

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Ившин Константин Сергеевич

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ДИЗАЙНА МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

диссертация на соискание ученой степени

доктора технических наук

Научный консультант:

заслуженный машиностроитель РФ,
почетный работник высшей школы РФ,
доктор технических наук, профессор
Владимир Алексеевич Умняшкин

Москва – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ДИЗАЙНА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	17
1.1. Методы дизайн-проектирования транспортных средств.....	18
1.1.1. Современные методы моделирования в дизайне транспортных средств.....	30
1.2. Методы инженерного проектирования транспортных средств.....	44
1.3. Методы исследования конкурентоспособности и потребительских характеристик транспортных средств.....	50
1.4. Анализ современных проблем проектирования транспортных средств.....	56
1.5. Постановка цели и задач исследования.....	69
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ НОВОГО СЕГМЕНТА ТРАНСПОРТА – МАЛОГАБАРИТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА.....	71
2.1. Типология формообразования исторических малогабаритных транспортных средств.....	71
2.2. Малогабаритные транспортные средства в международной и отечественной классификации транспортных средств.....	80
2.3. Классификация малогабаритных транспортных средств.....	93
2.4. Выводы по главе.....	100

ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ В ДИЗАЙНЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	101
3.1. Классификация и моделирование современных антропометрических посадочных схем малогабаритных транспортных средств.....	103
3.2. Классификация и моделирование перспективных компоновочных схем малогабаритных транспортных средств.....	118
3.3. Методологические особенности антропометрического моделирования посадочных схем в дизайне малогабаритных транспортных средств.....	129
3.3.1. Методика выбора рациональных посадочных схем в дизайне малогабаритных транспортных средств.....	137
3.3.2. Методика антропометрического моделирования мотоциклетной посадочной схемы малогабаритных транспортных средств	143
3.4. Методологические особенности компоновочного проектирования в дизайне малогабаритных транспортных средств.....	157
3.4.1. Методика выбора рациональных компоновочных схем в дизайне малогабаритных транспортных средств....	157
3.4.2. Методические рекомендации компоновочного проектирования электрических малогабаритных транспортных средств.....	170
3.5. Выводы по главе 3.....	172
ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	175
4.1. Методика электронного геометрического моделирования	

	4
малогабаритных транспортных средств.....	176
4.2. Методика оценочного структурного анализа кузова малогабаритных транспортных средств.....	208
4.3. Методика макетирования и прототипирования кузова малогабаритных транспортных средств.....	238
4.4. Моделирование кузова малогабаритного транспортного средства с полиматериальной структурой.....	273
4.5. Выводы по главе.....	318
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	322
5.1. Перспективные опытные образцы малогабаритных транспортных средств.....	322
5.2. Дизайн-проекты перспективных малогабаритных транспортных средств.....	333
5.3. Оценочный структурный анализ кузова на этапе дизайн- проектирования МТС.....	357
ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	367
ЛИТЕРАТУРА.....	371
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	422
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	426
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	432

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Малогабаритные транспортные средства (МТС) становятся наиболее перспективным сегментом транспорта в условиях обострения проблем городского транспортного потока, в частности сложной экологической обстановки, пробок и снижения общей эффективности транспортировки людей и грузов (возросшие временные затраты, растущая стоимость углеводородного топлива и эксплуатации ТС, дефицит мест для парковки, социальные конфликты на почве неравноправия участников движения и др.). На период до 2050 года прогнозируется активное увеличение количества ТС (по данным ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», ежегодное увеличение на 1 млн ТС).

В России, Евросоюзе и Азии рыночная ниша по производству МТС с альтернативными видами топлива свободна. Проектирование и производство МТС на базе мотоциклетных узлов и агрегатов в настоящее время в РФ является рациональным и экономически эффективным решением для изготовления на мотоциклетных и полимерных производственных мощностях (при мелкосерийном производстве). Основную нишу занимают МТС для спорта и отдыха, туризма, охоты, служб полиции и МЧС и езды по городу, рассчитанные на перевозку одного или двух человек (мопеды, трициклы, квадрициклы/мотовездеходы (*ATV*), снегоходы и другой альтернативный индивидуальный электротранспорт).

С начала 1990-х годов произошел очередной виток интенсивного развития и становления нового сегмента индивидуального транспорта – МТС. ЕЭК ООН предписала новые основные правила (*Council Directive 92/61/EEC, 1992 г.*), которые регламентировали новые категории транспортных средств (ТС). В настоящее время в ЕС и РФ категории МТС регламентируются новым законодательством по классификации механических ТС (*Directive 2002/24/EC, ГОСТ Р 52051-2003 и ГОСТ Р 51815-2001*).

