

УДК 621.001.2:656 656:621.33

А. И. Коршунов, доктор технических наук
Р. С. Музафаров, кандидат технических наук
М. А. Плетнев, доктор технических наук
Д. В. Скуба, кандидат технических наук
Н. М. Филькин, доктор технических наук, профессор
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

СИСТЕМНЫЕ ПОДХОДЫ В КОНСТРУИРОВАНИИ И ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ УНИФИЦИРОВАННОЙ МАШИНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА (УМТЭТ)*

В статье рассмотрены подходы конструирования и дизайн-проектирования технологических систем электротранспорта. Также представлены методы создания электротранспорта на основе модульных элементов. Экономический принцип в проектировании решает проблемы расширения потребительского диапазона для увеличения продаж электротранспорта.

Ключевые слова: дизайн, конструкция, экономика, электротранспорт.

Целями создания УМТЭТ явились: экологические задачи (использование электродвигателей с автономными источниками тока), инновации в области создания транспортных средств (ТС).

Назначение УМТЭТ:

- транспортировка различных видов грузов;
- использование в виде тягача, включая транспортировку прицепов и полуприцепов;
- выполнение различных видов работ в зависимости от вида навесного оборудования: подметание территорий парков, дворов, тротуаров и т. п.; подметание и мойка территорий с асфальтобетонным покрытием; чистка снега; уборка легкого мусора в парковых зонах (пылесос); привод для бетономешалок, малых отвалов, грейдерных ковшов и других навесных агрегатов.

Область применения УМТЭТ: предприятия машиностроения, легкой и пищевой промышленности; жилищно-коммунальные и строительные организации; аэродромы гражданского и военного назначения и др. области народного хозяйства.

Технические характеристики УМТЭТ: грузоподъемность не менее 3000 кг; максимальная скорость 25 км/ч; преодолеваемый подъем с полным грузом не менее 12 %; тяговое усилие не менее 5000 Н; кабина закрытого и открытого типов; рамная несущая система; пневматический колесный двигатель; рессорная подвеска; электромеханический привод, включающий электродвигатель, накопитель электрической энергии и электронную систему управления.

Системный подход в конструировании и дизайн-проектировании УМТЭТ реализуется путем сочетания композиционных свойств с конструктивными методами через тектоническое условие.

На рис. 1 показана универсальная связь конструкторских методов с эргономикой, композиционными приемами с учетом инжиниринга, где общее качество некоего технического объекта (ТО) формируется также за счет тектоники. Данный термин «тектоника» с позиции конструкторско-дизайнерской деятель-

ности определяет соотношение несущих и несомых частей изделия, которое выражено в пластических формах, а также в художественных закономерностях общей формы ТО, присущих конструктивной системе конечного продукта. Промышленное изделие в этом случае рассматривается на базе знаний методов конструктивных приемов, а эти методы все очень разнообразные, что в целом определяет конкретные тактические подходы к проектной деятельности [1, 2].

Продукт, производимый для человека, должен иметь функциональную значимость и технологичность с учетом множества факторов по принципу цена – качество. Следует отметить, что цена не всегда принимает значение оплаты в денежном эквиваленте, а является ценой сложности и практической ценности того или иного продукта, производимого для человека. Правильная проектная деятельность направлена на создание качественных условий жизни с целью сохранности здоровья и продолжения самой жизни. Дизайн-проектирование – это деятельность, направленная на создание качественных изделий с учетом потребительских свойств, производимых промышленным способом с возможностью тиражирования и с обязательным условием приемлемой цены для потребителя.

На основании системного подхода к проектной деятельности следует установить то, что процесс создания любого изделия определяет его *качество*, а следовательно, и потребительские свойства, которые устраивают потребителя того или иного продукта. Имеются свойства, которые присущи только лишь проектной деятельности, и они технически измеримы. Технически измеримыми свойствами являются, например, размерность (габариты и масштаб), вес, прочность и пр. Правильная форма изделия, которая создается, всегда обладает единством и стилем, а материал изделия всегда обладает физическими и механическими свойствами [3].

