

Алсеитов М.Т., Рахимов К.К.

**БИЙИК ТООЛУУ ШАРТТАРДА ЖУРУУДӨ АВТОМОБИЛДИН КООПСУЗ
ЫЛДАМДЫГЫНА ТААСИР БЕРҮҮЧҮ ФАКТОРЛОРДУ АНЫКТОО**

Алсеитов М.Т., Рахимов К.К.

**ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНУЮ СКОРОСТЬ
АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ**

М.Т.Алсеитов, К.К.Рахимов

**IDENTIFICATION OF FACTORS OF THE CARS INFLUENCING SAFE SPEED AT THE
MOVEMENT IN THE CONDITIONS OF HIGHLANDS**

УДК: 656.13(23.0):711.7-047.58

Автомобилдердин бийик тоолу шарттарда жүрүүдө ылдамдыкка таасир этүүчү факторлорду кокустук ченеминин ылдамдыкты бөлүштүрүп табуу усулдук жобосунун негизинде аныкталды. Автомобилдин түрлөрү менен тобокерчиликтин ортосундагы байланыш жок экендиги, заманбап автомобилдердин өтө күчтүүлүгү менен түшүндүрүлөт.

Ачык сөздөр: коопсуздук, ылдамдык, автомобиль, факторлор, тобокерчилик.

Выявлены основанные положения метода нахождения распределения скорости движения автомобилей в условиях высокогорья как случайной величины. Сделан вывод об отсутствии связи между вероятностью и видом автомобиля, которая объясняется огромной мощностью и большими динамическими показателями современного автомобиля.

Ключевые слова: безопасность, скорость, автомобиль, факторы, вероятность.

The based provisions of a method of finding of distribution of speed of the movement of cars in the conditions of highlands as random variable are revealed. The conclusion is drawn on lack of communication between probability and a type of the car which is explained by the huge power and big dynamic indicators of the modern car.

Keywords: safety, speed, car, factors, probability.

При решении задач о безопасности движения автомобиля на горных дорогах, необходимо иметь представление о характере распределения скоростей. Как показали исследования различных авторов, одной средней скорости потока недостаточно для оценки условий движения. При определении коэффициентов безопасности движения по методу профессора В.Ф.Бабкова[1] необходимы данные об изменении скорости быстроходных автомобилей. При проектировании дорог предельные значения их параметров (продольный уклон, радиусы горизонтальных и вертикальных кривых и т.д.) устанавливаются исходя из расчетной скорости, которая значительно выше средней скорости потока. Техника – эксплуатационное обоснование необходимо, которое для улучшения условий безопасности движения в горных условиях опирается на анализе распределения скорости.

Скорость движения автомобиля на горных дорогах является случайной величиной, зависящей

от большого количества факторов. Все факторы, определяющие безопасную скорость движения можно разделить на две группы:

1) Факторы связанные с дорожными условиями (продольный уклон, ровность дорожного полотна, шероховатость проезжей части, ширина полосы движения и т.п.).

2) Факторы, связанные с составом и интенсивностью транспортного потока.

Первая группа факторов устанавливает желаемую скорость свободного движения автомобилей по горным дорогам, вторая – скорость автомобилей в потоке. Скорость движения отдельного автомобиля есть величина случайная. Для полной информации о скорости движения как отдельных автомобилей по горным дорогам, так и всего потока, может быть получена при использовании закона распределения вероятностей значений скорости. Скорость свободного движения отдельных автомобилей должна измеряться при отсутствии помех со стороны других автомобилей потока. Считается, что автомобили движутся свободно, если интервал до впереди идущего автомобиля не меньше некоторой критической величины, и считается примерно равной 7–9 с. При меньших интервалах, водитель догоняющего автомобиля начинает либо уменьшать скорость, либо готовиться к обгону.

Распределение скорости свободного движения отдельных автомобилей может быть описано нормальным или гамма - распределением. Однако общее распределение скорости всех автомобилей на горных дорогах не может быть удовлетворительно описано плотностью вероятностей указанных выше распределений, но может быть хорошо аппроксимировано функцией вида:

$$f(v) = \sum_{j=1}^n P_j f_j(v), \quad (1)$$

где P_j - вес j -ой типового груженого автомобиля потока на горной дороге;

$f_j(v)$ - плотность вероятностей скорости автомобилей j -группы;

$f(v)$ - общая плотность вероятностей скорости на горных дорогах.

Общий метод нахождения распределения скорости как случайной величины основывается на следующих положениях.

Обозначим через $f(v)$ и $\varphi(v)$ соответственно плотности вероятности скорости свободного движения и скорости движения автомобилей на горных дорогах. Плотность вероятности $f(v)$ на конкретном участке дороги может быть вычислена по формулам[2]:

- нормальное распределение:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-m)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

- гамма распределение:

$$f(v) = \lambda \frac{(\lambda v)^k}{k!} e^{-\lambda v}, \quad (3)$$

где m – среднее значение скорости;

σ^2 – дисперсия скорости;

λ, k – параметры гамма распределения

связанные с параметрами m и σ^2 следующими зависимостями:

$$\lambda = \frac{m}{\sigma^2}, \quad (4)$$

$$K + 1 = \frac{m^2}{\sigma^2}, \quad (5)$$

Функция $\varphi(v)$ определяется плотностью свободного движения $f(v)$ и множеством ситуаций, возникающих на горных дорогах. В качестве отдельного автомобиля выберем автомобиль типа v , скорость которого при свободном движении находится в пределах $v, v+\Delta v$. Некоторую часть пути автомобиль типа v может двигаться со скоростью свободного движения, догоняя впереди идущий автомобиль. Догнав автомобиль, водитель автомобиля типа v решает на обгон, если позволяет расстояние до автомобиля встречного потока. Значит часть пути автомобиль типа v проходит со скоростью меньше v , следуя за впереди идущим автомобилем в ожидании обгона.