Дизайн, эргономика и возможности расширения типоразмерного ряда выпускаемых моделей и модификаций были определены ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» как проблемы повышения конкурентоспособности отечественных легковых автомобилей. Сегмент МТС отвечает тенденциям направления проектирования ТС: применение полимерных материалов в крупногабаритных кузовных деталях и повышение степени пригодности ТС к утилизации не менее 95 % (*Directive 2000/53/EC* «Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации» и законодательство РФ).

Ограничением в эксплуатации данного вида ТС может стать сезонность использования данной морфологической схемы, хотя многие модели проектируются со способностью модификации под различные условия и времена года. Разные категории и классы МТС имеют регламентированные ограничения по ненагруженной массе, габаритным размерам (длина, ширина и высота); рабочему объему двигателя; максимальной эффективной мощности двигателя; полезному объему салона; максимальной конструктивной скорости. Регламентированные технико-конструктивные параметры к МТС определяют применение полиматериальной структуры кузова (применение разных полимеров).

Направление диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ «Транспортные, авиационные и космические системы»; государственной программе РФ «Развития промышленности и повышения ее конкурентоспособности»; реализации плана мероприятий (дорожной карты) Минобрнауки РФ в области инжиниринга и промышленного дизайна. Увеличение производства МТС относится к тенденциям в мировом автомобилестроении и к концепции развития автомобильной промышленности РФ в рамках приоритетных направлений развития производства ТС.

Решение теоретических и методологических проблем дизайна МТС является актуальным в теории и практике дизайна и инжиниринга ТС. В

условиях обострения конкуренции на автомобильном рынке, жестких временных ограничений и особенностей морфологических решений кузова МТС выявляется актуальное применение подходов численного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования МТС. Ограничения по морфологической структуре МТС выявляют отличия от традиционных ТС, что требует разработки методологических основ формообразования данного сегмента ТС (эргономического и компоновочного проектирования, проектного моделирования полиматериальной структуры кузова, подходов численного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования).

Диссертационная работа подготовлена по материалам исследований, выполненных в рамках федеральных и ведомственных целевых программ Минобрнауки РФ (2004–2013 гг.).

Область исследования соответствует научной специальности 17.00.06 – «Техническая эстетика и дизайн»: п. 2. Методы художественного проектирования с учетом производственных факторов; п. 3. Методы оптимизации процессов художественного проектирования на основе системного подхода; п. 12. Методы формообразования и структурообразования художественных и промышленных изделий.

В диссертации рассматриваются вопросы согласно формуле паспорта специальности: «Оптимизация творческих процессов проектирования изделий автомобилестроительной промышленности»; «Взаимосвязи художественных и технологических факторов, средств, приемов и способов проектирования изделий», «Формообразование и структуризация объектов проектирования».

Целью работы является разработка теории и методологии дизайн-проектирования малогабаритных транспортных средств. Для достижения цели работы необходимо решить исследовательские **задачи**:

- 1) провести анализ нового сегмента транспорта и его места среди других ТС: ретроспективный анализ (становление и эволюция формообразования МТС), категории и классы международной и отечественной классификации ТС

в сегменте МТС;

- 2) провести классификацию и типологию МТС по антропометрическим, функциональным и формообразующим проектным критериям;
- 3) разработать методики моделирования перспективных компоновочных схем на этапе дизайн-проектирования МТС;
- 4) разработать методики проектного моделирования кузова с использованием численного анализа на этапе дизайн-проектирования МТС;
- 5) провести апробацию в перспективных опытных образцах МТС.

Объектом исследования являются категории и классы сегмента МТС (мопеды, трициклы, квадрициклы / мотовездеходы (*ATV*), снегоходы, наземные транспортные роботы и другой альтернативный индивидуальный электротранспорт).

Предметом исследования является теория и методология дизайн-проектирования МТС.

Тематическая направленность работы определяет следующие **границы исследования**: теория и методология дизайна МТС, процесс проектного моделирования полиматериальной структуры кузова на этапе дизайн-проектирования МТС; при ретроспективном анализе существующих образцов МТС были взяты исторические границы – 1900–2000-е гг.; географические границы – РФ, ЕС, США, Япония, Китай и Индия.

Методы исследования. В теоретических исследованиях использованы методы и подходы технической эстетики, методы аналитической геометрии и методы проектного моделирования (САПР), метод проектной классификации, методы численного анализа на основе метода конечных элементов (МКЭ), теория композиции, методы инженерного творчества, методы антропометрии, теория системного подхода к проектированию, теория анализа и синтеза, методы эмпирического исследования (изучение сайтов музеев, литературных источников и существующих образцов МТС как продукта деятельности дизайнеров, эргономистов, конструкторов и технологов).