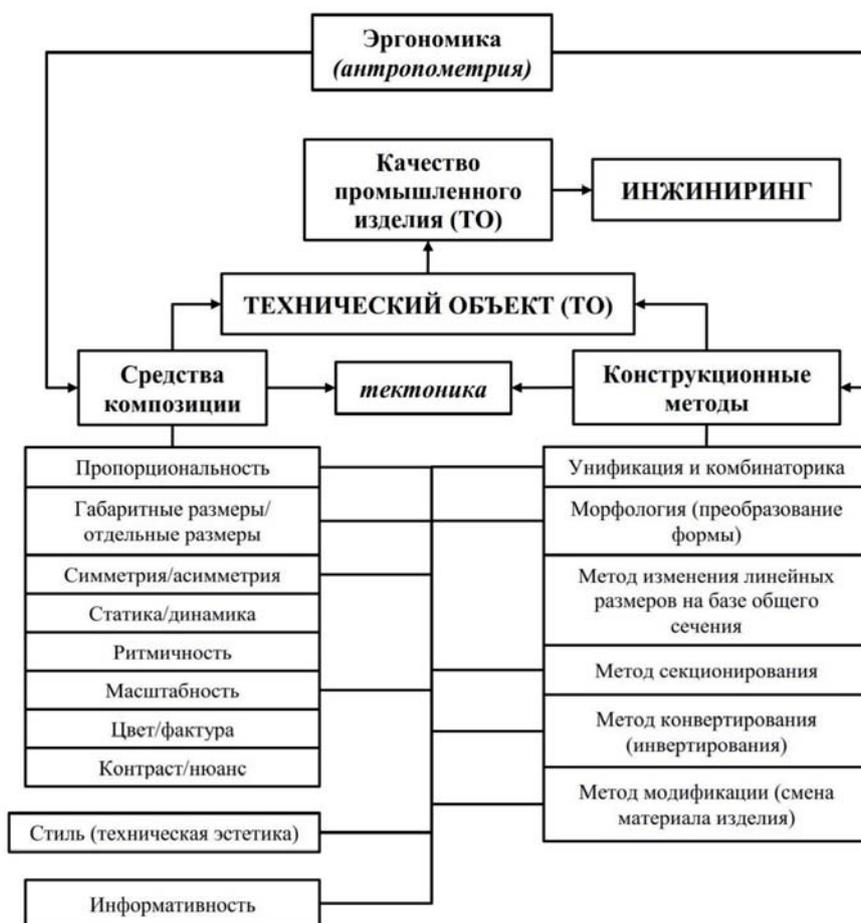


Рис. 1. Взаимосвязь конструкторских методов с эргономикой, композиционными приемами с учетом инжиниринга и тектоники

Понятие «качество ТС» связано с потребителем, а значит, оно влияет на дизайнерские решения формы. В итоге качество задает потребитель ТС. К задаче дизайна относится то, чтобы массовый потребитель как можно дольше был удовлетворен купленным изделием за доступную цену. Понятие «качество», которое определяет потребительскую стоимость ТС, является первоочередным при дизайне проектировании [4]. На рис. 2 показана связь потребительских и эксплуатационных свойств ТС, где

в условиях преподнесения товара потребителю добавляются дополнительные целевые свойства – это социальные и эстетические. В условиях рассмотрения эксплуатационных свойств с позиции дизайна необходимо отметить, например, что расход энергоресурсов влияет на экономическое и функциональное целевые свойства, а плавность хода, вибрация и шум влияет в первую очередь на эргономическое свойство, а потом уже на функциональное, экономическое и др.



Рис. 2. Связь потребительских и эксплуатационных свойств ТС

Следует отметить то, что функциональное качество определяет не только функцию, но и подфункциональное качество изделия. Условное понятие «подфункциональное качество ТС» связано с конструкцией и формой, а следовательно, с материалоемкостью и технологией изготовления.

В любом изделии есть основная функция и ряд так называемых подфункций – вспомогательные задачи, а также основная структура, общая форма и форма элементов (деталей изделия) [5].

