

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-98-103>

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Марковнина А.И., Макаров В.С., Ключкин А.А., Беляев Д.М.
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия*

Ключевые слова: эффективность, технические характеристики, колёсные транспортные средства.

Аннотация. Работа посвящена расчету показателя эффективности колесных транспортных средств повышенной проходимости (вездеходов), по которому можно определить оптимальность его использования в конкретных условиях. Рассматривается методика, по которой возможно сравнение любого количества и любых комбинаций технических характеристик. Приведен пример расчета и определен оптимальный вездеход из предложенной выборки.

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF WHEELED VEHICLES

*Markovnina A.I., Makarov V.S., Klyushkin A.A., Belyaev D.M.
Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod, Russia*

Keywords: efficiency, technical characteristics, wheeled vehicles.

Abstract. The work is devoted to the calculation of the efficiency index of off-road wheeled vehicles (all-terrain vehicles), by which it is possible to determine the optimality of its use in specific conditions. A technique is considered by which it is possible to compare any number and any combination of technical characteristics. An example of calculation is given and the optimal all-terrain vehicle from the proposed sample is determined.

Из-за наполненности рынка транспортными средствами различных марок и комплектаций существует проблема определения наиболее эффективного, подвижного и мобильного ТС. Для наглядной оценки машины в целом необходимо сравнивать между собой характеристики, выраженные в разных единицах измерения, как, например, максимальная скорость движения, максимальный угол въезда, мощность двигателя. Также стоит учесть, что у некоторых характеристик прямо противоположное отношение к определению «лучший». Например, лучше, когда выше максимально возможная скорость, но лучше, если меньше габаритный коридор движения [1].

Был проведен анализ коммерческих предложений по колёсным вездеходам, после чего выявлены диапазоны возможных значений характеристик, выбранных для сравнительного анализа. Среди них: грузоподъемность и полная масса; габариты и свесы; характеристики двигателя и движителя; максимальные преодолеваемые уклон и крен. В таблице 1 приведён фрагмент таблицы с основными характеристиками

вездеходов. Далее рассчитаны критерии только для приведенного фрагмента всей выборки.

Табл. 1. Технические характеристики вездеходов (фрагмент выборки)

Характеристики	«Ункор» ТТС 39101	«Кержак» ТТС 30074	«Кержак» ТТС 30078	«ТРЭКОЛ» 39294	«РУСАК К-8»	«Бурлак» 6x6
Грузо-подъемность, кг	750	1050	2000	400	2800	3000
Полная масса, кг	2900	4250	5850	3500	9000	7000
Длина, мм	4400	6300	6700	5920	7850	7380
Высота, мм	2350	3000	3000	2850	3100	3200
Ширина, мм	2540	2830	2830	2550	2750	2900
Дорожный просвет, мм	700	700	700	490	540	750
Колёсная база, мм	2700	3450	4250	2980	4050	4775
Передний свес, мм	55	60	60	74	60	75
Максимальная скорость, км/ч	75	50	50	70	60	80

Сравнивать между собой длину вездехода и мощность двигателя без предварительной подготовки невозможно, поэтому все значения критериев приводятся к безразмерным нормированным значениям [2].

Предварительно значения частных критериев при помощи положительных линейных преобразований приводятся к единому безразмерному виду – шкале $[\alpha, \beta]$, где $\alpha=0$, $\beta=1$.

Для критериев, которые максимизируются (то есть, тем лучше, чем значение выше), преобразование имеет вид:

$$Q_i = \frac{Q_i - Q_i^-}{R_i} \cdot (\beta - \alpha) + \alpha,$$

и для критериев, которые минимизируются (тем лучше, чем значение критерия ниже):

$$Q_i = \frac{Q_i^+ - Q_i}{R_i} \cdot (\beta - \alpha) + \alpha,$$

при этом $R_i = Q_i^+ - Q_i^-$ – размах критерия Q_i .

Максимизируем показатели: грузоподъемность, дорожный просвет, колёсная база, передний свес, максимальная скорость; минимизируем остальные. Чем больше грузоподъемность и скорость, тем эффективнее работа вездехода, чем больше передний свес, тем больший уклон может

преодолеть вездеход. Чем меньше полная масса, тем меньше нагрузка на оси, меньше давление на грунт, чем меньше габаритные размеры, тем больше вероятность проехать по узкому коридору между дискретными препятствиями или по их краю. Безразмерные оценки характеристик по данным из таблицы 1 приведены в таблице 2.

Табл. 2. Безразмерная оценка технических характеристик

Характеристики	«Ункор» ТТС 39101	«Кержак» ТТС 30074	«Кержак» ТТС 30078	«ТРЭКОЛ» 39294	«РУСАК К-8»	«Бурлак» 6x6
Грузоподъемность, кг	0,13	0,25	0,62	0,00	0,92	1,00
Полная масса, кг	1,00	0,78	0,52	0,90	0,00	0,33
Длина, мм	1,00	0,45	0,33	0,56	0,00	0,14
Высота, мм	1,00	0,24	0,24	0,41	0,12	0,00
Ширина, мм	1,00	0,19	0,19	0,97	0,42	0,00
Дорожный просвет, мм	0,81	0,81	0,81	0,00	0,19	1,00
Колёсная база, мм	0,00	0,36	0,75	0,13	0,65	1,00
Передний свес, мм	0,00	0,25	0,25	0,93	0,00	1,00
Максимальная скорость, км/ч	0,83	0,00	0,00	0,67	0,33	1,00

Построив график (рис. 1), можно увидеть, какие вездеходы имеют одни из самых лучших параметров и уже на основании схемы предположить, какой из них использовать эффективнее всего.

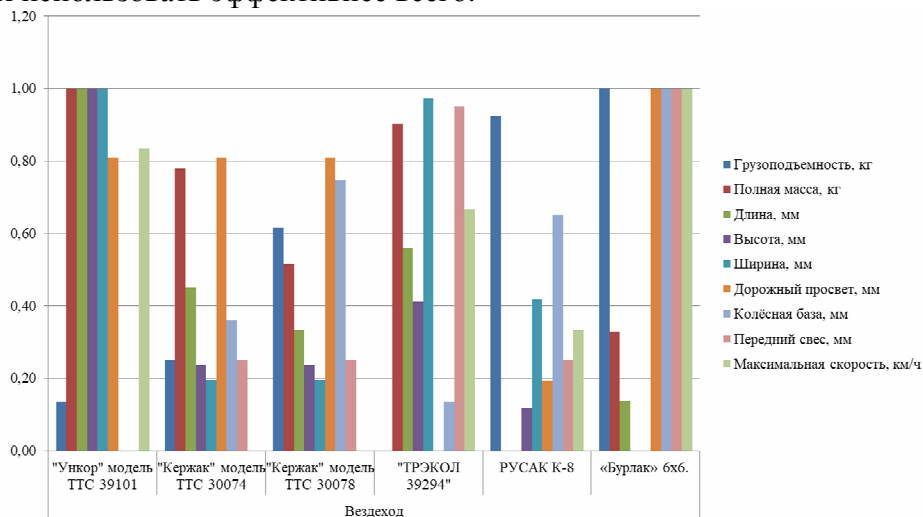


Рис. 1. Оценка технических характеристик вездеходов

Далее необходимо определить суммарный показатель, характеризующий эффективность использования рассматриваемого транспортного средства из выборки по формуле [3]:

$$Q = \sum Q_i,$$

где Q – суммарная оценка выбранного ТС по сравнению с другими ТС из выборки.

Результаты расчета по каждому ТС представлены в таблице 3 и на рисунке 2.

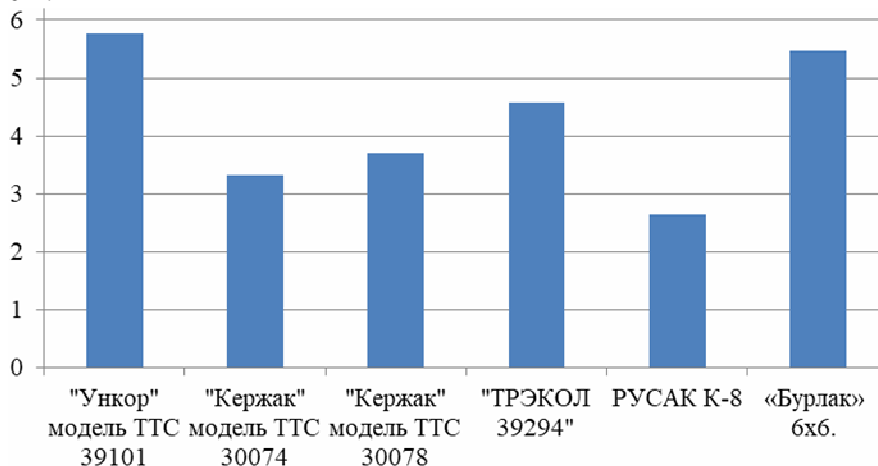


Рис. 2. Результаты расчета технической оценки вездеходов

Табл. 3. Результаты расчета технической оценки вездеходов

«Ункор» модель ТТС 39101	«Кержак» модель ТТС 30074	«Кержак» модель ТТС 30078	«ТРЭКОЛ 39294»	РУСАК К-8	«Бурлак» 6x6
0,56	0,35	0,44	0,43	0,38	0,73

По итоговому графику видно, какое из транспортных средств имеет преимущества. Такая оценка может применяться для любых категорий транспортных средств, а также не ограничивает количество сравниваемых характеристик. Для уточнения результатов при анализе расширенной выборки можно использовать два метода. Первый – после первого расчета разделить выборку на 3 (ли иное количество) подгрупп и проводить сравнение уже в меньшем диапазоне моделей ТС. Второй – сразу применить метод экспертных оценок, который заключается в распределении технических характеристик по степени полезности / влияния на процесс движения, маневрирования, разгона и торможения ТС.

Применим первый способ уточнения результата, разделим вездеходы на 2 группы и проведем анализ группы с наилучшими результатами: «Ункор» модель ТТС 39101, «ТРЭКОЛ 39294», «Бурлак» 6x6.