В экспериментальных исследованиях использовано современное оборудование: вычислительные центры, сканирующие и прототипирующие установки в лабораторных условиях.

Научная новизна работы заключается в разработке теории и методологии дизайн-проектирования нового сегмента транспорта МТС и создания новых перспективных образцов МТС с учетом существующей производственно-технологической базы на гражданских и оборонных предприятиях РФ, в том числе:

1) разработана историческая типология формообразования МТС, в которой рассмотрена эволюция появления новых типов форм кузова МТС и новых типов МТС индивидуального и коммерческого назначения. Типология разбита на пять исторических периодов эволюции и развития МТС по определенному актуальному экономическому показателю для потребителя и производителя ТС;

2) разработана классификация МТС, заключающаяся в рассмотрении сегмента МТС по следующим критериям: социальное решение (категория потребителя и условия эксплуатации) – две группы МТС; функциональное решение (назначения перевозки и возможности перемещения) – три группы МТС; композиционное решение (направления формообразования и стилеобразования) – четыре группы МТС; морфологическое решение (характеристики структуры кузова по Я. Павловскому, Ю.А. Долматовскому, В.Ф. Родионову и Б.М. Фиттерману) – четыре группы МТС.

3) разработаны методологические основы моделирования перспективных компоновочных схем на этапе дизайн-проектирования МТС, основанных на научно обоснованном выборе рациональных схем для разных функциональных групп МТС. Предложена классификация и геометрические модели перспективных компоновочных схем МТС;

4) разработаны методологические основы проектного моделирования полиматериальной структуры кузова с использованием оценочного численного

анализа на этапе дизайн-проектирования МТС;

5) научно обоснованны дизайнерские и технические решения при дизайн-проектировании и создании перспективных опытных образцов МТС разных групп.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) теоретические разработки – типаж МТС по форме кузова; типология формообразования исторических образцов МТС; модели перспективных компоновочных схем МТС с учетом расположения колес, водителя и пассажиров, узлов и агрегатов для достижения рациональных потребительских характеристик в соответствии с функциональным назначением и условиями эксплуатации;

2) научно-методические разработки – методики антропометрического моделирования посадочных схем МТС; методики выбора рациональных компоновочных схем МТС на этапе дизайн-проектирования; методики проектного моделирования кузова МТС на этапе дизайн-проектирования;

3) научно-технические разработки – практические рекомендации по компоновочному проектированию МТС, по антропометрическому моделированию мотоциклетной посадочной схемы (МПС) водителя и пассажира в ТС и по формообразованию наземных транспортных роботов; дизайнерские, конструкторские и антропометрические решения перспективных образцов МТС.

Достоверность результатов работы обеспечивается достаточным объемом выполненных проектных, макетных и экспериментальных работ по созданию образцов МТС разных групп по разработанной классификации МТС. В работе использованы фундаментальные положения научных трудов, международные и российские стандарты, современное компьютерное программное обеспечение, современные сканирующие и прототипирующие установки. Основные положения работы применялись в практической деятельности дизайнеров, эргономистов и конструкторов проектно-

производственных организаций при выполнении дизайн-проектов и создании макетных, опытных образцов МТС, а также их апробации в научных публикациях автора.

Практическая ценность работы. Теоретические и методологические положения работы использованы на проектно-производственных предприятиях мотоциклетной и автомобильной промышленности РФ для разработки перспективного сегмента транспорта МТС.

Разработки автора по теме работы применялись для учебно-методического обеспечения процесса подготовки специалистов по направлению «Дизайн» в рамках интеграции науки и производства на следующих уровнях: бакалавриат (промышленный дизайн) – специалитет (промышленный дизайн и дизайн средств транспорта) – магистратура (промышленный дизайн, современные технологии в дизайне и инжиниринге) – аспирантура (техническая эстетика и дизайн) в Удмуртской Республике. В 2006 году организован научно-образовательный центр (НОЦ) «Автомобили с гибридными силовыми установками» и в 2008 году – НОЦ «Развитие дизайна и инжиниринга промышленных изделий в УР» (Минобрнауки УР, Минпромтранспорта УР, УдГУ, ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, ОАО «ИжАвто», ООО «Инженерный центр «i-Дизайн», договор о сотрудничестве № 0870221293-00 от 31.10.2008). В 2013 году за создание многоуровневой подготовки научно-педагогических кадров и высококвалифицированных специалистов в НОЦ авторскому коллективу (Умняшкин В.А., Ермаков А.М., Черных М.М., Бендерский Б.Я., Лукьяненко В.С., *Ившин К.С.*, Громовой С.В., Зыков С.Н.) присудили *приз «Российская Виктория» Национального конкурса в области дизайна Минкультуры РФ и СД РФ в номинации «Дизайн-педагогика» (высшее образование).*

