

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ГОРНЫХ ДОРОГАХ

Алсеитов М.Т., Советбеков Б.

КРСУ им. Б.Ельцина, Бишкек, Кыргызстан, alseitov80@mail.ru

Аннотация: Проведены вычисления характеристики закона распределения суммарного сопротивления и относительные пути движения для различных типов дорог. Расчет был проведен для условий, близких к тем, в которых автомобили VOLVO F 12 и RENAULT 385.19 T проходили испытания.

Ключевые слова: средняя скорость, вычисление, величина, движение автомобиля.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR CALCULATING AVERAGE SPEEDS TRUCK TRAFFIC ON MOUNTAIN ROADS

Alseitov M.T., Sovetbekov B.

Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: Calculations of the characteristics of the law of distribution of total resistance and relative paths for different types of roads are performed. The calculation was made for conditions similar to those in which the VOLVO F 12 and RENAULT 385.19 T cars were tested.

Key words: average speed, calculation, value, vehicle movement.

Разработка методов расчета средних скоростей грузовых автомобилей возможна на основании более полного изучения процесса движения грузового автомобиля и влияние на этот процесс различных факторов. К ним относятся [5]: факторы, определяющие сопротивление движению; факторы, не связанные с изменением сопротивлений, но тем не менее вынуждающие водителя изменить скорость при движении; факторы, присущие системе «Водитель-Автомобиль».

При создании методов расчета средних скоростей необходимо учитывать влияние случайных факторов на процесс движения автомобиля. Эти факторы достаточно хорошо описывается методом теории вероятностей, ввиду чего аппарат теории вероятностей может быть использован для создания метода расчета средних скоростей автомобиля, так как большинство определяющих движения факторов по своему характеру представляют случайно меняющихся на маршруте от участка к участку. Трудность описания скорости автомобиля как случайной величины состоит в том, что до сих пор мало изучено многообразие факторов, их взаимодействие и взаимообусловленность. Не установлены законы, с помощью которых можно описывать изменение факторов движения и которые в силу случайности этих факторов могут быть только вероятностными. Средняя скорость автомобиля определяется сопротивлением движению и возможностями автомобиля на каждой из передач. Значит, решение задачи определения средней скорости можно находить на основании сопоставления величин сопротивлений и тяговых усилий, развиваемых на ведущих колесах автомобиля. Решение задачи состоит из рассмотрения следующих вопросов [6]: Определения сопротивлений движению и суммарного сопротивления; Определение длин участков, преодолеваемых на каждой из передач; Определение средней скорости на маршруте.

В виде трудности учета всех особенностей реального движения, можно принять следующие допущения [1]:

1. Участок маршрута, на котором выполняется условия: $D_{i+1} \leq \psi < D_i$, (1)

преодолевается только n_{i-1} -й передаче, D_i -максимальный динамический фактор для i -ой передачи, при выполнении условий (1) скорость на i -й передаче меняется в пределах:

$$V_{i-1} < V \leq V_i, \quad (2)$$

где V_{i-1} и V_i – максимальные скорости на $(i-1)$ -й и i -й передачах.

2. Переключение с i -й передачи на более высокую или низкую обуславливается суммарным сопротивлением ψ .

3. Переключение на более высокую передачу осуществляется в точках маршрута, где имеет место равенство $D_{i+1} = \psi$, при этом на следующем участке имеет место неравенство $D_{i+1} > \psi$.

4. Переход на более низкую передачу осуществляется при $D_i = \psi$, если в последующем $\psi > D_i$.

5. Время передач переключения не учитывается.

Эти допущения позволяют упростить решение задачи и определяют возможность сравнения тяговых усилий, на ведущих колесах автомобиля с сопротивлениями движению. Необходимы следующие исходные данные.

1) Об автомобиле: максимальная мощность двигателя N_e , максимальный крутящий момент $M_{кр}$ и обороты, соответствующие максимальной мощности n_N и максимальному моменту n_M ; передаточные числа элементов трансмиссии: главной передачи, раздаточной коробки, коробки передач по ступеням; коэффициент полезного действия двигателя и трансмиссии; конструктивные параметры автомобиля: высота, колея, радиусы ведущих колес, вес и грузоподъемность.

2) О маршруте: тип покрытия дороги; характеристики пересеченности местности, по которой проложен маршрут, или категория дороги.

На основании данных об автомобиле строят его характеристику и определяют исходные данные по следующим формулам.

