НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ

Эл № ФС77- 48211. Государственная регистрация № 0421200025. ISSN 1994-0408

э л е к т р о н н ы й н а у ч н о – т е х н и ч е с к и й ж у р н а л

Анализ процесса формирования технического облика особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств для горных условий эксплуатации

11, ноябрь 2012

DOI: 10.7463/1112.0465856

Калимулин М. Р.

УДК. 62-18

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

kalimulin-marat@yandex.ru

Введение

В настоящее время в мире военных автомобилей наблюдается всё большее разделение между тяжёлыми, хорошо защищенными боевыми бронированными машинами на колёсном ходу и сверхлёгкими, высококомобильными багги. Конфликты в Ираке и Афганистане показали, что повышение бронезащиты внедорожников неизбежно ведет к потере ими возможности выполнять целый ряд разведывательных задач. В этой ситуации на помощь броневикам приходят лёгкие ударные автомобили с высокой манёвренностью, малой заметностью и относительно низкой стоимостью.

При проведении различных спецопераций в горных условиях всё чаще возникает необходимость проведения быстрых и в то же время незаметных выдвиганий в районы сосредоточения противника, скрытого преследования отходящих групп террористов и непрерывного наблюдения за их передвижением, осуществления разведки, эвакуации раненых - всё это обусловило повышение внимания к возможности использования особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств (ОЛВКТС).

Условия эксплуатации машин в горных условиях весьма специфичны. Движение во многих случаях должно осуществляться по бездорожью с соответствующими требованиями по проходимости и маневренности. ОЛВКТС должно быть в состоянии преодолевать единичные препятствия в виде камней, пней, поваленных деревьев, а также иметь возможность передвигаться по лесу, по мари, по заболоченным участкам, преодолевать водные преграды [1].

Все это ставит задачу создания высоко-проходимого и маневренного транспортного средства относительно небольшой грузоподъемности, способного решать задачи в интересах специальных подразделений силовых структур Российской Федерации. К сожалению, такие машины отечественная промышленность не выпускает.

Попытки приспособить существующую технику для эксплуатации в специфических горных условиях не позволяют решать поставленных задач. Отсутствие научно-обоснованных методов формирования технического облика и прогнозирования перспективных значений определяющих параметров ОЛВКТС сдерживает развитие этого класса машин.

При формировании технического облика любого сложного технического объекта, в том числе и колесной машины, возникает еще одна существенная проблема - проблема неопределенности целей и неполноты информации. Причем традиционный путь учета факторов неопределенности на основе вероятностного и статистического моделирования зачастую оказывается неадекватным решаемым задачам и может привести к неверным результатам, так как функционирование сложных организационно-технических систем на практике характеризуется неопределенностью «нестохастического» типа вследствие:

- неполноты или отсутствия знаний о поведении отдельных входящих в систему элементов и подсистем, а также взаимосвязей между ними;
- невозможности или ограниченной возможности экспериментального исследования процессов, не позволяющей получить достаточную статистическую информацию о наиболее важных характеристиках системы.

Для моделирования, проектирования и анализа таких организационно-технических систем получили распространение экспертные системы, оперирующие экспертными оценками, основанными на опыте и знаниях эксперта (или группы экспертов).

Основным математическим аппаратом формализации представления и обработки экспертных оценок и высказываний является теория нечетких множеств [2]. Применение аппарата нечеткого множества – это попытка математической формализации нечетких (экспертных) оценок в виде лингвистически поименованных функций для построения моделей обработки этих оценок как композиции указанных функций, имеющих простую лингвистическую интерпретацию. В результате появляется возможность для конечного пользователя оперировать естественными предметно-ориентированными лингвистическими терминами, представляемыми на уровне компьютерных вычислений в виде чисел. Такой подход дает приближенные, но в то же время качественные способы описания поведения сложных и плохо определенных организационно-технических систем. Теоретические же основания данного подхода вполне точны и строги в математическом смысле и не являются

сами по себе источником неопределенности. В каждом конкретном случае степень точности решения может быть согласована с требованиями задачи.

В последние десятилетия в нашей стране и за рубежом в самых различных отраслях производства разработаны и продолжают разрабатываться многочисленные методики по управлению качеством выпускаемой продукции на стадии проектирования, позволяющие обеспечивать получение изделий с оптимальными параметрами по критерию «цена – качество» [3].

Под качеством продукции будем понимать совокупность свойств продукции, обеспечивающий ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [4].

Технический уровень продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей [5].

Под техническим обликом будем понимать комплексную качественную и количественную характеристику объекта проектирования, отражающую наиболее общие и значимые признаки рассматриваемого объекта [3].

Технический облик транспортных средств формируется в процессе разработки технического предложения [6]. Этот этап играет особую роль в процессе проектирования машины, являясь одним из этапов НИР и занимая положение перед разработкой технического задания на эскизное проектирование. Цель процесса формирования технического облика – обоснование количественных значений основных определяющих параметров (ОП) проектируемого объекта.

В процессе формирования облика транспортного средства принимается более 70% решений по проекту [6], и от качества этих решений зависит возможность создания объекта в заданные сроки при ограниченном финансировании программы.

Блок-схема процесса формирования технического облика особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств

Исходными данными для формирования технического облика транспортных средств являются результаты анализа [6]:

- предполагаемых областей и условий использования объекта исходя из главного предназначения;
- современных и перспективных требований к эксплуатационным свойствам рассматриваемого класса транспортных средств;

- конструктивных решений возможных прототипов и основных тенденций развития мирового автомобилестроения по транспортным средствам соответствующего класса.

В настоящее время неизвестны алгоритмы прямого оптимального синтеза сложных технических объектов, и их разработка осуществляется многократным повторением анализа различных вариантов проектных альтернатив. Создание новых ОЛВКТС в этом отношении не является исключением.

В большинстве случаев решения задач формирования технического облика речь идет о процессах, не содержащих неопределенностей. Большинство реальных инженерных задач содержит в том или ином виде неопределенности [3], связанные с нечеткостью формулировок целей и задач, размытыми границами ограничений и т.п. Формирование технического облика семейства колесных машин представляет собой решение многопараметрической многокритериальной оптимизационной задачи с неполной информацией об объектах, что связано с отсутствием детальной конструкторской проработки узлов и агрегатов.

Однако, из-за наличия концептуальных и методических трудностей в настоящее время не существует единого методологического подхода к решению таких задач.

В литературе есть примеры решения вопросов оптимизации параметров конструкции на этапе проектирования при создании автомобильной техники. Например, вопросам оптимизации автомобилей многоцелевого назначения посвящена работа [3], транспортных средств особо большой грузоподъемности посвящен раздел в книге [6], подходы к оптимальному проектированию грузовых автомобилей рассмотрены в работе [7]. Техничко-экономическим анализом проектируемых автомобилей, что также можно отнести к вопросам оптимизации, занимались авторы работ [8, 9].

Следует отметить, что вопросы оптимизации конструкции и вопросы оценки технического уровня объектов перекликаются между собой и при их решении зачастую используются одинаковые методы.

Блок-схема алгоритма процесса формирования технического облика особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств состоит из этапов, показанных на рис. 1. Рассмотрим эти этапы подробно.

На первом этапе определяются цели и задачи проектирования. Целью является определение оптимальных компоновки и тактико-технических характеристик особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств.

На втором этапе определяется номенклатура показателей, характеризующих технический уровень ОЛВКТС, а также ранжирование этих показателей по степени их

влияния на технический облик. Ранжирование проводится с целью определения уровней значимости определяющих параметров.

Рис. 1. Блок-схема процесса формирования технического облика ОЛВКТС

Основные трудности, возникающие на этом этапе разработки, заключаются в следующем:

- отсутствует четкая методика формирования номенклатуры критериев, характеризующие технический уровень ОЛВКТС;
- отсутствуют четкие границы, в которых должны находиться значения определяющих параметров;
- отсутствие методик четкого ранжирования параметров по степени их важности требует привлечения экспертных нечетких оценок;
- весьма ограниченный объем информации практически исключает возможность применения статистических методов обработки предварительной информации.

В реальной практике при формировании пунктов технического задания часто приходится сталкиваться со случаями, когда нет возможности количественного обоснования тех или иных показателей, и степень проявления того или иного свойства можно оценить только на качественном уровне, например, «высокий уровень», «средний уровень», «низкий уровень». В этих случаях для ранжирования показателей применяется экспертная оценка исходя из попарного сравнения рассматриваемых параметров [3].

Среди косвенных методов определения рангов наибольшее распространение получил метод парных сравнений Саати [10]. Особенность использования этого метода заключается в необходимости нахождения собственного вектора матрицы парных сравнений, которая задается с помощью специально предложенной шкалы. Для решения задачи ранжирования определяющих параметров необходимо разработать метод, позволяющий вычислять степени принадлежности элементов тому или иному нечеткому терму на базе матрицы парных сравнений профессора Саати.

Третий этап посвящен сбору и анализу данных об аналогах и формированию базы знаний о проектируемом классе ОЛВКТС. Аналоговая группа формируется из лучших зарубежных и отечественных образцов с глубиной проработки 10 лет [6]. На этом этапе решаются следующие задачи:

- определение достигнутого на сегодняшний день технического уровня;
- анализ тенденций изменения значений определяющих параметров.

Данный этап характеризуется следующими трудностями:

- 1) количество найденных аналогов, как правило, весьма ограничено;
- 2) численные значения определяющих параметров известны далеко не всегда и не в полном объеме.

В связи с этим невозможно проводить статистический анализ численных значений полученных характеристик и уж тем более осуществлять известными статистическими методами прогноз изменения этих параметров на перспективу [11].

Четвертый этап – прогнозирование значений определяющих параметров на перспективу 15-20 лет – срок, который в среднем проходит от начала разработки до утилизации первых серийных образцов [3]. Основной проблемой, возникающей на этом этапе, является то, что полученные значения определяющих параметров на предыдущем этапе не являются временным рядом в классическом понимании [12]. Поэтому никакие статистические и интеллектуальные методы прогнозирования значений определяющих параметров на перспективу неприменимы. С другой стороны, можно привлечь экспертов, которые могут оценить, каким должно быть значение определяющего параметра в «идеальном» случае. Однако, мнение экспертов в определенной степени носит субъективный характер. Единственная возможность – построение прогнозов на основе баланса мнений экспертов и объективных (пусть и малочисленных) данных об изменении значения данного параметра во временной перспективе методами нечеткой логики [13].

Результатом выполнения работ по этому этапу является обоснование количественных значений основных определяющих параметров в техническом задании на эскизное проектирование.

Пятый этап – проведение инженерного анализа разработки, формирование схемных решений, удовлетворяющих полученным значениям определяющих параметров, выполнение эскизного проекта. При этом решаются следующие задачи [6].

- Предварительное формирование облика машины, отвечающего требованиям технического задания. Формируется допустимая область существования проекта, где находится допустимое решение, описываемое параметрами начального приближения.
- Оптимизация проектных параметров ОЛВКТС по выбранному критерию с учетом ограничений, вытекающих из требований технического задания и действующих нормативных документов.
- Параметрический анализ, направленный на оценку чувствительности проекта к изменению его альтернатив (вариантов схемных решений), параметров и ограничений.
- Уточнение характеристик изделия и документирование результатов проектирования.

Шестой этап включает в себя работы по анализу полученных схемных решений по результатам эскизного проектирования и выбору оптимального варианта. На этом этапе возникают следующие проблемы.