Отдельные положения работы легли в основу кандидатских диссертаций (17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн) под научным руководством автора у аспирантов Н.Ф. Коротаевой (2008), А.В. Полозова (2013), А.Р. Романова

(2016) и магистерских диссертаций (направление «Дизайн») в 2011 г.: А.А. Матвеев, Д.В. Данилов; в 2012 г.: А.Ф. Башарова, Н.Ю. Трубников, Л.Е. Ермолаева; в 2013 г.: А.М. Жуйков, Г.И. Сакаева; в 2014: Е.В. Антипина, Р.А. Семенов, выполненных на кафедре дизайна промышленных изделий (с 2014 года на кафедре дизайна) УдГУ.

Апробация и внедрение результатов работы. Основные положения работы обсуждались и докладывались на 39 международных и всероссийских научных форумах и конференциях разного уровня и направления, в том числе на *15 в области проектирования ТС* (Пенза, ПГУ, 2005 г.; Ижевск, АИИ/ОАО «ИжАвто»/ИжГТУ, 2006, 2007, 2009, 2012 гг.; Пермь, ПГТУ/ПНИПУ/РАТ, 2008, 2009-2012, 2016 гг.; Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2010 г.; Минск, БНТУ, 2010 г.; Москва, АИИ/МГТУ «МАМИ», 2010 г.; Н. Новгород, НГТУ/АИИ, 2010 г.; Томск, НИТПУ, 2013); на *14 в области дизайна и искусства* (Сочи, СИМБиП, 2007 г.; Санкт-Петербург, СПГУТД/СПбГХПА/Модульор, 2008, 2011 г.; Москва, МГУ/МГХПА им. С.Г. Строганова, 2010, 2012, 2014-2016 г.; Новосибирск, НГПУ, 2011 г.; Екатеринбург, УралГАХА, 2012, 2013 г.; Иркутск, НИУ ИрГТУ, 2014 г.; Н. Новгород, ННГАСУ, 2014 г.); на *9 по междисциплинарному направлению* (Ижевск, ИжГТУ/УдГУ/ВЦ, 2003, 2009, 2010, 2012 гг.; Москва, PLM Forum Russia, 2009 г.).

– проекты и опытные образцы МТС, которые участвовали и получили призовые места на международных/всероссийских выставках/конкурсах: II Всероссийская выставка-ярмарка НИР и инновационной деятельности молодых ученых вузов РФ «Иннов–2005» в рамках II специализированной выставки инноваций в промышленном производстве «Высокие технологии XXI» (Новочеркасск, ЮРГТУ (НПИ), 19-21.03.05); VIII Международная специализированная выставка «ИжАвто–2007» (Ижевск, Правительство УР, 22-25.06.07); международный фестиваль дизайна «Стрелка» (Н. Новгород, ННГАСУ, 01-10.10.08); молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа РФ (выставка научно-технического творчества молодежи,

Ульяновск, УлГТУ, 12-14.05.09); IX Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи НТТМ-2009 (Москва, ВВЦ, 24-27.06.09); международный конкурс архитектуры и дизайна «*RODCHENKO'2011*» (Москва, СД России, 05.12.2011); XIV Международный фестиваль дизайна, декоративно-прикладного искусства и народно-художественных промыслов на «Феродиз–2012» (Кавказские Минеральные Воды, ЮФУ, 16-19.05.12); всероссийский конкурс НИР студентов и аспирантов в области технических наук в рамках ФЦП Минобрнауки РФ (Санкт-Петербург, НИУ «СПбГПУ», 05.09.12); открытый конкурс на лучшие проекты в сфере дизайна в рамках ФЦП Минобрнауки РФ (Москва, ВНИИТЭ, 2013, 2014 гг.); международная выставка «Дизайн Содружества–13. Россия. Украина. Беларусь» (Смоленск, СД России, 2013 г.); всероссийский конкурс научно-исследовательских, изобретательских и творческих работ обучающихся «Юность, Наука, Культура» (Москва, Минобрнауки РФ, Роскосмос, Госдума РФ, 2013 г.); национальный конкурс в области дизайна «Российская Виктория» в номинациях «Дизайн-педагогика» (2013) и «Дизайн-теория» (2014) (Москва, Минкультуры РФ и СД России).