Основная функция изделия есть способ, с помощью которого выходные данные определяются посредством входных данных. Если рассматривать изделие как сложную систему, то можно анализировать его функции на всех уровнях от функции общей системы (основная функция или, возможно, несколько параллельных основных функций) до функций подсистем и элементов (подфункций). Представление о функции является очень важным инструментом для анализа проблемы с ясно определенными деталями, которые выражают то, что изделие должно быть в состоянии выполнять.

Подфункции и средства. Под средством понимается решение, т. е. метод, подсистема или элемент, посредством которого может быть осуществлена данная функция. Деление основной функции на подфункции и затем на суб-подфункции и т. д. может проводиться попеременно с поиском средств для их реализации. Один из возможных методов выполнения этой работы состоит в построении так называемой древовидной схемы функция – средство.

Процесс системного дизайнерского подхода к созданию УМТЭТ назначает гамму вариаций и условий эксплуатации, назначения ТС (см. рис. 3). Возможность использования открытой и закрытой кабины с дверьми и без дверей и пр. Такое условие может быть достигнуто в основном только за счет рамы, которая представлена на рис. 4. Подход в создании рамы – это очень ответственная работа, которая решает следующие задачи: надежность, прочность, массовые и весовые характеристики, устойчивость ТС, компоновка в распределении узлов и агрегатов, обслуживание ТС и пр.

Системный подход в дизайне и конструировании УМТЭТ после оценки актуальности и экономической целесообразности создания данного ТС начинается с рамы. Форма рамы УМТЭТ должна быть сварена из типовых профильных элементов: швеллер, двутавр, тавр, уголок и квадратная труба. Профили выбраны с учетом следующих ГОСТов: 8240–97, 8278–83, 26020–83, 7511–73, 8509–72.

Базовая прямоугольная форма рамы состоит из швеллеров, которые по угловым сторонам сварены по срезу с углом 45° и скреплены дополнительно восьмью плоскими треугольными пластинами (см. рис. 5).

Поперечные балки выполнены из профиля двутавр, которые создают дополнительную прочность и жесткость для всей конструкции рамы и несут на себе нагрузку подвески. Размер рамы по длине и ширине равен 2800×1400 мм. На рис. 6 показана конструкция рамы в сборе с подвеской, колесами, рулевым механизмом, аккумуляторными батареями, двигателем и редуктором.

Для формирования очертания каркаса кабины УМТЭТ использование элементно-модульных структур может быть реализовано на базе оптимальных сечений трубчатых форм. На рис. 7 приведены два основных вида сечения: круглое, квадратное с округленными углами. Допустить можно изменение толщины стенки в зависимости от типа материала с определением эксплуатационных нагрузок. Для решения проблемы использования некоего универсального сечения трубчатой направляющей ТС необходимо определиться с выбором материала, а также выбрать эстетически привлекательные пропорции с учетом антропометрии человеческих форм и количеством узлов и агрегатов.

На рис. 8 приведена упрощенная блок-схема строения формы ТО и ТС. Любое техническое устройство всегда определяется по базовому принципу: форма внешняя ↔ форма внутренняя ↔ человек-оператор ↔ органы управления ↔ форма внутренняя ↔ форма внешняя. Для модульной структуры необходимо определить еще и понятие «каркас», которое в данном значении и будет модульной структурой. Внутренний «каркас» и внешняя форма должны быть завязаны в единый узел, а значит, в общее очертание или внешний вид изделия. Наполнение дополнительным содержанием, необходимыми функциями для ТО будет формироваться на основании потребностей покупателей конечного продукта. Переходные структурные узлы – это дополнительные элементы, которые определяют надежность при эксплуатации изделия, а также характер органов управления.

По личному убеждению авторов данной статьи, количество типовых модулей (элементов формы рамы и пр.) должно быть в пределах 2 или 3 для всей структуры «каркаса». Оптимальное количество или предел применяемых модулей формируется на основании возможных структур, что в свою очередь влияет на прочность и жесткость конструкции в целом. Структура ТО (технической системы, технического устройства) – характеристика геометрического образа объекта, его визуального представления, формы, количества и взаимного положения элементов, частей и тел, узлов и агрегатов, составляющих рассматриваемый объект. Структурное содержание формы конечного продукта зависит от количества соединительных элементов, а количество задействованных модулей – от вариантов трансформации.

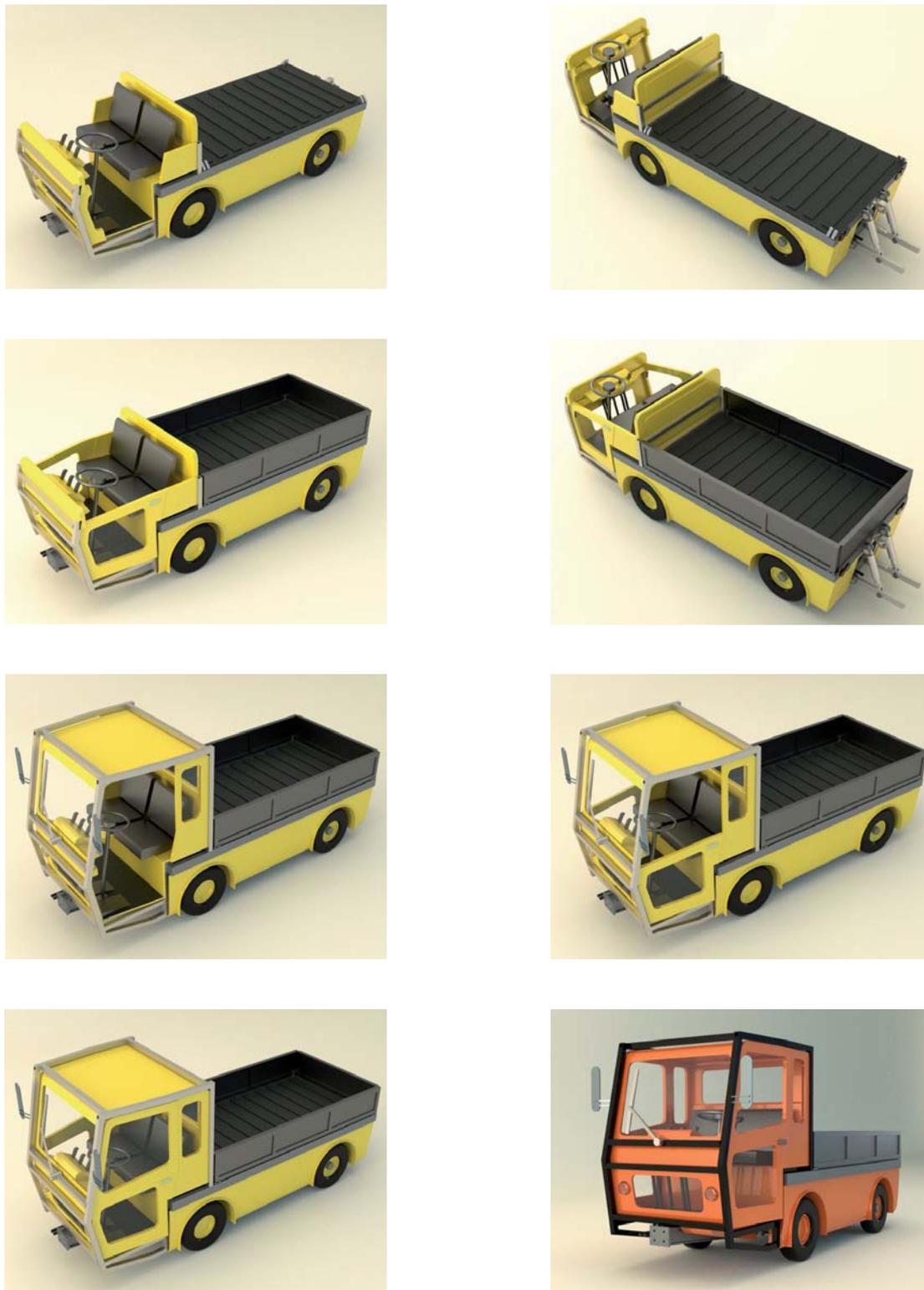


Рис. 3. Гамма вариаций УМТЭТ

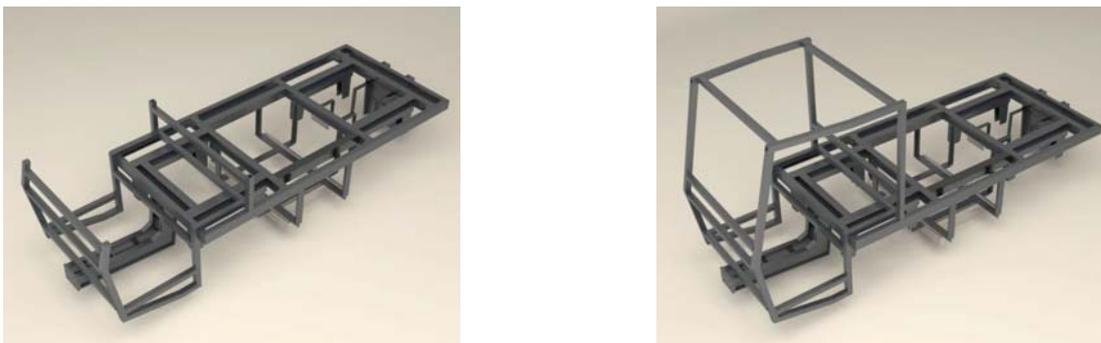