В процессе принятия решения проводится многокритериальный анализ в условиях большого количества неопределенностей, когда цели и ограничения заданы нечеткими множествами. В данных условиях принятие решения – это выбор альтернативы, которая одновременно удовлетворяет и нечетким целям, и нечетким ограничениям. Решение задачи выбора оптимального схемного решения возможно с помощью теории принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде на основе многокритериального анализа вариантов при равновесных и неравновесных критериях [2]. Веса критериев получают на основе парных сравнений [14].

Седьмой этап – разработка математических моделей создаваемого транспортного средства. Математическое моделирование позволяет провести всестороннее комплексное исследование выбранного схемного решения до создания натурного образца, что позволяет сэкономить время и средства, отпущенные на разработку.

Задача этапа состоит в подтверждении реализуемости заданных значений определяющих параметров.

Восьмой этап – проверка условия «Цель достигнута?». Если «Да», то можно переходить к процессу создания и испытаний макетного образца. Если «Нет» - необходимо вернуться к анализу схемных решений (шестому этапу).

Анализ горных условий эксплуатации особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств

Горные районы представляют собой труднопроходимую местность [3]. Если низкие (500 ... 1000 м) горы, как правило, хорошо освоены, в них имеется развитая сеть дорог, то для средневысотных гор (1000 ... 2000 м) характерны крутые, нередко покрытые лесом склоны, труднодоступные вне дорог для колесных машин. Дороги обычно проходят по долинам, ущельям, склонам и карнизам гор. Проезжая часть дорог покрыта в основном каменистым грунтом. Проходимость таких дорог резко меняется в зависимости от времени года и погодных условий.

Характерной особенностью горных и предгорных районов является широкое распространение грунтов, содержащих каменные материалы различных фракций, в том числе и такие, которые представляют собой профильные препятствия для движения транспортного средства [1]. В этих условиях любое транспортное средство должно обладать высокими параметрами профильной проходимости. Также в связи с наличием

на опорной поверхности валунов и большого количества абразивных материалов в работе [1] делается вывод о предпочтительном использовании колесного движителя перед гусеничным, т.к. последний имеет более низкую надежность при движении по указанным поверхностям.

Погодные условия в данной местности характеризуются большой неустойчивостью. Значительные колебания температуры наблюдаются на различных высотах (у подножия перевала и на перевале) и достигают летом в течение суток: днем от $+40^{\circ}\text{C}$ и до -40°C , ночью – до минус 5°C , а в зимнее время – от $+5^{\circ}\text{C}$ днем до -40°C ночью. Значительно затрудняют передвижение в горах частые метели, гололед, туманы, оттепели, обвалы, осыпи, камнепады, оползни, селевые потоки, снежные лавины.

Эксплуатация автомобилей в высокогорных условиях во многом сложнее, чем на равнинной местности, горные дороги состоят преимущественно из подъемов и спусков, протяженность которых достигает 20...30 км, углы продольных уклонов - до 15 %. На характерных перевальных и предперевальных участках имеются многочисленные повороты малых радиусов, величина которых нередко составляет всего 8...12 м.

Для обеспечения эффективного использования ОЛВКТС в горных условиях машины должны быть способны преодолевать подъемы крутизной не менее 30° и устойчиво передвигаться по косогорам до 20° [3].

В горных условиях двигатели работают преимущественно на неуставившихся режимах, при этом снижаются их эффективные показатели по сравнению со сходственными установившимися режимами, возрастает дымность и токсичность выбросов, снижается моторесурс, повышается расход топлива. В горных условиях эксплуатации, особенно на затяжных спусках с большим числом поворотов малых радиусов, наблюдается длительное использование двигателя в качестве тормоза. Однако ввиду малого тормозного момента, развиваемого двигателем, приходится длительное время использовать и рабочие тормоза, что сопровождается их перегревом и снижением эффективности работы, которые зачастую приводят к полным их отказам [15].

Скорость движения автомобилей на горных дорогах в 2,0 ... 3,0 раза ниже, чем в равнинных условиях, на подъемах и спусках движение автомобилей сопровождается длительным использованием низших передач. В горных условиях эксплуатации средние значения нагрузки двигателя находятся в пределах 40 ... 80 % от номинального значения, а средние значения частоты вращения коленчатого вала для всех условий находятся в интервале 1400 ... 2200 мин⁻¹. При этом с ухудшением условий эксплуатации автомобиля при условии сохранения значения частоты вращения

коленчатого вала, необходимая потребная мощность двигателя обеспечивается за счет увеличения цикловой подачи топлива [15].

В горных условиях значения температуры окружающего воздуха изменяется в зависимости от высоты над уровнем моря. Так, для высоты 2000 ... 3500 м над уровнем моря интервал изменения средней температуры находится в пределах 7 ... 27 °С. Это приводит к снижению плотности воздушного заряда, поступающего в цилиндры двигателя, в связи с чем ухудшается наполнение цилиндров свежим зарядом и уменьшается коэффициент избытка воздуха, в результате чего ухудшаются основные показатели работы двигателя. А на неустановившихся режимах работы двигателя, характерных для горных условий эксплуатации, снижение мощности составляет около 20 %.

В работе [15] проводились исследования динамики торможения автомобилей в горных условиях эксплуатации проводились с целью оценки показателей эффективности тормозной системы – тормозной динамики автомобиля (замедление j , тормозной путь S и время торможения t), полнота и оптимальность реализации которой связаны с конструктивными возможностями и уровнем технического состояния в различных условиях эксплуатации. Установлено, что на показатели эффективности тормозных контуров при эксплуатации автомобилей в горных условиях заметно влияет изменение координат центра масс. Для автомобиля ВАЗ -2108 на уклоне $\alpha=10^\circ$ с полной нагрузкой эффективность контуров снижается на 48 %, а с частичной нагрузкой на 51 %. По результатам исследований эффективности рабочей тормозной системы при различных значениях начальной скорости перед торможением установлено, что при одном и том же усилии нажатия на педаль (160 Н) и при различных скоростях перед торможением (40,4 км/ч, 59,3 км/ч) на уклоне ($\alpha=10^\circ$) тормозной путь автомобиля ВАЗ-2108 увеличивается на 50 %.

Разработка отечественных особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств позволит расширить возможности сил быстрого реагирования и возможности применения войск специального назначения в условиях горной пересечённой местности. На данные транспортные средства возможно возложение следующих задач:

- разведка и скрытое наблюдение;
- патрулирования;
- уничтожения живой силы и боевой техники;
- лазерного целеуказания высокоточным боеприпасам;

- проведение рейдов и поисково-спасательных операций, в том числе и в тылу противника;

- ведение радиоэлектронной борьбы.

Отсутствие бронезащиты должны будут компенсировать подвижность (за счет высокой удельной мощности двигателя, длинноходной подвески колес, малого удельного давления на опорную поверхность) и малая заметность, которую обеспечат низкие силуэт и виброакустическое излучение.

Обоснование выбора номенклатуры показателей, определяющих технический облик особо лёгких высокоподвижных колёсных транспортных средств для горных условий эксплуатации

Обоснованию выбора номенклатуры определяющих показателей вновь создаваемых колесных машин посвящено большое количество работ [3, 6, 16-20].

Рассмотрим, в каком порядке рассматривались первые пять единичных показателей. В работе [16]:

- удельная грузоподъемность автомобиля;
- удельная мощность;
- удельная площадь;
- относительная высота;
- дорожный просвет.

В работе [17]:

- дорожный просвет;
- коэффициент сцепной массы;
- минимальное давление на грунт;
- коэффициент насыщенности протектора;
- свободный радиус качения колеса.

В работах [18, 19]:

- масса груза;
- максимальная скорость движения;
- масса прицепа;
- показатель эффективности;
- удельная грузоподъемность.

В работе [20]:

- удельная мощность;
- запас хода;

- дорожный просвет;
- коэффициент массы прицепа;
- максимальная скорость движения.

Даже без расшифровки сути отдельных показателей виден их значительный разброс по приоритетам и номенклатуре, причем соотношения коэффициентов весомости одинаковых показателей у различных авторов различны. Зачастую использование заведомо выполнимых показателей уменьшает коэффициенты весомости (ранги) других, более важных показателей. Это приводит к выводу о том, что номенклатурный список не должен быть перенасыщенным, а должен содержать только действительно важные определяющие параметры.

Кроме того, необходимо исключить возможное дублирование одного показателя другим [3], когда ряд единичных показателей повторяются в комплексных параметрах, причем каждый раз с новым коэффициентом весомости. Например: масса перевозимого груза может дублироваться в показателях удельной грузоподъемности, удельной мощности и т.д.

В работе [1] для транспортных средств, проходящих эксплуатацию в горных условиях, рекомендуется в качестве определяющих параметров использовать характеристики профильной проходимости, тягово-динамические характеристики и параметры курсовой устойчивости. Однако параметры последней группы, как правило, не публикуются в технических характеристиках аналогов, в связи с чем прогнозирование их перспективных значений затруднительно.

В результате проведенного предварительного анализа предлагается следующий номенклатурный список определяющих параметров ОЛВКТС для горных условий эксплуатации.

- 1) Максимальная скорость движения.
- 2) Запас хода.
- 3) Удельная мощность, кВт/т (отношение мощности двигателя к полной массе машины).
- 4) Дорожный просвет.
- 5) Максимальный угол преодолеваемого подъема.
- 6) Угол поперечной устойчивости.
- 7) Максимальный динамический фактор.
- 8) Удельная грузоподъемность (отношение массы перевозимого груза к полной массе машины).

К числу общих данных, часть из которых является справочными, а часть необходима для расчета вышеприведенных показателей, относятся:

- схема подвески (независимая, полузависимая, зависимая);
- распределение нагрузки по осям;
- объем багажного отделения;
- защита экипажа;
- расположение двигателя (спереди/сзади);
- тип тормозных механизмов (барабанные, дисковые).

На основе анализа мирового опыта создания ОЛВКТС, данные транспортные средства должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь трубчатую рамную конструкцию и дуги безопасности (с возможностью использования всепогодного тента);
- экипаж 2-3 чел.;
- иметь низко расположенный центр тяжести и максимально возможный при этом дорожный просвет;
- должна быть предусмотрена возможность установки локальной броневой защиты в виде плит стальной или алюминиевой брони и пуленепробиваемыми стеклами;
- иметь вместительный отсек для размещения различных материальных запасов.

Специально для горных условий ОЛВКТС должны иметь:

- ударопрочную ходовую часть;
- длинноходную зависимую подвеску (мостовая схема);
- дизельный двигатель с турбонаддувом;
- дисковые вентилируемые тормозные механизмы.

Вывод

В рамках проведенного поэтапного анализа процесса формирования технического облика особо легких высокоподвижных колесных транспортных средств для горных условий эксплуатации выявлены основные особенности каждого этапа и предложена номенклатура основных параметров, определяющих технический облик ОЛВКТС.

Список литературы

1. Вахидов У.Ш., Беляков В.В., Молев Ю.И. Транспортно-технологические проблемы Северного Кавказа: научное издание – Нижегород. гос. техн. университет им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2009. – 330 с.

2. Bellman R.E., Zadeh L.A. Decision-Making in Fuzzy Environment // Management Science. – vol. 17. – 1970. – №4. – P.141 - 160.
3. Плиев И.А. Автомобили многоцелевого назначения. Формирование технического облика АМН в составе семейств: Монография. – М.: МГИУ, 2011. – 262 с.
4. ГОСТ 2.116-84. Карта технического уровня и качества продукции. Межгосударственный стандарт. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 16 с.
5. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения. – М.: Госстандарт СССР, 1987. – 29 с.
6. Белоусов Б.Н., Попов С.Д. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет. / Под общ. ред. Б.Н. Белоусова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728 с.
7. Дьяков И.Ф. Оптимальное проектирование грузовых автомобилей. – Саратов: Издательство Саратовского университета, 1989. – 128 с.
8. Ипатов А.А. Формирование эксплуатационно-экономических требований к перспективным моделям грузовых автомобилей. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2003. – 236 с.
9. Ипатов М.И. Технико-экономический анализ проектируемых автомобилей. – М.: Машиностроение, 1982. – 272 с.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
11. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие // Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева.— Ульяновск: УлГТУ, 2010. — 320 с.
12. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
13. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
14. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов с применением парных сравнений // Известия РАН. Теория и системы управления.- 2001.- №3.- С. 150-154.
15. Мажитов Б.Ж. Методы снижения токсичности отработавших газов дизеля и теплонагруженности тормозной системы автомобилей при эксплуатации в горных условиях. / Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. – С.-Петербург, 2011.
16. Аксенов П.В. Квалиметрические методы в задачах проектирования, исследования и испытаний автомобилей. Методическая разработка. – М.: ЦНИИТЭИавтопром, 1989. – 44 с.

17. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 72 с.
18. РД 37.001.027 – 90 Методика оценки технического уровня изделий автомобильной промышленности. Основные положения. – М.: Типография НАМИ, 1991. – 46 с.
19. Методика сравнительной оценки технического уровня образцов автомобильной техники. – В/ч 63539, 1990. – 30 с.
20. Сравнительная оценка технического уровня образцов автомобильной техники. Методика модели. Проект. – 21 НИИИ АТ МО РФ, 1997. – 36 с.

SCIENCE and EDUCATION

EL № FS77-48211. № 0421200025. ISSN 1994-0408

electronic scientific and technical journal

Technical analysis of formation of highly mobile super-light wheeled vehicles for mountain environments

11, November 2012

DOI: 10.7463/1112.0465856

Kalimulin M.R.

Russia, Bauman Moscow State Technical University

kalimulin-marat@yandex.ru

In the paper, the author presents a step-by-step analysis of formation of technical shape of super-light high-mobility wheeled vehicles (OLVKTS) for mountain conditions. The basic features and problems arising at each stage were revealed. The author carried out an analysis of the features of operating conditions in the mountains, on the basis of which requirements for equipment and implementation of various structural OLVKTS systems were set. A range of key parameters that determine technical configuration OLVKTS was proposed.

Publications with keywords: determine the parameters, highly mobile light especially wheeled vehicles, formation of the technical aspect

Publications with words: determine the parameters, highly mobile light especially wheeled vehicles, formation of the technical aspect

References

1. Vakhidov U.Sh., Beliakov V.V., Molev Iu.I. *Transportno-tehnologicheskie problemy Severnogo Kavkaza* [Transport and technological problems of the North Caucasus]. Nizhnii Novgorod, NGTU Publ., 2009. 330 p.
2. Bellman R.E., Zadeh L.A. Decision-Making in Fuzzy Environment. *Management Science*, 1970, vol. 17, no. 4, pp. 141 - 160.
3. Pliev I.A. *Avtomobili mnogotselevogo naznachenii. Formirovanie tekhnicheskogo oblika AMN v sostave semeistv* [Multi-purpose vehicles. Formation of technical image of multi-purpose vehicles within families]. Moscow, MGIU Publ., 2011. 262 p.
4. *GOST 2.116-84. Karta tekhnicheskogo urovnia i kachestva produktsii* [State Standard 2.116-84. Product technical level and quality map]. Moscow, Gosstandart SSSR Publ., 1984. 16 p.