Основные положения были апробированы и внедрены в ОАО «Ижевские мотоциклы» (2002–2006), научно-производственном центре высокоточной техники ОАО «Ижмаш» (2002–2009), ОАО «ИжАвто» (2004–2006), ООО «Инженерный центр «i-Дизайн», ООО «Транс-инжиниринг-БАРС», ООО «Битехнолоджи», ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод» (2012–2016), инженерно-технологический центр ООО «Веломоторс» (Ижевск, 2013–2016), ОАО «Ижевский радиозавод» (2013–2015). Полученные результаты используются в НОЦ «Развитие дизайна и инжиниринга промышленных изделий в УР», в том числе в подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Дизайн» (УдГУ) и «Наземные транспортные системы» (ИжГТУ им. М.Т. Калашникова).

Диссертационная работа выполнялась при поддержке государственных

программ и грантов Минобрнауки РФ: 1. Стипендии Председателя Правительства РФ (2003) и Президента РФ (2004). 2. НИР «Разработка научных основ создания конкурентного автомобиля особо малого класса (квадрицикла) с гибридной энергосиловой установкой (2003–2004 гг.)» (РН 0120.0 406598) в рамках гранта по фундаментальным исследованиям в области технических наук. *Разработаны теоретические положения и использованы при создании экспериментального образца гибридного автомобиля особо малого класса.* 3. НИР «Разработка конструкций и научных основ проектирования квадрициклов с гибридной энергосиловой установкой (2004–2005 гг.)» (РНП ВКГ ОКП, 205.03.01.062) в рамках подпрограммы «Транспорт» научно-технической программы «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники». *Результаты НИР использованы при создании совместно с ОАО «ИжАвто» гибридного легкового автомобиля на базе автомобиля ИЖ-2126.* 4. НИР «Создание автомобиля с гибридной энергосиловой установкой, состоящей из теплового и электрического двигателей (2005 г.)» (РНП 0120.0 600198) в рамках договора с МГТУ «МАМИ» по ведомственной научной программе «Развитие научного потенциала высшей школы». *Создан гибридный легковой автомобиль малого класса.* 5. НИР «Научное, методическое и техническое обеспечение научно-образовательного центра «Автомобили с гибридными силовыми установками» для подготовки специалистов и проведения совместных научных исследований (2006 г.)» (госконтракт № 02.438.11.7028) в рамках федеральной целевой научно-технической программы «Исследование и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 гг. совместно с МГТУ «МАМИ» и ФГУП НИЦИАМТ (г. Дмитров). *Создан научно-образовательный центр «Автомобильный транспорт с гибридными силовыми установками» в МГТУ «МАМИ» и в ИжГТУ филиал данного центра.* 6. НИР «Разработка научных основ расчета, проектирования и конструирования гибридных энергосиловых установок (ГЭСУ) транспортных машин и создание

экспериментального образца городского автомобиля особо малого класса (квадрицикла) с ГЭСУ (2006–2008 гг.)» (рНП 01.2.006 06492) в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 гг.)». 7. НИР «Разработка методик структурной и параметрической оптимизации комбинированных (гибридных) энергосиловых установок транспортных средств» (рНП 01.2.00 901933) в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 гг.)». 8-12. НИРы в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2010–2012): «Расчетно-экспериментальные исследования прочности и пассивной безопасности кузовных конструкций автотранспортных средств с трехслойными панелями в условиях действия эксплуатационных и аварийных нагрузок» (госконтракт № П460); «Исследование прочности и пассивной безопасности кабины перспективного грузового автомобиля» (госконтракт № 14.740.11.0972); «Разработка инновационных методов проектирования на основе исследования динамических процессов механических систем наземных транспортных средств» (госконтракт № 12.740.11.0103); «Исследование интеллектуальных систем управления инновационных конструкций и расчетно-экспериментальных методик, повышающих эффективность и безопасность наземных транспортных средств» (госконтракт № 12.740.11.3020).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 78 печатных работ и 20 научно-технических отчетов с госрегистрацией, в том числе 2 монографии в соавторстве, 37 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 2 патента на полезную модель и 2 патента на промышленный образец. В 2014 году монографии «Дизайн и инжиниринг транспортных средств в Удмуртской Республике» присужден приз «Российская Виктория» Национального конкурса в области дизайна Минкультуры РФ и СД РФ в номинации «Дизайн-теория».