Скорость автомобиля V при заданном числе оборотов коленчатого вала [4]:

$$V = 0,377 \frac{n_D R_K}{i_{mp}}, \quad (3)$$

где n_D – число оборотов коленчатого вала двигателя; R_K – радиус ведущего колеса; i_{mp} – общее передаточное число трансмиссии.

Тяговое усилие P_k на ведущих колесах находим по формуле: $P_k = \frac{M_{кр} i_{mp} \eta}{R_K}$, (4)

где $M_{кр}$ – крутящий момент двигателя; η – общий коэффициент полезного действия двигателя и трансмиссии.

Сопротивление воздуха P_ω при заданной скорости: $P_\omega = \frac{KFV^2}{B}$, (5)

где K – коэффициент обтекаемости; $F = BH$ – площадь лобовой проекции автомобиля; H – высота автомобиля; B – ширина автомобиля. Динамический фактор

находим по формуле: $D = \frac{P_k - P_\omega}{G_1 + G_2} 1000$, (6)

где G_1 и G_2 – собственный вес автомобиля в снаряженном состоянии и вес нагрузки (включая водителя и пассажиров) соответственно.

$$\text{Удельную силу тяги определяем по формуле: } f_N = \frac{P_k}{G_1 + G_2}. \quad (7)$$

Полученные в результате расчетов исходные данные позволяют проанализировать возможности каждой из передач, определяемые величинами динамических факторов D_i ($i=1,2,\dots,n$), где n - количество передач и сравниваемые с величинами сопротивления движению. Величины сопротивления движению определяют на основании данных о маршруте. Закон распределения уклонов приближенно можно описать нормальным законом распределения для случайной непрерывной величины, тогда плотность распределения уклонов подчиняется зависимости: $f(\alpha) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\alpha - m_\alpha)^2}{2\sigma_\alpha^2}}$, (8)

где m_α – математические ожидания уклонов данного маршрута; σ_α – среднее квадратическое отклонение уклонов от математического ожидания. Характеристики, входящие в формулу плотности распределения (8) m_α и σ_α определяются принадлежностью дороги к той или иной категории, либо на дорогах различных категорий. Это даёт возможность оценить величину σ_α по правилу трех сигма. Величину m_α для среднeperесеченной местности можно принять равной нулю, так как при движении автомобиля в одном направлении одна половина уклонов будет представлять собой подъёмы, другая - спуски. Категории дороги определяют уклоны и сопротивление уклонов, тип покрытия дороги обуславливает дорожное сопротивление, характеризуемое коэффициентом сопротивления f_c . Сопротивление движению и уклоны определяют суммарное сопротивление Ψ , которое для каждого малого участка находим из зависимости:

$$\Psi = f_c \cos \alpha + \sin \alpha, \quad (9)$$

где α - уклон дороги.

Значит, суммарное сопротивление представляет с собой функцию, зависящую от двух величин f_c и α . Если автомобиль движется по дороге, характеризуемой постоянным коэффициентом сопротивления $f_c = c = const$, то зависимость (9) можно записать в виде:

$$\Psi = c \cos \alpha + \sin \alpha. \quad (10)$$

В этом случае величина Ψ , как функция случайного аргумента α , также будет описываться определенным законом распределения. Некоторые упрощения позволяют получить более простую зависимость. Вообще говоря, наиболее распространенные на дорогах уклоны составляют величины значительно меньше тех, которые преодолеваются автомобилем и определяются его конструктивными и тяговыми возможностями. Например, уклоны до $3-4^\circ$ достаточно распространены и закономерны для наибольшего количества дорог. Для таких и значительно больших уклонов функции $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ могут быть заменены, с достаточной точностью, линейными зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} \sin \alpha &= a\alpha \\ \cos \alpha &= 1 - b\alpha \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

Например, при замене $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ зависимости (11) при $a = 0,0172$, $b = 0,0034$ погрешность не превышает 2%. При изменении величины α в пределах до $\pm 25^\circ$ учетом (11), формула (10) может быть записана в виде:

$$\Psi = c(1 - v\alpha) + a\alpha. \quad (12)$$

Если известен закон распределения аргумента α , то можно указать и закон

распределения функции Ψ .
$$f(\Psi) = \frac{1}{\sigma_\Psi \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\Psi - m_\Psi)^2}{2\sigma_\Psi^2}}, \quad (13)$$

где $m_\Psi = m_\alpha(\alpha - c\sigma) + c$, $\sigma_\Psi = \sigma_\alpha(\alpha - c\sigma)$, $c = f_c$.