5. GOST 15467-79. *Upravlenie kachestvom produktsii. Osnovnye poniatiia, terminy i opredeleniia* [State Standard 15467-79. Product quality control. Basic concepts. Terms and definitions]. Moscow, Gosstandart SSSR Publ., 1987. 29 p.
6. Belousov B.N., Popov S.D. *Kolesnye transportnye sredstva osobo bol'shoi gruzopod'emnosti. Konstruktsiia. Teoriia. Raschet* [Wheel vehicles specially the big carrying capacity. Construction. Theory. Calculation]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2006. 728 p.
7. D'iakov I.F. *Optimal'noe proektirovanie gruzovykh avtomobilei* [Optimal design of trucks]. Saratov, SGU Publ., 1989. 128 p.
8. Ipatov A.A. *Formirovanie ekspluatatsionno-ekonomicheskikh trebovaniy k perspektivnym modeliam gruzovykh avtomobilei* [The formation of the operational and economic requirements to perspective models of trucks]. Moscow, Izdatel'stvo «Ekonomika», 2003. 236 p.
9. Ipatov M.I. *Tekhniko-ekonomicheskii analiz proektiruemykh avtomobilei* [Technical and economic analysis of designed cars]. Moscow, Mashinostroenie, 1982. 272 p.
10. Saaty T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 1980. (Russ. ed.: Saati T. *Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii*. Moscow, Radio i svyaz', 1993. 278 p.).
11. Iarushkina N.G., Afanas'eva T.V., Perfil'eva I.G. *Intellektual'nyi analiz vremennykh riadov* [Intelligent time series analysis]. Ul'ianovsk, UIGTU Publ., 2010. 320 p.
12. Afanas'ev V.N., Iuzbashev M.M. *Analiz vremennykh riadov i prognozirovanie* [Time series analysis and forecasting]. Moscow, Finansy i statistika, 2001. 228 p.
13. Shtovba S.D. *Proektirovanie nechetkikh sistem sredstvami MATLAB* [Design of fuzzy systems by means of MATLAB]. Moscow, Goriachaia liniia -Telekom, 2007. 288 p.
14. Rotshtein A.P., Shtovba S.D. *Nechetkii mnogokriterial'nyi analiz variantov s primeneniem parnykh sravnenii* [Fuzzy multi-criteria analysis of options with the use of pairwise comparisons]. *Izv. RAN. Teoriia i sistemy upravleniia* [Journal of Russian Academy of Sciences. Theory and control systems], 2001, no. 3, pp. 150-154.
15. Mazhitov B.Zh. *Metody snizheniia toksichnosti otrabotavshikh gazov dizelia i teplonagruzhennosti tormoznoi sistemy avtomobilei pri ekspluatatsii v gornykh usloviakh. Avtoreferat kand. diss.* [Methods of reducing the toxicity of exhaust gases of the diesel engine and heat load of the brake system of cars at operation in the mountainous conditions. Abstract of cand. diss.]. St. Peterburg, 2011. 18 p.
16. Aksenov P.V. *Kvalimetricheskie metody v zadachakh proektirovaniia, issledovaniia i ispytanii avtomobilei* [Qualimetric methods in problems of design, research and testing of vehicles. Methodical development]. Moscow, TsNIITEIavtoprom Publ., 1989. 44 p.
17. *Metodika otsenki urovnia kachestva produktsii s pomoshch'iu kompleksnykh pokazatelei i indeksov* [Methods of assessing the level of product quality using complex indicators and indices]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1974. 72 p.
18. RD 37.001.027 – 90. *Metodika otsenki tekhnicheskogo urovnia izdelii avtomobil'noi promyshlennosti. Osnovnye polozeniia* [Guidelines 37.001.027 – 90. Estimation procedure of the level of product quality using complex indicators and indices]. Moscow, NAMI Publ., 1991. 46 p.

19. *Metodika sravnitel'noi otsenki tekhnicheskogo urovnia obraztsov avtomobil'noi tekhniki* [Methodology of comparative assessment of the technical level of the samples of automobile equipment]. NIIAP Publ., 1990. 30 p.
20. *Sravnitel'naia otsenka tekhnicheskogo urovnia obraztsov avtomobil'noi tekhniki. Metodika modeli. Proekt* [Comparative assessment of the technical level of the samples of motor vehicles. The methodology of the model. Project]. 21 NIII AT MO RF Publ., 1997. 36 p.