Обозначим через $P(v)$ – вероятность сохранения желаемой скорости свободного движения, через u – случайную величину скорости автомобиля типа v в потоке, тогда:

$$P(u < v) = 1 - P(v), \quad (6)$$

где $P(u < v)$ – вероятность движения автомобиля типа v со скоростью $u < v$.

Продифференцировав выражение (6), определим плотность вероятности скорости автомобиля

типа v в потоке:

$$\psi(u) = \begin{cases} -P'(u); & \text{при } 0 < u < v \\ P(u); & \text{при } v < u < v + \Delta v \end{cases} \quad (7)$$

Плотность $\varphi(v)$ скорости всего потока находим следующим образом. При свободном движении в интервале от v до $v+\Delta v$ попадает часть автомобилей, равная $f(v)\Delta v$. В потоке, согласно формулы (6), скорость свободного движения сохранит часть автомобилей $P(v)f(v)\Delta v$.

Со скоростью больше v движется другая часть автомобилей $1-F(v)$, где $F(v)$ – распределение вероятностей скорости свободного движения по формуле:

$$F(v) = \int_0^v f(u) du. \quad (8)$$

Обозначим любой автомобиль из части потока $1-F(v)$ как автомобиль типа w , при этом $w > v$. Автомобиль определенного типа (w) в транспортном потоке движется свободно, с определенной скоростью (v), или с малой скоростью, в том числе и со скоростью от v до $v+\Delta v$. Согласно выражению (7), автомобиль определенного типа (w) движется в транспортном потоке, со скоростью от v до $v+\Delta v$ с вероятностью $P'(v)\Delta v$. Так как часть автомобилей определенного типа (w) равна $1-F(v)$, то для таких автомобилей суммарная вероятность имеет скорость в пределах от v до $v+\Delta v$ равна $-[1-F(v)]P'(v)\Delta v$. Сложив $P(v)f(v)\Delta v$ и $-[1-F(v)]P'(v)\Delta v$, получаем определенную число автомобилей, имеющих на горных дорогах скорость в пределах от v до $v+\Delta v$.

Плотность вероятностей скорости всего потока автомобилей на горной дороге примет вид:

$$u(v) = P(v)f(v) - [1-F(v)]P'(v). \quad (9)$$

Функция распределения скорости потока на горной дороге находится путем интегрирования выражения (9):

$$\Phi(v) = 1 - [1-F(v)]P(v). \quad (10)$$

Значит распределение скорости автомобилей на горной дороге определяется:

1) Распределением скорости $f(v)$ или $F(v)$ свободного движения.

2) Сохранения вероятности скорости свободного движения $P(v)$, которая находится по формулам отдельных автомобилей для модели движения на горной дороге.

В транспортном потоке при определенной плотности, часть времени автомобиль движется, сохраняя скорость движения свободного v , а остальное время со скоростью, меньшей v . Определив величину времени относительно, в течение которого сохраняется скорость движения свободного v , т.е. вероятность $P(v)$, можно вычислить скорость среднюю (v) движения автомобиля:

$$v = \int_0^V u \psi(u) du = \int_0^V P(u) du, \quad (11)$$

где $\psi(u)$ - плотность вероятности скорости v автомобиля на горной дороге с учетом формулы (7).

Скорость среднюю отдельной группы автомобилей (легковых, грузовых, автобусов и т.п.) возможно определить по формуле:

$$m_j = \int_0^{\infty} v \phi_j(v) dv = \int_0^{\infty} [1 - F_j(v)] P(v) dv, \quad (12)$$

где j – группа автомобилей;

$\phi_j(v)$ - плотность вероятности скорости на горных дорогах группы автомобилей j ;

$F_j(v)$ - распределение свободной скорости перемещения автомобилей группы j .

Время среднего движения по участкам длиной l автомобиля типа v .

$$t(v) = l \left[\frac{1}{v} P(v) - \int_0^v \frac{1}{u} P'(u) du \right]. \quad (13)$$

Время среднего движения по участкам длиной l автомобилей данной группы рассчитывается:

$$t_j = l \int_0^{\infty} \frac{1}{v} \phi_j(v) dv. \quad (14)$$

Для расчета характеристик движения подвижного состава на горной дороге исходными данными служат: распределение скорости движения свободного $F(v)$ и в потоке $\Phi(v)$. Если получены экспериментально распределения скорости движения свободного $F(v)$ и в потоке $\Phi(v)$, то вероятность $P(v)$ может быть найдена из формулы (10):

$$P(v) = \frac{1 - \hat{O}(v)}{1 - F(v)}. \quad (15)$$

По формуле 15 можно вычислить вероятность $P(v)$ для определенных видов автомобилей зависящих от величины скорости их свободного движения. Необходимо сделать вывод отсутствия связи между вероятностью $P(v)$ и видом автомобиля. Вероятность $P(v)$ практически зависит от значения свободного движения скорости. Это объясняется огромной мощностью и большими динамическими показателями современного автомобиля.

Литература

1. Бабков, В. Ф. Автомобильные дороги: учебное пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1993. - 246 с.
2. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: учебник для студ. вузов. - М.: Академия, 2005. - 576 с.

Рецензент: к.т.н., профессор Глазунов В.И.