестоимость перевозок и безопасность : а) транспортная составляющая себестоимости перевозок на усовершенствованном облегченном покрытии по данным [1]: 1 – автомобиль ГАЗ-3307; 2 – ЗИЛ-433180-02; 3 – МАЗ-555; ЗИЛ-432930 с прицепом; б) количество ДТП и относительное количество погибших; 5 – количе-

ство ДТП на 10 млн авт-км, по данным [1]; 6 – относительное количество погибших по данным [1]; 7,8 – соответственно количество ДТП и погибших по данным [1]

Известно, что средняя скорость транспортного потока составляет 0,6...0,8 от расчетной [19,20]. Поэтому, чтобы обеспечить рекомендуемые скорости, дорога должна обеспечивать движение одиночного автомобиля и однородного потока легковых автомобилей со скоростью 90...120 км/ч. За минимально допустимую скорость транспортного потока можно принять скорость 30 км/ч, ниже которой значительно увеличивается себестоимость перевозок, растет аварийность, снижается пропускная способность.

С учетом высказанных положений предлагается таблица оценки опасности условий движения, состояния и уровня содержания дорог при неблагоприятных метеорологических условиях по коэффициентам снижения расчетных скоростей (таблица 1).

Таблица 1

Оценка опасности условий движения, состояния и уровня содержания дорог при неблагоприятных метеорологических условиях

Показатели	Скорость движения при неблагоприятных метеорологических условиях, км/ч							
	для дорог I технической категории				для дорог II технической категории			
	120-90	90-60	60-30	<30	80-60	60-40	40-20	<20
Коэффициент снижения расчетных скоростей движения	1,0-0,75	0,75-0,50	0,5-0,25	<0,25	0,67-0,5	0,5-0,33	0,33-0,17	<0,17
Условия движения	нормальные	трудные	очень трудные	Не допустимые, допустимые в особых случаях	нормальные	трудные	очень трудные	допустимые в особых случаях
Состояние дорог в неблагоприятных погодных условиях	нормальное	удовлетворит.	неудовлетворит.	аварийное	нормальное	удовлетворительные	неудовлетворит.	аварийное
Метеорологические явления и условия	Не опасные	опасные	Особо опасные	Особо опасные, стихийное бедствие	Не опасные	опасные	Особо опасные	Особо опасные, стихийное бедствие
Требуемый	нормальный	усиленный	аварийный	полная	нормальный	усиленный	аварийный	полная

уровень содержания дорог	ный		рий-ный, с привлечением всех собственных средств	мобилизация с привлечением средств др. организаций	мальное	ное	ное, с привлечением всех собственных средств	мобилизация или закрытие движением
Фактический уровень содержания	нормальный	удовлетворит.	неудовлетворит.	Не допустимый или допустимый в особых случаях	нормальный	удовлетворит.	неудовлетворит.	Не допустимый или допустимый в особых случаях
Качество проектных решений	требования соблюдены	перепроектировать или обосновать ТЭР	перепроектировать	требования соблюдены	требования соблюдены	перепроектировать или обосновать технико-экономическими расчетами		

Таблица позволяет оценить качество проектных решений и на стадии проектирования определять требуемый уровень содержания дорог в различных метеорологических условиях. По установленным зависимостям обеспеченности расчетной скорости движения от интенсивности метеорологических явлений (рисунок 2) можно определить границы интенсивности каждого метеорологического явления по степени опасности для состояния дорог и режима движения.

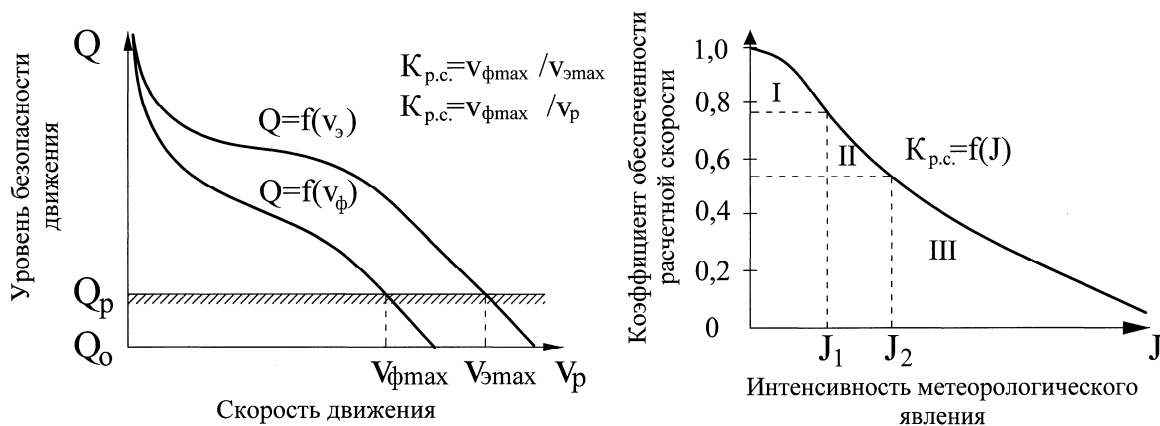


Рис. 2. Определение характерных границ влияния метеорологических явлений на расчетную скорость движения: I – нормальные условия; II – трудные условия; III – очень трудные условия движения

Аналогично может быть дана оценка влияния геометрических параметров, транспортно-

эксплуатационных характеристик и состояния дорог, а также условий движения на дорогах различных категорий и в том случае, если величина расчетной скорости изменяется, что часто необходимо при проектировании и технико-экономических расчетах (таблица 2).