По аналогии с предыдущим расчетом просуммируем оценку характеристик (табл. 4) и выведем конечный результат (табл. 5) в виде графика (рис. 3).

Табл. 4. Безразмерная оценка технических характеристик выделенной группы

Характеристики	«Ункор» ТТС 39101	«ТРЭКОЛ» 39294	«Бурлак» 6х6
Грузоподъемность, кг	0,13461538	0	1
Полная масса, кг	1	0,85366	0
Длина, мм	1	0,48993	0
Высота, мм	1	0,41176	0
Ширина, мм	1	0,97222	0
Дорожный просвет, мм	0,80769231	0	1
Колёсная база, мм	0	0,13494	1
Передний свес, мм	0	0,95	1
Максимальная скорость, км/ч	0,5	0	1

Табл. 5. Результаты расчета технической оценки вездеходов

«Ункор» ТТС 39101	«ТРЭКОЛ» 39294	«Бурлак» 6х6
5,44230769	3,81252	5

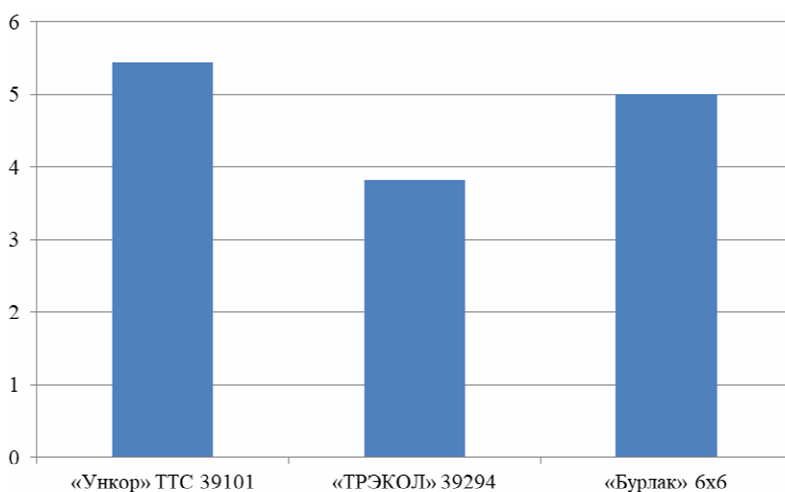


Рис. 3. Результаты уточняющего расчета технической оценки вездеходов

Второй расчет, как и предполагалось, уточняет результаты. В данном случае можно сделать вывод, что вездеходы «Ункор» ТТС 39101 и «Бурлак» 6х6 обладают примерно равными характеристиками и при выборе ТС для выполнения каких-либо задач они могут использоваться наравне. Дальнейший выбор будет основываться на анализе экономической целесообразности [4], заключающейся в стоимости самого ТС, его аренды, ремонта, обслуживания, расхода топлива и скорости выполнения поставленной задачи.

Список литературы

1. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.

2. Макаров В.С., Гончаров К.О., Беляков В.В., Зезюлин Д.В., Беляев А.М., Папунин А.В., Редкозубов А.В. Определение характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 113.
3. Беляков В.В. Подвижность и конкурентоспособность транспортно-технологических машин // Известия Академии инженерных наук РФ им. акад. А.М. Прохорова. Транспортно-технологические машины и комплексы / под ред. Ю.В. Гуляева. – Москва – Н. Новгород: НГТУ, 2003. – Т. 5. – С. 3-25.
4. Беляков В.В., Зезюлин Д.В., Колотилин В.Е., Макаров В.С. Подвижность наземных транспортно-технологических машин // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – №4(101). – С. 72-77.

References

1. Wong J. Theory of ground vehicles. – М.: Mechanical Engineering. 1982, 284 p.
2. Makarov V.S., Goncharov K.O., Belyakov V.V., Zezyulin D.V., Belyaev A.M., Papunin A.V., Redkozubov A.V. Determination of the characteristics of the microprofile of roads intended for the movement of transport-technological machines // Modern problems of science and education. 2012, no. 5, pp. 113.
3. Belyakov V.V. Mobility and competitiveness of transport-technological machines // Proceedings of the Academy of Engineering Sciences of the Russian Federation. acad. A.M. Prokhorov. Transport and technological machines and complexes / ed. Yu.V. Gulyaev. – Moscow – Nizhny Novgorod: NGTU, 2003, vol. 5, pp. 3-25.
4. Belyakov V.V., Zezyulin D.V., Kolotilin V.E., Makarov V.S. Mobility of ground transport and technological machines // Proceedings of the Nizhny Novgorod State Technical University. R.E. Alekseev. 2013, no. 4(101), pp. 72-77.

Марковнина Алина Ивановна – аспирант	Markovkina Alina Ivanovna – postgraduate student
Макаров Владимир Сергеевич – доктор технических наук, профессор	Makarov Vladimir Sergeevich – doctor of technical sciences, professor
Клюшкин Антон Алексеевич – магистрант	Klyushkin Anton Alekseevich – undergraduate
Беляев Дмитрий Михайлович – аспирант	Belyaev Dmitry Mikhailovich – postgraduate student
mark.a.i@yandex.ru	

Received 13.02.2023