

*Алсеитов М.Т.*

**ТООЛУУ ЖОЛДОРДО АВТОУНААЛАРДЫН  
КЫЙМЫЛЫНЫН МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮНҮН ЭСЕПТӨӨНҮН  
АЛГОРИТМИН ТҮЗҮҮ**

*Алсеитов М.Т.*

**СОСТАВЛЕНИЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ НА ДОРОГАХ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ**

*M. T. Alseitov*

**DRAFTING OF ALGORITHM OF CALCULATION OF  
CHARACTERISTICS OF MOVEMENT OF VEHICLES ON THE ROAD  
MOUNTAIN TERRAIN**

УДК: 512.54.05

*Бул макалада ашуу маневрын аткаруунун негизги шарттарды каралган. Ушуга байланыштуу жол шарттарын жана аларга тийиштүү режимдери кыймылынын төмөнкүчө классификациялоо жүргүзүлдү: 1) ашууну аткаруу үчүн коопсуздугун камсыз кылуучу жолдун участкактору; 2) ашууну аткарууга мүмкүн эмес жол участкактору; 3) ) ашууну аткарууга мүмкүн жол участкактору. Ылдамдык агымынын бул участкактордо өсүүсүнүн натыйжасы, ашууларды жасоо мүмкүнчүлүгү. Учурда участкактун жетиштүү узундугуна караштуу ылдамдык агымынын стационардык режимде ылдамдыка жакындайт. Кыймылдын режимин андай участкактордо ашуу менен өтмө деп атоого болот. Натыйжада автоунаалардын ар башка ылдамдыгынын эркин кыймылынын орточо ылдамдыгынын интенсивдүүлүгүнүн таасири көрсөтүлгөн, ЭЭМ ылдамдыгынын өтүүсүнө жараша интенсивдүүлүгүнүн эсептөө натыйжалары болду. Бул маалыматтар автоунаалардын ылдамдыгын агымынын интенсивдүүлүгүнүн тоолуу аймагында олуттуу таасири көрсөтүп тургандай. Айрыкча бат жүргөн унааларга бул зор таасир.*

**Негизги сөздөр:** *тоолуу жерлер, автоунаалар, алгоритм, формулалар, кыймылдын коопсуздугу, тыгыздык, ургаалдуулук.*

*В данной статье рассмотрены условия выполнения основного маневра – обгона. В этой связи проведена классификация дорожных условий и соответствующие им режимы движения следующим образом: 1) участки дороги, обеспечивающие безопасность выполнения обгона; 2) участки горной дороги с невозможными обгонами; 3) участки горной дороги с возможными обгонами. Скорость потока на этих участках возрастает вследствие возможности совершения обгона. При достаточной длине участка, скорость потока приближается к скорости при стационарном режиме. Режим движения на таких участках можно назвать переходным с обгонами. В результате показано влияние интенсивности движения на средние скорости автомобилей при разной скорости свободного движения, результаты расчета на ЭВМ скорости потока в зависимости от интенсивности движения. Эти данные показывают на существенное влияние интенсивности потока на скорость автомобилей в горной местности. Особенно велико это влияние на скоростные автомобили.*

**Ключевые слова:** *горная местность, движение автомобилей, алгоритм, формулы, безопасность движения, плотность, интенсивность.*

*In this article conditions of performance of the main maneuver – overtaking are considered. In this regard classification of road conditions and the movement modes corresponding to them as follows is carried out: 1) the road stretches ensuring safety of performance of overtaking; 2) sites of the mountain road with impossible overtakings; 3) sites of the mountain road with possible overtakings. Flow rate on these sites increases owing to a possibility of commission of overtaking. With a sufficient length of a site, flow rate approaches speed at the stationary mode. It is possible to call the movement mode on such sites transitional with overtakings. Influence of intensity of the movement on average speeds of cars is as a result shown at a different speed of free movement, results of calculation on the flow rate COMPUTER depending on intensity of the movement. These data show on significant influence of intensity of a flow on the speed of cars in the mountain district. This influence on high-speed cars is especially big.*

**Key words:** *mountain district, movement of cars, algorithm, formulas, traffic safety, density, intensity.*

Режим безопасного движения автомобилей на горных дорогах можно определить условиями выполнения основного маневра – обгона. В этой связи можно классифицировать дорожные условия и соответствующие им режимы движения следующим образом:

1. Участки дороги, обеспечивающие безопасность выполнения обгона. При устоявшихся параметрах горной трассы средняя скорость потока автомобилей на таких участках постоянна. Режим движения на этих участках можно считать стационарным, т.к. в любой точке участка вероятность возникновения различных ситуаций в потоке остается постоянной.

2. Участки горной дороги с невозможными обгонами (недостаточная видимость, знаки запрещающие обгон, крутые повороты и подъемы и т.п.). Если такие участки дороги располагаются непосредственно за участками первого типа, то скорость потока и вероятность свободного движения уменьшается по мере удаления от начала участка. Режим движения на таких участках можно считать переходным без обгонов. Вероятности определенных ситуаций можно считать зависящей от продольной координаты  $X$  дороги.

3. Участки горной дороги с возможными обгонами, расположенные непосредственно за участками второго типа. Скорость потока на этих участках возрастает вследствие возможности совершения обгона. При достаточной длине участка, скорость потока приближается к скорости при стационарном режиме. Режим движения на таких участках можно назвать переходным с обгонами.

При стационарном режиме обгоны ограничены только встречным потоком и поэтому вероятность  $P(v)$  не зависит от продольной координаты  $X$ . Дифференциальные уравнения, описывающие движение автомобилей на горных трассах, обращаются в алгебраическое уравнение, решение которого определяет вероятность  $P(v)$  при стационарном режиме движения:

$$P(v) = \frac{\Lambda'_l r(v)[1 + \Lambda' B(v)\tau(v)v]}{\Lambda' B(v)[1 + r(v)] + \Lambda'_l r(v)[1 + \Lambda' B(v)\tau(v)]}, \quad (1)$$

где  $\Lambda'$  и  $\Lambda'_l$  - соответственно величины, обратные свободному расстоянию  $l$  и  $l_l$  между автомобилями, рисунок 1.

$\tau(v)$  - средняя продолжительность обгона автомобилем типа  $v$ ;

$B(v)$  - функция, связанная зависимости с плотностью вероятности скорости свободного движения;

$r(v)$  - вероятность наличия во встречном потоке интервала, достаточного для обгона автомобилем типа  $v$ .

Функция, связанная с плотностью вероятности скорости свободного движения зависимостью определяется:

$$B(v) = \int_0^v \frac{v-u}{u} f(u) du. \quad (2)$$

Из рисунка 1, средняя величина расстояния между автомобилями в потоке есть сумма динамического габарита (минимально безопасной дистанции  $l$  между автомобилями при движении) и свободного расстояния  $l'$ . Следовательно:

$$\Lambda' = \frac{\Lambda}{1 - \Lambda l}. \quad (3)$$

На рисунке 2, показано среднее значение динамического габарита по материалам наблюдений различных авторов, приведенное к транспортному потоку, состав которого можно ожидать в ближайшем будущем с увеличением выпуска легковых и тяжелых грузовых автомобилей [1].

Средняя величина габарита  $l$  вполне приемлемо описывается параболой:

$$l = av^2 + bv + c, \quad (4)$$

где  $a, b, c$  коэффициенты полученные после обработки наблюдений.

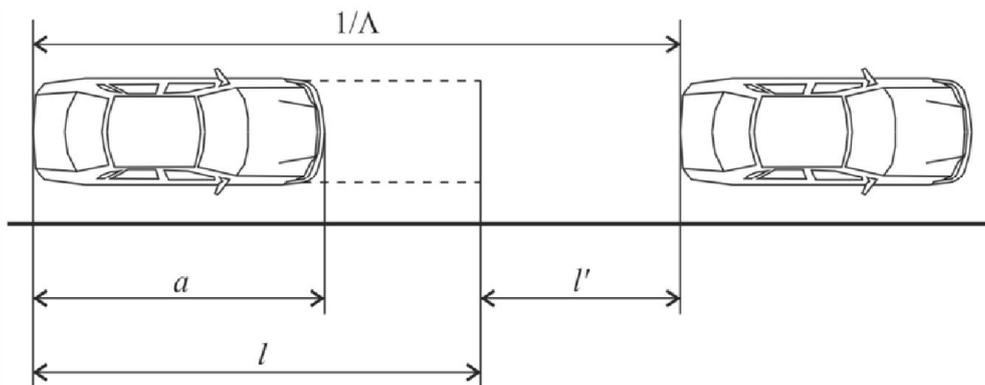


Рисунок 1 - Движение транспортных средств в потоке.

Средняя продолжительность обгона  $\tau(v)$  обгоняющего автомобиля характеризуется статистической зависимостью

$$\tau(v) = \alpha v^2 + \beta v + \gamma, \quad (5)$$

где  $\alpha, \beta, \gamma$  - коэффициенты, которые определяются путем обработки результатов наблюдений и зависимостей, предложенных различными исследователями.

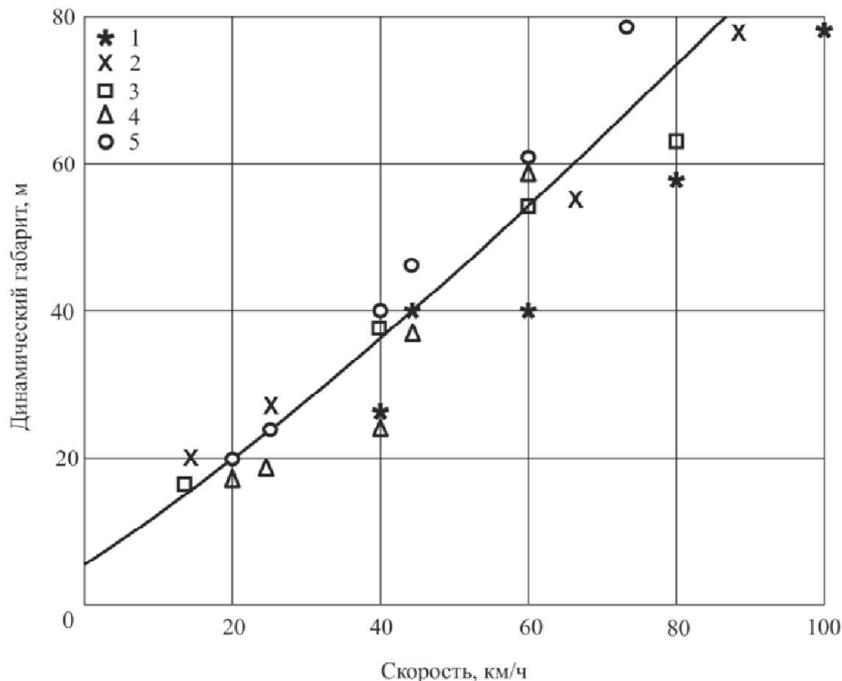


Рисунок 2 - Среднее значение динамических габаритов по данным различных авторов:

1 – В.В. Сильянова; 2 – Н.Ф. Хорошилова; 3 – В.В. Филиппова; 4 – В.М. Трибунского; 5 – Ю.С. Крылова.

Вероятность  $r(v)$  наличия во встречном потоке интервала, достаточного для обгона автомобилем типа  $v$ , вычисляется с учетом распределения интервалов между автомобилями встречного потока[2]:

$$r(v) = \int_t^{\infty} f(\theta) d\theta, \quad (6)$$

где  $f(\theta)$  – плотность распределения интервалов между автомобилями встречного потока;  $t$  – интервал во встречном потоке, достаточный для обгона автомобилем типа  $v$ .

Интервал  $t$  определяется по формуле:

$$t = \frac{(v + m_n)\tau(v)}{v}, \quad (7)$$

где  $m_n$  - средняя скорость встречных автомобилей.

Расчет характеристик движения автомобилей вследствие громоздкости формулы необходимо провести на ЭВМ по такому алгоритму:

1. По формулам:

$$f(v) = \sum_{j=1}^n P_j f_j(v), \quad (8)$$

$$F(v) = \int_0^v f(u) du, \quad (9)$$

$$B(v) = \int_0^v \frac{v-u}{v} f(u) du, \quad (10)$$

вычисляем характеристики свободного движения  $f(v)$ ,  $F(v)$ ,  $B(v)$ .

2. Задаем интенсивность  $n_n$  и среднюю скорость  $v_n$  встречного потока.

Определяем плотность  $\lambda_n$  (отношение  $n_n/v_n$ ) и находим фиктивную  $\lambda'_n$  встречного потока по формуле:

$$\Lambda' = \frac{\Lambda}{1 - \Lambda l}. \quad (11)$$

3. Задаем малое значение фиктивной плотности прямого потока  $\lambda'$  (например  $\lambda'_1=0,001$ , это соответствует свободному расстоянию между автомобилями  $l' = \frac{1}{\lambda'_1} = 1000m$ .)

4. Вычисляем вероятность  $P(v)$  по формуле:

$$P(v) = \frac{\Lambda'_n r(v) [1 + \Lambda' B(v) \tau(v) v]}{\Lambda' B(v) [1 + r(v)] + \Lambda'_n r(v) [1 + \Lambda' B(v) \tau(v) v]}. \quad (12)$$

5. Используя численные методы интегрирования, находим среднюю скорость потока:

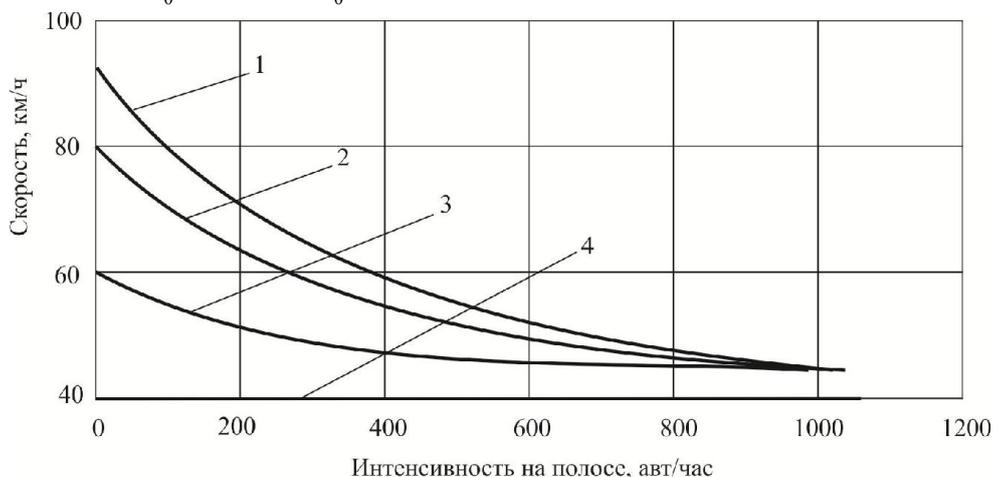
$$m = \int_0^{\infty} [1 - F(v)] P(v) dv. \quad (13)$$

6. Находим плотность потока  $\lambda$  и интенсивность соответствующую этой плотности:

$$n = \lambda m. \quad (14)$$

7. Назначаем новое значение  $\lambda'_{i+1}$  (например  $\lambda'_{i+1}=2\lambda'_i$ ) и расчет повторяем, начиная с пункта 4. Таким образом находим характеристики для безопасного движения автомобилей в горной местности в виде их зависимости от плотности  $\lambda$  или интенсивности  $n$ . При необходимости, после пункта 4 можно вычислять по формуле средние скорости движения отдельных автомобилей  $m_j(v)$  и другие характеристики:

$$m_j = \int_0^{\infty} v \varphi_j(v) dv = \int_0^{\infty} [1 - F_j(v)] P(v) dv. \quad (15)$$



**Рисунок 3** - Влияние интенсивности движения на средние скорости автомобилей в горной местности, при скорости свободного движения: 1 – 90 км/ч; 2 – 80 км/ч; 3 – 60 км/ч; 4 – 40 км/ч.

На рисунке 3 показано влияние интенсивности движения на средние скорости автомобилей при разной скорости свободного движения, результаты расчета на ЭВМ скорости потока в зависимости от интенсивности движения. Эти данные показывают на существенное влияние интенсивности потока на скорость автомобилей в горной местности. Особенно велико это влияние на скоростные автомобили.

**Литература:**

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организация движения [Текст] / В.В. Сильянов. - М.: Транспорт, 1977. -С. 303.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Текст]: учебник для студ. вузов / Е.С. Вентцель. - М.: Академия, 2005. - С. 576.
3. Алсеитов М.Т., Рахимов К.К. Выявление факторов влияющих на безопасную скорость автомобилей при движении в условиях высокогорья. // Республиканский научно-теоретический журнал «Наука и новые технологии», №5. - Бишкек, 2014г.

**Рецензент: к.т.н., доцент Советбеков Б.С.**