Структура и объем работы. Диссертация состоит из общей характеристики работы, пяти глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложений. Общий объем работы 421 страницы, в том числе 221 рисунок и 89 таблиц. Список литературы содержит 596 наименований, в том числе 556 на русском языке и 40 на иностранных языках. Три приложения с копиями документов, дипломов выставок и конкурсов.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ДИЗАЙНА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Развитие современного проектирования ТС посредством увеличения количества требований, предъявляемых активно развивающимся высокотехнологическим миром к последним: экономические, эргономические, эстетические, технологические, экологические, функциональные, социальные, надежности и др., которые обеспечивают безопасную жизнедеятельность потребителя. Современный дизайнер формирует многогранные свойства объекта в его полном жизненном цикле (проектирование, производство, продажа, эксплуатация, утилизация). Дизайнер в процессе формообразования деталей и узлов ТС осваивает и использует новые методы моделирования [100; 101; 103; 143; 172; 188; 217–220; 254; 301; 433; 451 и др.].

Использование новых конструктивных решений, наукоемких технологий, материалов, оборудования, узлов и агрегатов в производстве ТС обеспечивают их конкурентоспособность на рынке.

Интенсивное развитие информационных (локальных и глобальных электронных сетей, мультимедийных средств) и компьютерных технологий выявляет изменение формы и содержания дизайн-проектирования ТС. Данные технологии обеспечивают электронное моделирование объекта дизайна. Внедрение компьютерных технологий в процесс создания ТС приводит к увеличению качества продукции (точности изготовления), уменьшению срока от первых замыслов дизайнера до первой сертифицированной партии изделий и быстрой смены номенклатуры (важные аспекты в современной экономике).

На современном этапе развития ЭВМ можно быстро и точно проверять множество дизайнерских решений, представленных в виде электронных математических моделей на определенные объективные показатели с

наглядной визуализацией на экране. Дизайнер на стадии описания рационального решения пользуется объективными показателями (математический подход) [100; 101]. Использование графических, аналитических, экспериментальных методов и устных, письменных, виртуальных способов передачи замыслов [522] увеличивает достоверность и результативность работы дизайнера. Научные подходы являются основой современного проектирования ТС и обеспечивают объективную оценку проекта.

1.1. Методы дизайн-проектирования транспортных средств

Участие дизайнера в процессе проектирования ТС, как правило, сводится к разработке формального и эргономического решений кузова (экстерьера и интерьера), хотя круг его задач шире. Дизайнер не может произвольно определять ни внутреннюю, ни внешнюю структуру формы машины, он должен действовать в рамках определенных конструктивно-технологических ограничений. Формообразование машины, состоящей из множества элементов и подсистем, подчиняется определенным технологическим принципам и зависит от множества взаимозависимых факторов.

Для обеспечения проектирования и последующего изготовления агрегатов и узлов ТС в материале используются информационно-вычислительные системы, оборудованные видеотерминалами, графопостроителями, а также современным прототипирующим оборудованием.

Необходимо рассмотреть общую структуру дизайн-проектирования в общей системе проектирования ТС. Стадии разработки регламентированы ГОСТ 2.103–2013 [84] и ГОСТ Р 15.201–2000 [89]. Всем стадиям инженерного проектирования соответствуют определенные стадии дизайн-

проектирования, которые вместе образуют единый процесс создания ТС (таблицы 1.1, 1.2 и рисунок 1.1).

Таблица 1.1

	<i>СХКД 1.01-73 ВНИИТЭ</i>
Техническое задание на разработку	Техническое задание на художественно-конструкторский проект
<i>ГОСТ 2.103-2013 ЕСКД</i>	
Разработка проектной конструкторской документации	
Техническое предложение	Художественно-конструкторское предложение
Эскизный проект	Эскизный художественно-конструкторский проект
Технический проект	Технический художественно-конструкторский проект
Разработка рабочей конструкторской документации	
Конструкторская документация опытного образца изделия	Художественно-конструкторская документация опытного образца изделия
Конструкторская документация изделия массового производства	Художественно-конструкторская документация изделия массового производства
Конструкторская документация изделия единичного производства	Художественно-конструкторская документация изделия единичного производства

Таблица 1.2

<i>Стадия разработки</i>	<i>Характеристика дизайнерских работ</i>
Техническое задание (ТЗ)	Определение цели и задач исходя из заданных условий ТЗ; освоение параметров и основных характеристик ТС; вскрытие важнейших функциональных связей; сроки и состав проекта. [100; 101]. Определяются дальнейшие специальные исследования, которые необходимо провести; требования технической эстетики: общие функционально-потребительские, эргономические и технологические требования; стилевая направленность и характерные пластические черты формы ТС [100; 101; 289–292]
Техническое предложение (ТП1)	Разработка концепт-артов, концептов и дизайн-предложений ТС с углубленным анализом исходной проектной ситуации и прототипов (исследования функционирования и технологичности, данных социологии и эргономики). Функциональные, конструктивные и другие