На основании зависимости (13) можно определить участки S_i преодолеваемые на i -й передаче:

$$K_i = \frac{S_i}{S}, \quad (14)$$

где K_i - относительный путь движения автомобиля на i -ой передаче.

Длина участка S_i на котором условия благоприятствуют движению на i -ой передаче, будет зависеть от вероятности попадания величины суммарного сопротивления Ψ в интервалы, ограничиваемые возможностями i -ой передачи, и определяется по формуле: $S_i = SP(D_{i+1} \leq \Psi < D_i)$,

$$(15)$$

где $P(D_{i+1} \leq \Psi < D_i)$ - вероятность попадания величины Ψ в интервалах от D_{i+1} до D_i , отсюда имеем, что величина K_i численно равны вероятности $P(D_{i+1} \leq \Psi < D_i)$.

На основании зависимости (13) величина K может быть найдена из формулы:

$$K_i = \int_{D_{i+1}}^{D_i} f(\Psi) d\Psi. \quad (16)$$

Используя нормальную функцию распределения, выражения (15) можно записать в

виде:
$$K_i = \Phi\left(\frac{D_i - m_\Psi}{\sigma_\Psi}\right) - \Phi\left(\frac{D_{i+1} - m_\Psi}{\sigma_\Psi}\right). \quad (17)$$

Из (14) видим, что величины m_Ψ и σ_Ψ зависят от значения f_c , значит и формула (16) содержит величину f_c как параметр. Задаваясь значениями коэффициента сопротивления f_c , можно найти относительные пути для дорог, имеющих различные покрытия, но с одинаковыми продольным профилем, т.е. расположенные в одной местности. Однако значение длины участка S_i еще не позволяет найти скорость автомобиля: на этом участке величина скорости может принять любое значение в пределах от V_{i-1} до V . Каждое отдельное значение скорости есть величина случайная, как всякая случайная величина, подчиненная закону распределения, величина скорости может быть описана средним значением по формуле: $M(V) = \int_{-\infty}^{+\infty} Vf(v)dv.$

(18)

Значит, средняя скорость автомобиля на i -ой передаче V_{ci} можно найти по

формуле:
$$V_{ci} = \int_{V_{i-1}}^{V_i} Vf(V)dv. \quad (19)$$

На основании зависимости:

$$f_i(V) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-M)^2}{2\sigma_v^2}} & n\mu V_{i-1} < V \leq V_i \\ 0 & n\mu V > V_i \text{ и } V < V_{i-1} \end{cases} \quad (20)$$

Средняя скорость на i -ой передаче находим по формуле:

$$V_{ci} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{g_i}\right) V_i, \quad (21)$$

где $g_i = \frac{V_i}{V_{i-1}}$.

Обозначим $\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{g_i}\right) = \delta_i$, тогда $V_{ci} = V_i \delta_i$. (22)

Величина δ зависит от параметра закона распределения скорости на i -ой передаче и отношения максимальных скоростей соседних передач V_i и V_{i-1} . Найденные величины K_i и V_{ci} учитывают распределение сопротивлений факторов второй и третьей групп и позволяют перейти к решению задачи определения средней скорости автомобиля. Рассмотрим движение автомобиля по заданному маршруту, длина которого равна S . Отдельные участки маршрута преодолеваются на 1, 2, 3... n -й передаче, где n - количество передач автомобиля. Обозначим длину этих участков соответственно по мере передач $S_1, S_2 \dots S_n$. Средние скорости автомобиля на каждом из участков обозначим через $V_{c1}, V_{c2} \dots V_{cn}$, и время их прохождения через $t_1, t_2 \dots t_n$, то нормирующие условия запишутся в виде:

$$\sum_{i=1}^n t_i = t, \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i = S, \quad (24)$$

где t - время преодоления всего маршрута.

Для всего маршрута имеем:

$$S = \sum_{i=1}^n V_{ci} t_i. \quad (25)$$

Средняя скорость автомобиля V_{cs} определяется как отношение длины всего маршрута S определяемое по формуле (25) на затраченное время t : $V_{cs} = \sum_{i=1}^n V_{ci} \frac{t_i}{t}$. (26)

Обозначим через γ_i отношение времени преодоления i -го участка t_i по времени преодоления всего маршрута t и назовем эту величину относительным временем движения на i -ой передаче. С учетом введенного обозначения и зависимости (21) и (22), формула (26) примет вид:

$$V_{cs} = \sum_{i=1}^n \delta_i V_i \gamma_i. \quad (27)$$

Зависимость максимальной скорости автомобиля от технических параметров определяется по формуле [3]:

$$V_i = \frac{270 \eta_i N_e}{1000 f_{iN} G}, \quad (28)$$

где N_e - максимальная мощность двигателя, л.с.; G - полная масса автомобиля с грузом, т.; f_{iN} - удельная сила тяги на i -ой передаче при работе двигателя в режиме максимальной мощности; η_i - КПД двигателя и трансмиссии на i -ой передаче.