Рис. 4. Рама УМТЭТ

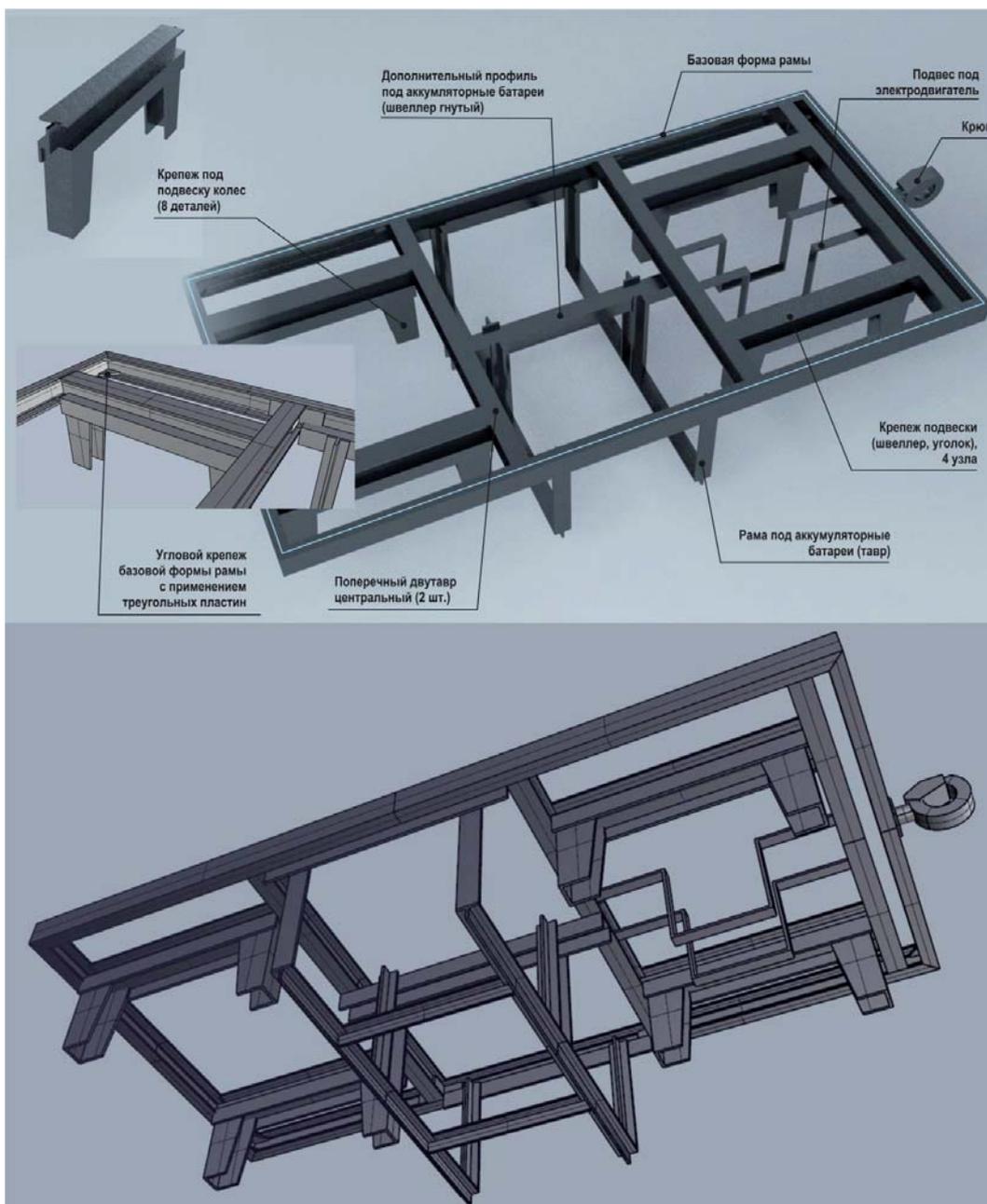


Рис. 5. Общий вид рамы (виды сверху и снизу)

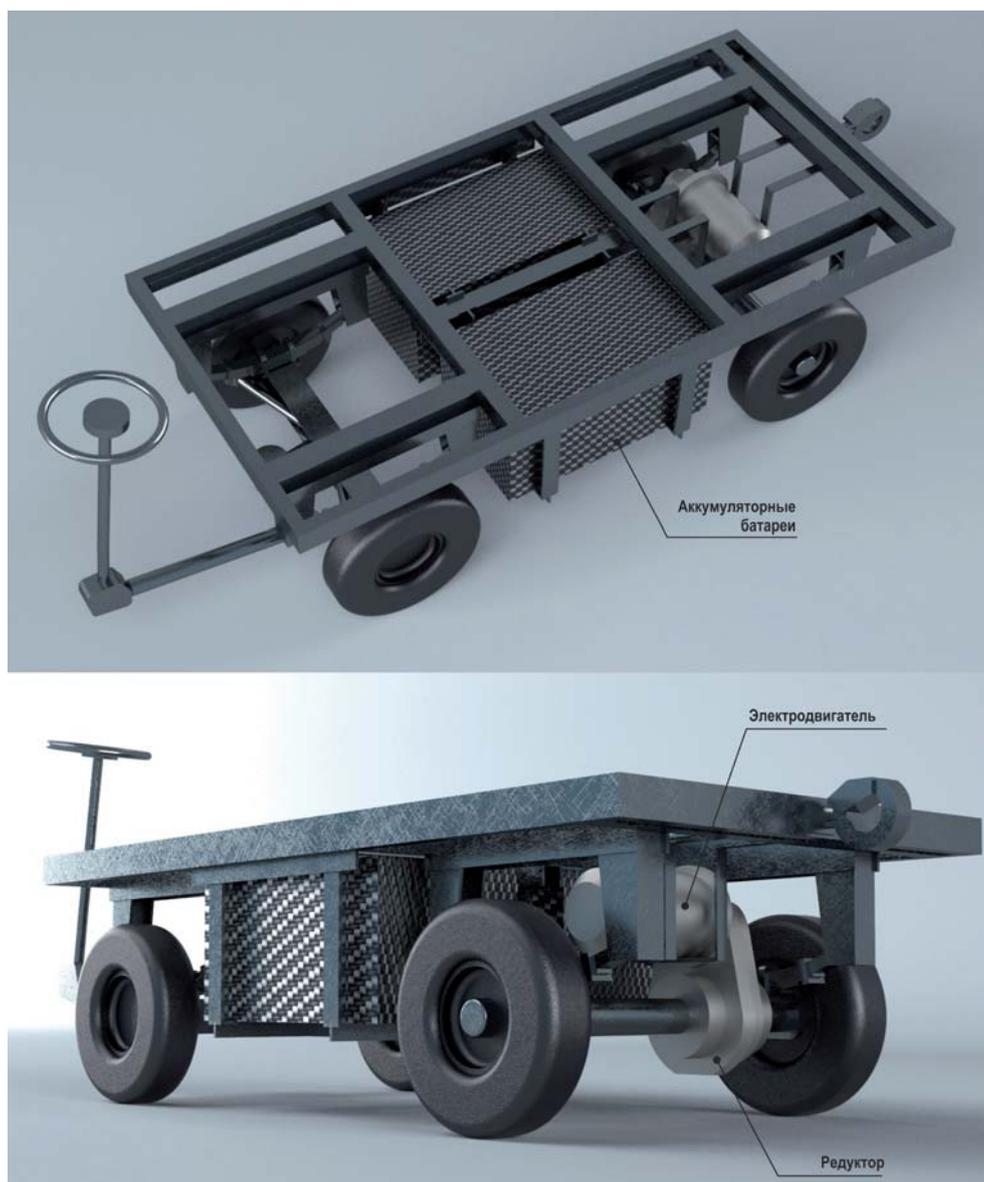


Рис. 6. Общая конструкция рамы с узлами и агрегатами

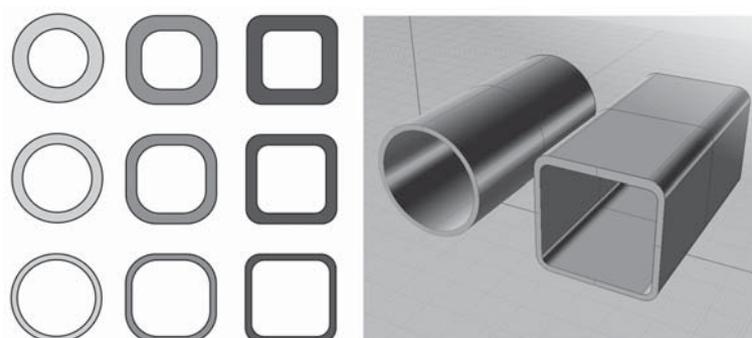


Рис. 7. Виды оптимальных сечений

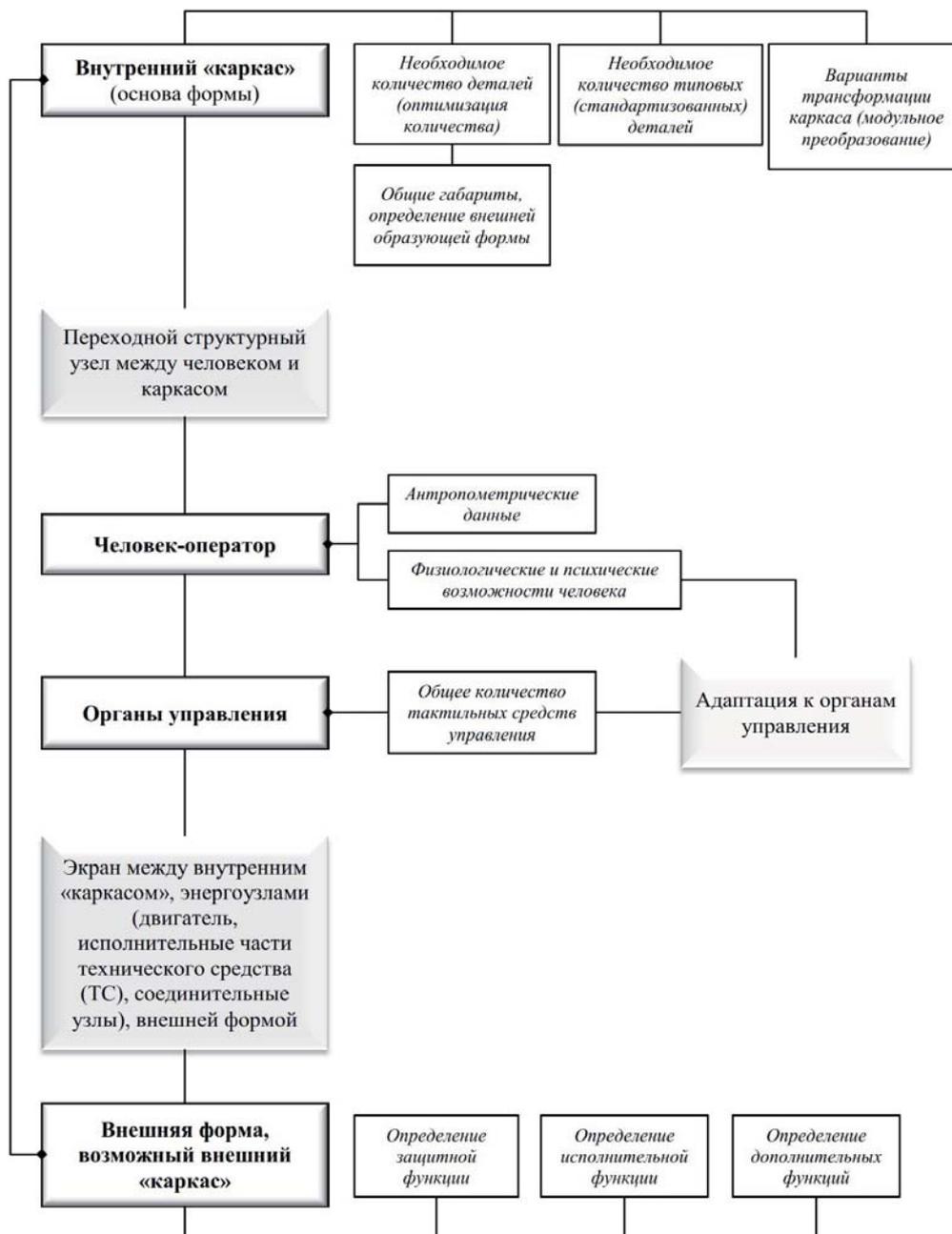


Рис. 8. Упрощенная блок-схема строения формы ТО или ТС

Для того чтобы понять форму модуля, необходимо задать вид сечения. Само сечение не должно быть сложным по форме. В идеале такое сечение может иметь профиль круга, квадрата и прямоугольника, а дополнительные возможные профили – это Г-образный, Н-образный, П-образный, Т-образный, Ш-образный и пр. Сечение будет формировать линейный размер в объеме. Дополнительные сечения не только усложняют форму, но также ее делают более дорогой, что в свою очередь ведет за собой использование дополнительных соединений, более сложных оригинальных деталей и пр. В проектной работе всегда необходимо иметь предел развития формы изделия, описывая другими словами, форма не должна усложняться. Зачастую на начальных этапах проектной деятельности ошибки

в формообразовании влекут за собой финансовые издержки или провал самого производства в худшем случае исхода дел.

Библиографические ссылки

1. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие: в 2 кн. – Кн. 1 / под ред. П. Н. Учаева. – 3-е изд., испр. – М. : Машиностроение, 1988. – 560 с.
2. Орлов П. И. Основы конструирования : справочно-методическое пособие : в 2 кн. – Кн. 2 / под ред. П. Н. Учаева. – 3-е изд., испр. – М. : Машиностроение, 1988. – 544 с.
3. Скуба Д. В., Савельев В. А., Шустов М. С. Проектирование и моделирование промышленных изделий : учеб.-метод. пособие для студ. – Ижевск : Удмуртский университет, 2011. – 82 с.

4. Штробель В. Современный автомобильный кузов / пер. с нем. Н. А. Юниковой ; под ред. Л. И. Вихко. – М. : Машиностроение, 1984. – 264 с.

5. Проектирование и моделирование промышленных изделий : учеб. для вузов / С. А. Васин, А. Ю. Талашук,

В. Г. Бандорин, Ю. А. Грабовенко, Л. А. Морозова, В. А. Редько ; под ред. С. А. Васина, А. Ю. Талашука. – М. : Машиностроение, 2004. – 692 с.

* * *

A. I. Korshunov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

R. S. Muzafarov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

M. A. Pletnev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

D. V. Skuba, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

N. M. Filkin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

System approaches to development and engineering design of a standardized machine of manufacturing electric vehicles

The article describes the approaches to development and engineering design of manufacturing systems of electric vehicles. Methods for development of electric vehicles based on modular units are also presented. The economic principle in the design solves the problems of the consumer range expansion to raise the sales of electric vehicles.

Keywords: design, layout, economics, electric vehicle.

Получено: 17.05.16