	<p>условия формообразования ТС. Анализ системы функция-конструкция-форма ТС [34; 337]. Выбор рационального научно обоснованного дизайн-предложения ТС. Предлагается оригинальное решение и обосновывается новизна в форме, материалах, структурной схеме, функции и пр. Рационально использовать методы «мозговой атаки», аналогий, комбинаций, инверсии, троп. Данная стадия проектирования завершается рассмотрением проекта на соответствующих художественно-технических советах и утверждающих инстанциях</p>
<p>Эскизный проект (ЭП)</p>	<p>Выбор рациональной компоновочной схемы ТС. Основой для разработки внешних форм ТС является эскизная компоновка (размеры и взаимное расположение основных частей машины и ее агрегатов, геометрические параметры салона, положение водителя и пассажиров, расположение сидений и органов управления, расположение багажа) [337].</p> <p>Координация функционально-эргономических, эксплуатационных и конструкторско-технологических аспектов.</p> <p>Композиционный поиск формы ТС по его предполагаемой конструкции и технологии изготовления, данных эргономических исследований и других, что отвечает комплексу требований технической эстетики [337].</p> <p>Композиционные эскизы и рисунки формы проектируемой машины в уменьшенном масштабе (М 1:10; 1:5); эскиз рабочего места водителя и пассажиров, изготавливают масштабные модели (М 1:5) для аэродинамических испытаний. Пояснительная записка (аннотацией), в которой кратко формулируется принятое художественно-конструкторское решение, технологические особенности и технико-экономические показатели изделия [337]. Разработка презентации проекта, выполнение поясняющих и демонстрирующих проектных схем и рисунков [100; 101; 337]</p>
<p>Технический проект (ТП2)</p>	<p>Выбор рациональных конструкционных и отделочных материалов, оптимальной технологии изготовления изделий, унификации узлов и деталей. Уточнение формы отдельных функциональных деталей интерьера ТС. Окончательно отрабатываются цветовое решение и фактуры поверхностей ТС. Получение технической документации о поверхностях и основных образующих линиях кузова. Проверка первых проектных результатов аналитическими способами и методами, проверка соответствия ЭП ТЗ. Натурный чертеж и натурный макет (М 1:1)</p>

	<p>машины; посадочный макет с рабочим местом водителя и пассажиров, плазовый чертеж поверхности кузова и мастер-модели их формы.</p> <p>Изготавливают масштабные модели (М 1:2) для аэродинамических испытаний [337]. Выполняются окончательные компоновка и эргономическое решение ТС. Изготавливают масштабные модели для аэродинамических испытаний, выполняют натурный чертеж, а затем и натурный макет машины; разрабатывают эскиз и посадочный макет с рабочим местом водителя и пассажиров, выполняют плазовый чертеж поверхности кузова и мастер-модели их формы [337]</p>
<p>Рабочий проект (РП)</p>	<p>Подготовка итоговой рабочей документации ТС для производства [34; 522; 526]. Документация на проект или дизайн-проект ТС должна быть оформлена согласно требованиям ЕСКД или СХКД. Окончательная сверка и отработка рабочих чертежей, по которым изготавливаются в металле первые образцы будущего ТС. [100; 101; 112; 113; 420; 421; 522, 526]. На этой стадии дизайнер ведет авторский надзор за разработкой</p>
<p>Сертификация</p>	<p>Определение уровня качества созданного ТС и подтверждение его соответствия требованиям тех стран, где предполагается его последующая реализация [34]. В ходе изготовления первых образцов кузовов осуществляется авторский надзор со стороны разрабатывавших их дизайнеров, а также составляются технологические карты на изготовление изделия и используемые при этом материалы [337]</p>