Обозначим через N_{y0} отношение л.с./т.: $N_{y0} = \frac{N_e}{G}$. (29)

С учетом (28) и (29) формула примет вид:

$$V_{cs} = 0,27 N_{y0} \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i \eta_i \gamma_i}{f_{iN}}. \quad (30)$$

Если считать, что передачи выбирают согласно закону геометрической прогрессии, закон распределения скоростей для всех передач одинаковый, а величина КПД η_i меняется от передачи к передаче весьма незначительно, то можно записать:

$$V_{CB} = 0,27 N_{y0} \eta \delta \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_i}{f_{iN}}. \quad (31)$$

Для определения, относительно времени движения на i -ой передаче, используем соотношения [2]:

$$\left. \begin{aligned} t_i &= \frac{K_i S}{\delta_i V_i} \\ \sum_{i=1}^n t_i &= \frac{S}{V_n} \sum_{i=1}^n \frac{K_i d_i}{\delta_i} \end{aligned} \right\}, \quad (32)$$

где V_n - максимальная скорость автомобиля на высшей передаче.

$$d_i = \frac{V_n}{V_i}. \quad (33)$$

Учитывая определения величины γ и зависимости (32), после преобразований можно получить формулу для определения относительного времени движения γ_i на i -ой передаче, в зависимости от относительного пути преодолеваемого на той же передаче:

$$\gamma_i = \frac{K_i d_i}{\delta_i \sum_{i=1}^n \frac{K_i d_i}{\delta_i}}. \quad (34)$$

Если передачи выбраны согласно закону геометрической прогрессии с показателями [7] $q = const$, $d_i = q^{n-1}$ формула (34) примет вид:

$$\gamma_i = \frac{K_i q^{n-1}}{\delta_i \sum_{i=1}^n \frac{K_i q^{n-1}}{\delta_i}}. \quad (35)$$

Для вычисления средней скорости автомобиля в заданных условиях применим следующий алгоритм.

- 1) Строим динамическую характеристику автомобиля и находим значения максимальных динамических факторов для каждой из передач D_i .
- 2) Определяем значение d_i , удельные силы тяги f_{iN} и максимальные скорости V_i для каждой из передач.
- 3) По формуле (16) находим относительные пути движения K_i для выбранных типов дорог.
- 4) Значения коэффициентов δ_i вычисляем на основании знаков распределения скоростей (предпочтительных или определенных по результатам статистических данных) для каждой из передач.
- 5) Величины относительных времен движения γ_i находим по формуле (34).
- 6) После определения времен движения, находим средние скорости V_{CB} для различных значений коэффициентов сопротивления f_c , с учетом КПД η_i из кинематической схемы трансмиссии, с учётом КПД двигателя или выбора его величины на основании опытных данных по формулам (31) и (34).
- 7) Строим график $V_{CB} = \varphi(f_c)$ для данной местности.
- 8) Находим среднюю скорость V_{CP} автомобиля в данном случае по формуле:

$$V_{CP} = \sum_{j=1}^m V_{jcb} W_j, \quad (36)$$

где V_{jcb} - средняя скорость автомобиля по j -му типу дороги определяется из графика; $V_{cb} = \varphi(f_c)$ (пункт 7) или на основании вычислений; (пункт 6); W_j - частота встречи j -го типа дороги при движении автомобиля в данном районе; m - количество дорог, для которых вычисляем среднюю скорость (которая имеется в данном районе).

Испытания проводились для автомобилей VOLVOF 12 и RENAULT 385.19 T, для которых построены графики зависимости средней скорости автомобиля от сопротивления движению следующим образом.

Исходными данными были характеристики автомобиля VOLVOF 12: вес автомобиля с водителем и дополнительным оборудованием $G_{1,T}$ -3,8; грузоподъемность, $G_{2,T}$ -2,0; мощность двигателя N_e , л.с. при 3200 об/мин – 115; максимальный крутящий момент, $M_{кр}$, кг*м при 2250 об/мин – 29,0.