Таблица 2

Оценка влияния условий движения

Расчетная скорость, км/ч	Коэффициенты обеспеченности расчетной скорости для различных условий движения		
	нормальные	трудные	очень трудные
150	0,94...1,0	0,625...0,94	менее 0,625
120	0,75...1,0	0,5...0,75	менее 0,5
100	0,62...1,0	0,42...0,62	менее 0,42
80	0,50...1,0	0,33..0,50	менее 0,33
60	0,37...1,0	0,25...0,37	менее 0,25

**Вывод.** Таким образом, предложенная методика позволяет оценивать, сравнивать и прогнозировать фактическое состояние дорог и условий движения с помощью системы коэффициентов, учитывающих изменения расчетной скорости движения при любых сочетаниях геометрических параметров дороги, ее транспортно-эксплуатационных характеристиках и погодно-климатических условиях.

Список литературы

1. Камусин А.А., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Лесовозные автопоезда: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов, магистров и бакалавров направления 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» по профилю «Лесоинженерное дело»; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждения высш. проф. образования «Московский гос. ун-т леса». – Москва, 2012. – 268 с.
2. Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Критерии качества управления светофорной сигнализацией // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса: межвузовский сборник научных статей. – Воронеж: ВГЛТА, 2007. – С. 179-181.
3. Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В., Сухов Д.Ю. Имитационное моделирование транспортного потока для оценки транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных автомобильных дорог // Системы управления и информационные технологии. –

Воронеж, 2008. – № 3.2 (33). – С. 276-278.

4. Кондрашова Е.В., Скрыпников А.В., Курьянов В.К. Оценка влияния эксплуатационных условий лесовозных автопоездов на безопасность их движения в САПР // Лес. Наука. Молодежь ВГЛТА - 2002: сб. материалов по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых Воронежской государственной лесотехнической академии за 2001–2002 годы. – Воронеж: ВГЛТА, 2002. – С. 175-181.

5. Кондрашова Е.В., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8-2. – С. 379-385.

6. Курьянов В.К., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Пропускная способность регулируемого перекрестка // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов / под ред. В.И. Посметьева. – Воронеж, 2007. – С. 201-203.

7. Курьянов В.К., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Управление, основанное на средних характеристиках транспортного потока // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов / под ред. В.И. Посметьева. – Воронеж, 2007. – С. 204-209.

8. Курьянов В.К., Рябова О.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Условия труда водителей автомобилей. Профессиональный отбор // Проблемы и перспективы лесного комплекса: материалы межвузовской научно- практической конференции. – Воронеж, 2005. – С. 234-237.

9. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Комплексное моделирование процесса функционирования автомобильных лесовозных дорог в САПР. – Деп. В ВИНТИ № 1088-В2004 24.06.2004. – 73 с.

10. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Рекомендации по проектированию элементов поперечного профиля на кривых в плане при движении автомобильных поездов // Деп. В ВИНТИ № 1450-В2002 07.08.2002. – 30 с.

11. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Автоматизированный расчет загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработанных газов // Деп. В ВИНТИ № 561-В2003 28.03.2003. – 32 с.

12. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Математическая обработка результатов полевых измерений при нивелировании для оценки транспортно-эксплуатационных качеств лесовозных автомобильных дорог. – Деп. В ВИНТИ № 248-В2005 21.02.2005. – 19 с.



13. Логачев В.Н., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Математическая модель процессов загрязнения почв и растений придорожной полосы лесных автомобильных дорог // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 121.
14. Рябова О.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Оценка и прогнозирование экологического состояния придорожной полосы в зимний период. – Деп. В ВИНТИ № 1404-В2005 31.10.2005. – 67 с.
15. Рябова О.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Расчет экономической эффективности схем организации работ по зимнему содержанию автомобильных дорог при оценке транспортно-эксплуатационных свойств в системе автоматизированного проектирования. – Деп в ВИНТИ № 1316-В2005 14.10.2005. – 35 с.
16. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Алгоритм поиска оптимального транспортного плана с оптимизацией вывозки лесопродукции // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 9. – С. 34-41.
17. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Комплексное моделирование процесса функционирования дороги в системе автоматизированного проектирования // Транспорт Урала. – 2008. – № 4. – С. 6-9.

**Рецензенты:**

Скрыпников А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;

Кондрашова Е.В., д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж.