

Алсеитов М.Т.

**БИШКЕК-ОШ ТООЛУУ ЖОЛУНДА АВТОМОБИЛДЕРДИН КЫЙМЫЛЫН
ТАЛДООДО МАССАЛЫК ТЕЙЛӨӨ ТЕОРИЯСЫН ПАЙДАЛАНУУ**

Алсеитов М.Т.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ
ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ГОРНОЙ ДОРОГЕ БИШКЕК-ОШ**

M. T. Alseitov

**THE USE OF QUEUEING THEORY IN THE ANALYSIS OF MOVEMENT
OF VEHICLES ON A MOUNTAIN ROAD BISHKEK-OSH**

УДК: 519.872.6

Бул макалада массалык тейлөө теориясы автомобилдердин Бишкек-Ош автожолунда кыймылдарын анализдөө карата пайдалануусу каралган, натыйжада сунушталган теориялык бөлүштүрүү функцияларды автомобилдердин арал ортосундагы пайдаланууга болот. Жалпы, көз карандылыгы даана формуласы менен байкалат, ал тоолордо автомобиль кыймылынын түзүмүн ачат жана, кыймылдоо процессинде алардын ортосундагы ар кандай убактылуу аралык бар экенин, үч мүнөздүү аралыктардан топтолгону көрсөтүлгөн. Түзүлгөн график, Бишкек-Ош автожолунда алып өтүү боюнча сүрөттөгөн реалдуу бөлүштүрүү аралыктары, теориялык мыйзамына ашык канааттандырылгы көрсөтүлгөн. Келтирилген талдоо Бишкек-Ош автожолунда кыймылына карата жүргүзүлгөн байкоо, белгилүү бир өзгөчө бөлүштүрүү аралыктарды аныктоого мүмкүндүк берет, анткени ар кандай транспорт тобунда аралыгы белгиленген узактыгы бар экенин бекитүүгө мүмкүндүк берет. Транспорт тобу тоолуу жолдорунда автомобилдердин ортосундагы аралык, бирдей 7,5-8 секунд белгилүү деген жыйынтык жасалган.

Негизги сөздөр: тоолуу жол, интенсивдүүлүгү кыймыл, кыймыл тилкеси, коопсуз аралык, коопсуз ашуу.

В данной статье рассмотрено использование теории массового обслуживания к анализам движений автомобилей на горной дороге Бишкек-Ош, в результате чего можно рекомендовать использование теоретической функции распределения расстояний между автомобилями. В общем, зависимость выраженная формулой, которая раскрывает структуру автомобильного движения в горах и показывает, что в процессе перемещения подвижного состава между ними в любой временной интервал имеет три характерные группы интервалов. Построен график, который показывает, что теоретический закон более чем удовлетворительно описывает реальное распределение интервалов перемещения по горной дороге Бишкек-Ош. Приведен анализ наблюдений за движением на горной

дороге Бишкек-Ош, которая позволяет выявить определенную особенность распределения интервалов, которая позволяет утверждать, что в любом транспортном потоке имеются интервалы установленной длительности. Сделан вывод, что в определенных транспортных потоках на горных дорогах выявлен интервал между автомобилями, равный 7,5-8 секунд.

Ключевые слова: горная дорога, интенсивность движения, полоса движения, безопасная дистанция, безопасный обгон.

In this article use of the theory of mass service to analyses of movements of cars on the mountain road Bishkek-Osh therefore it is possible to recommend use of theoretical function of distribution of distances between cars is considered. Generally, the dependence expressed by a formula which reveals structure of car traffic in mountains and shows that in the course of movement of a rolling stock between them in any time interval there are three characteristic groups of intervals. The schedule which shows that the theoretical law more than well describes real distribution of intervals of movement on the mountain road Bishkek-Osh is constructed. The analysis of supervision for the movement is given in the mountain road Bishkek-Osh which allows to reveal a certain feature of distribution of intervals which allows to claim that in any transport flow there are intervals of the established duration. The conclusion is drawn that in certain transport flows on mountain roads it is revealed an interval between cars, equal 7,5-8 seconds.

Key words: mountain road, intensity of the movement, lane, safe distance; safe overtaking.

В результате использования теории массового обслуживания к анализам движений автомобилей на горной дороге Бишкек-Ош, можно использовать теоретическую функцию распределения расстояний между автомобилями. Эта функция плотности вероятности имеет вид [1]:

$$f(\theta) = P_0 \varphi_1(\theta) + (1 - P_0) \{ (1 - P_0) \lambda_{II} \tau_0 \varphi_2(\theta) + [1 - (1 - P_0) \lambda_{II} \tau_0] \varphi_3(\theta) \}, \quad (1)$$

$$\text{где } \varphi_1(\theta) = \begin{cases} \frac{1}{\tau_0}; & \text{при } \theta < \tau_0 \\ 0; & \text{при } \theta > \tau_0 \end{cases}, \quad (2)$$

$$\varphi_2(\theta) = \begin{cases} 0; \text{при } \theta < 0,5 \\ \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\sigma_{\tau_0} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\theta-\tau_0)^2}{2\sigma_{\tau}^2}}; \text{при } \theta > 0,5 \end{cases}, \quad (3)$$

$$A = 0,5 - \Phi\left(\frac{0,5 - \tau_0}{\sigma_{\tau}}\right), \quad (4)$$

где $\Phi\left(\frac{0,5 - \tau_0}{\sigma_{\tau}}\right)$ – есть функция Лапласа, ее значения находятся по составленным таблицам.

На практике, при вычислениях, если $\tau_0 > 0,5$ знак перед функцией необходимо изменить на плюс, т.к. функция Лапласа есть функция нечетная, т.е. $\Phi(-x) = -\Phi(x)$ в силу симметричности:

$$\varphi_3(\theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi(t)\varphi(\theta-t)dt = \int_0^{+\infty} \psi(t)\varphi(\theta-t)dt. \quad (5)$$

Интеграл в правой части равенства это есть плотности вероятности величины случайной $\theta = U + t$, которая является суммой двух случайных величин. Величины U и t есть части одного интервала. Этими величинами определяются автомобили, движущиеся на горной дороге Бишкек-Ош с промежутками, показывающий минимально безопасный интервал. Учитывая это:

$$\psi(t) = \lambda_n e^{-\lambda_n t}; \text{ при } t \geq 0 \quad (6)$$

$$\varphi(\theta-t) = \begin{cases} 0; \text{при } \theta-t < 0,5 \\ \frac{1}{A\sigma_{\tau} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\theta-t-\tau_0)^2}{2\sigma_{\tau}^2}}; \text{при } \theta-t > 0,5 \end{cases}, \quad (7)$$

$$P_0 = \begin{cases} \lambda_{II} \tau_0 e^{-\lambda_{II} \tau_0}; \text{при } \theta < \tau_0 \\ 0; \text{при } \theta > \tau_0 \end{cases}, \quad (8)$$

где P_0 – вероятность того, что автомобиль рассматриваемого горного потока в состоянии обгона, при этом местоположение на левой полосе, обгоняя попутный автомобиль.

$$\lambda_{II} = \frac{n_1}{3600}, \quad (9)$$

$$\lambda_{II} = \frac{n_2}{3600}, \quad (10)$$

где n_1 и n_2 – интенсивности движения за период (час) по левой и правой полосе движения соответственно;

τ_0 – значение среднего минимального безопасной дистанции между подвижными составами, которые соблюдают водители на горной дороге;

σ_{τ} – среднее квадратическое отклонение, минимальные безопасные интервалы между автомобилями;

θ_0 – минимально необходимая для безопасного обгона интервал на горной дороге Бишкек-Ош по смежной полосе.

В общем, зависимость выраженная формулой (1) раскрывает структуру автомобильного движения в горах и показывает, что в процессе перемещения подвижного состава между ними в любой временной интервал имеется три характерные группы интервалов, а именно:

– первое слагаемое в (1) – есть дистанция между обгоняемыми и обгоняющими подвижными составами. Эти дистанции составляют долю P_0 от возможных дистанций и распределяются с плотностью $\varphi_1(\theta)$;

– второе слагаемое – дистанции между подвижными составами, которые перемещаются в насыщенных группах. Эти дистанции распределены по нормальному $\varphi_2(\theta)$ закону распределения находятся в пределах усредненного значения τ_0 минимальной безопасной дистанции;

– третье слагаемое в равенстве (1) есть дистанции между подвижными составами, распределенные по закону $\varphi_3(\theta)$. Эти дистанции соответствуют той группе автомобилей, которые движутся с дистанцией, превышающих минимальные безопасные дистанции.

Выражение, описанное равенством (1), это действительные плотности вероятности, т.к. оно соответствует требованиям:

$$\int_0^{\infty} f(\theta) d\theta = 1, \quad (11)$$

$$f(\theta) \geq 0. \quad (12)$$

Закон $f(\theta)$ распределения дистанций приведенных в общем виде. Для вычислений более точных значений $f(\theta)$ в научных исследованиях используют электронно-вычислительные машины. Для инженерных практических расчетов можно пользоваться соответствующими графиками, как показано на рисунке 1.

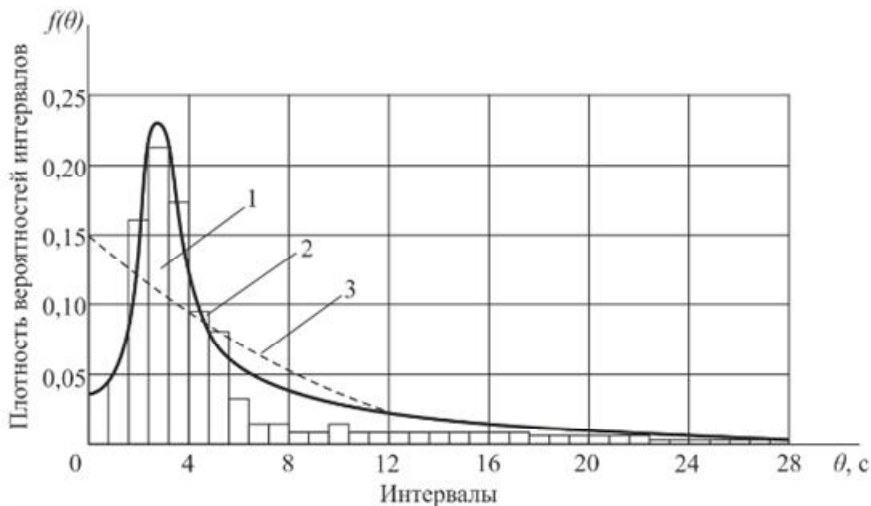


Рисунок 1. График плотностей вероятности интервалов между подвижными составами на горной дороге Бишкек-Ош: 1 - распределение фактическое; 2 - распределение теоретическое ($f(\theta)$ при $\tau_0=2,5c$ и $\sigma_{\tau}=0,6c$); 3 - распределение экспоненциальное для $n=480$ авт/час.

Из графика имеем, что теоретический закон более чем удовлетворительно описывает реальное распределение интервалов перемещения по горной дороге Бишкек-Ош. Анализ наблюдений за движение на горной дороге Бишкек-Ош позволяет выявить определенную особенность распределения интервалов, которая позволяет утверждать, что в любом транспортном потоке имеются интервалы установленной длительности. Данные А.П. Васильева показывают, что этот интервал для смешанного горного движения равен примерно 3с [2]. При этом он не зависит от типов автомобилей, движущихся друг за другом. Результаты наблюдений В.В. Филиппова за горными потоками интенсивностью 500 авт/час показывают, что в потоке чаще всего присутствуют

интервалы от 2 до 3с [3]. По наблюдениям В.В. Сильянова за движением горных потоков большой интенсивности (включая колонное движение) этот интервал изменяется от 1,5 до 3с [4].

Из этого необходимо сделать вывод, что в определенных транспортных потоках на горных дорогах выявлено интервал τ_0 между автомобилями, равный 7,5-8с. Причем, этот интервал не зависит, практически, от интенсивности движения. В равенстве (1), это условие учтено и средний безопасный интервал в потоке

принят $\tau_0=2,5c$, а $\sigma_{\tau_0}=0,6c$.

Литература:

1. Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики [Текст] / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. - М.: Наука, 1969. - С. 512.
2. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения [Текст] / А.П. Васильев, В.М. Сиденко - М.: Транспорт, 1990. - С. 304.
3. Филиппов В.В. Исследование характеристик автомобильного потока при движении его без обгонов [Текст] / В.В. Филиппов // Некоторые вопросы исследования транспортных потоков. 1973. Вып. 4. С. 68-77.
4. Сильянов В.В. Имитационное моделирование транспортных потоков в проектировании дорог [Текст] / В.В. Сильянов, В.М. Еремин, Л.И. Муравьева - М.: МАДИ, 1981. - С. 119.
5. 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: д.т.н., и.о. профессора Глазунов Д.В.