Передаточные числа: коробки передач: I-6,45; II-3,09; III- 1,71; IV-1,0; раздаточной коробки: высшая – 1,0; низшая – 1,963; главной передачи – 6,83; радиус качения шин 12,00-18 R_K , м -0,505; колея B , м – 1,8; высота H , м – 2,44; коэффициент обтекаемости K – 0,065; КПД (принять одинаковым для всех передач) η – 0,8.

Значение динамических факторов и удельных сил тяги для передач представлены в таблице 1.

Значение динамических факторов и удельных сил тяги Таблица 1

Передача	Передаточное число	D_i	f_{iN}	V_i
I	6,48	0,3500	0,3110	13,77
II	3,09	0,1655	0,1484	28,90
III	1,71	0,0873	0,021	52,20
IV	1,0	0,0392	0,0481	89,20

Возможность каждой из передач лежат в пределах для:

I передачи $0,1655 \leq \psi < 0,3500$; II передачи $0,0873 \leq \psi < 0,1655$; III передачи $0,0392 \leq \psi < 0,0873$; IV передачи $\psi < 0,0392$. Движение происходит по средне пересеченной местности для которой закон распределения α - нормальный с характерными $m_\alpha = 0^0$; $\delta_\alpha = 1,5^0$; $\sin \alpha = 0,0172\alpha$; $\cos \alpha = 1 - 0,0034\alpha$. Вычислим характеристики закона распределения суммарного сопротивления для дороги с сопротивлением $f = 0,02$: $m_\psi = 0,02$; $\sigma_\psi = 1,5(0,0172 - 0,0034 * 0,02) = 0,02565$.

Относительные пути движения на этой дороге равны:

$$K_I = \Phi \left[\frac{0,3500 - 0,02}{0,02565} \right] - \Phi \left[\frac{0,16550 - 0,02}{0,02565} \right] = 0;$$

$$K_{II} = \Phi \left[\frac{0,16550 - 0,02}{0,02565} \right] - \Phi \left[\frac{0,08730 - 0,02}{0,02565} \right] = 0,044;$$

$$K_{III} = \Phi \left[\frac{0,08730 - 0,02}{0,02565} \right] - \Phi \left[\frac{0,03920 - 0,02}{0,02565} \right] = 0,2227;$$

$$K_{IV} = \Phi \left[\frac{0,03920 - 0,02}{0,02565} \right] = 0,7729.$$

Аналогично вычисляем характеристики закона распределения суммарного сопротивления и относительные пути движения для других типов дорог (при других f_c).

Таблица 2

Результаты вычислений относительной пути движения для различных f_c

f_c	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30
K_4	0,7729	0,2071	0	0	0	0	0	0
K_3	0,2227	0,6511	0,3056	0,0179	0,001	0	0	0
K_2	0,0044	0,1418	0,6877	0,8272	0,2799	0,0136	0,0001	0
K_1	0	0	0,0048	0,1549	0,7200	0,9864	0,9999	1,0

Значение величины d_i определим по формуле $d_i = \frac{V_n}{V_i}$ тогда $d_I = 6,48$; $d_{II} = 3,09$; $d_{III} = 1,71$; $d_{IV} = 1,0$.

Считаем, что скорости на передачах подчинены нормальному закону распределения,

тогда:

$$\delta_I = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\frac{13,77}{9,68}} \right) = 0,8520.$$

В расчете принято, что минимально возможная скорость для I передачи равна 9,68 км/ч. И соответствует максимальному динамическому фактору на этой передаче. Аналогично, получим: $\delta_{II} = 0,7385$; $\delta_{III} = 0,7770$; $\delta_{IV} = 0,7930$.

Относительно время движения на каждой из передач для дороги $f_c = 0,02$ будет равно:

$$\gamma_I = \frac{0 * 6,48}{0,8520 \left(\frac{0 * 6,48}{0,8520} + \frac{0,0044 * 3,09}{0,7385} + \frac{0,2227 * 1,71}{0,7770} + \frac{0,7729 * 1}{0,7930} \right)} = 0.$$

Аналогичные вычисления дают результаты и для других передач:

$$\gamma_{II} = 0,0124; \gamma_{III} = 0,3305; \gamma_{IV} = 0,6575.$$

Таблица 3

Результаты вычислений относительно время движения на каждой из передач при различных f_c

f_c	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30
γ_I	0	0	0,01017	0,2518	0,82400	0,99300	0,9999	1
γ_{II}	0,0124	0,2595	0,80200	0,7400	0,17600	0,00700	0,0001	0
γ_{III}	0,3305	0,6265	0,18720	0,0084	0,00003	0	0	0
γ_{IV}	0,6575	0,1143	0,00067	0	0	0	0	0

Величина A (все выражения в правой части зависимости кроме $N_{yд}$) равна:

$$A = 0,27 * 0,8 \left(\frac{0,852 * 0}{0,3110} + \frac{0,7385 * 0,0124}{0,1484} + \frac{0,777 * 0,3305}{0,0821} + \frac{0,793 * 0,6575}{0,0481} \right) = 3,03.$$

Величина удельной мощности равна, л.с./т.: $N_{уд} = \frac{115}{5,8} = 19,83$

Средняя скорость движения, км/ч: $V_{CP} = 3,03 * 19,83 = 60$

Результаты вычисления значения A и V_{CP}

Таблица 4

f_c	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30
A	3,0300	1,9650	1,2530	0,9610	0,6765	0,5945	0,5917	0,5905
V_{CP}	60,0	38,9	24,85	19,05	13,40	11,78	11,73	11,72

На основании данных последней таблицы строим зависимость величина A и V_{CP} от величины дорожного сопротивления.

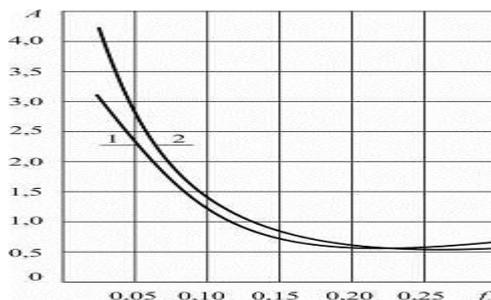


Рис. 1. Зависимость величины A от сопротивления движению: 1- автомобиль VOLVO F 12; 2- автомобиль RENAULT 385.19 T

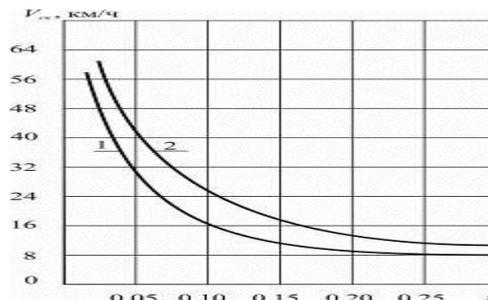


Рис. 2. Зависимость средней скорости от сопротивления движению: 1 - автомобиль VOLVO F 12; 2 -автомобиль RENAULT 385.19 T

Расчет был проведен для условий, близких к тем, в которых автомобили VOLVO F 12 и RENAULT 385.19 T проходили испытания. Представляется возможным сравнить величины средних скоростей, вычисленных теоретическими методами, с величинами средних скоростей, полученных при испытаниях.

Результаты расчетов, приведенные в таблице 5 показывают удовлетворительные согласования экспериментальных данных с теоретическими, что позволяет рекомендовать предлагаемый аналитический метод приближенного определителя средних скоростей для использования на практике.

Результаты расчетов средней скорости

Таблица 5

Тип дороги	Средняя скорость км/ч			
	VOLVO F 12		RENAULT 385.19 T	
	Теоретическая	Из испытания	Теоретическая	Из испытания
С асфальтобетон-ным покрытием	54,6-62,7	45,9-64,6	50,6	49
С булыжным покрытием	44,2-49,3	39,4-50,0	41,1	39,5
Грунтовые (сухие)	34,7-49,3	29,6-51,6	-	-
Грунтовые (неровные, влажные, местами с глубокой колеей)	-	-	23,1	24,5

Использованная литература

1. Вахламов В. Конструкция, расчет и эксплуат. свойства автомобилей. – М., 2007. – 560 с.
2. Двали Р. Р. Механическая тяга в горной местности. – М.: Наука, 1970. – 235 с.
3. Иванов В. В. Основы теории автомобиля и трактора. – М., 1978. – 246 с.
4. Махалдиани В. О двигат. для горных автомобилей и тракторов. – Тбилиси, 1968. – 262с.

5. Нусупов, Э. С. Методика повышения эксплуатационной эффективности использования автомобилей в высокогорных условиях эксплуатации [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук. 05.05.03 / Э. С. Нусупов: – Фрунзе, 1968. – 162 с.
6. Нусупов, Э. С. Эксплуатационная эффективность автотранспортных средств в горных условиях. – Фрунзе: Илим, 1988. – 168 с.
7. Резник, Л. Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989. - 128 с.