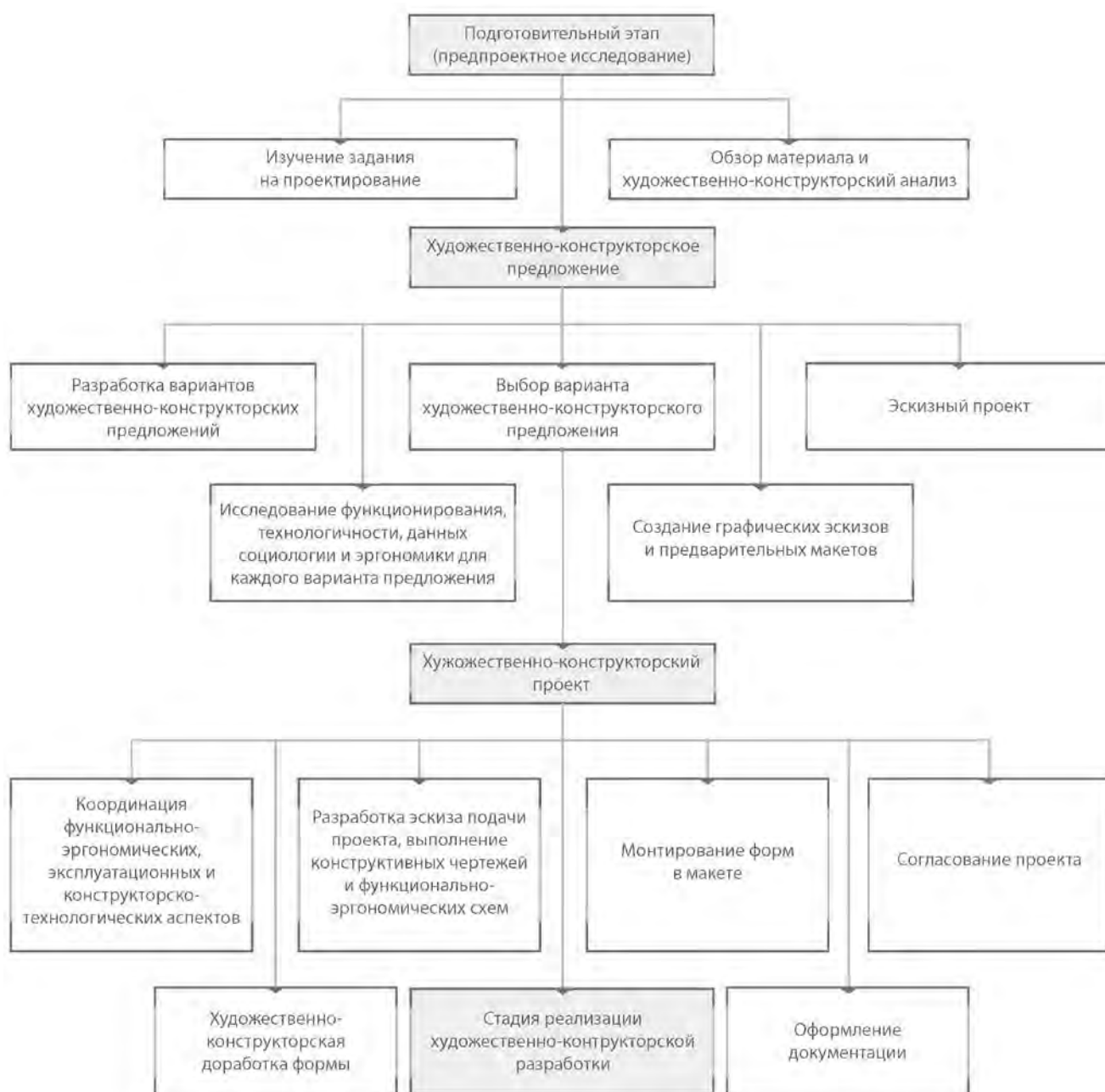


Рисунок 1.1 – Стадии дизайн-проектирования ТС

Единая традиционная методика дизайн-проектирования ТС в зависимости от особенностей проектной задачи и от характеристик видов и типов ТС будет иметь методические нюансы [434]. В машиностроении формирование ТЗ и проведение необходимых специальных исследований относят к внешнему проектированию, а все остальные стадии – к внутреннему проектированию. В стадии разработки входят этапы синтеза принципа действия, структуры и параметров ТС (рисунок 1.2):

1) синтез принципа действия (стадии ТЗ и ТП2) – выбор законодательных норм, фундаментальных законов и правил, физических, социальных и т. п. эффектов, которые составят основу функционирования будущего ТС. Выбираются дизайн-концепция ТС и принципиальные модели составляющих ТС – схемы компоновки узлов и агрегатов, посадки пассажиров и пр., обеспечивающие определенные потребительские характеристики ТС [84; 105];

2) структурный синтез (стадия ЭП) – моделирование начального визуального представления ТС по определенному принципу действия (компоновочные и антропометрические схемы, эскизы формы кузова ТС, дизайнерская документация на ТС);

3) параметрический синтез (стадии ТП1 и РП) – выбор значения параметров ТС, рационального численного решения проектной задачи, создается конструкторская документация (чертежи ТС и его частей);

Процедуры внутреннего проектирования (рисунок 1.2): выбор модели (компоновочная схема, дизайн-концепция ТС), выбор метода решения, решение, принятие решения [104; 105].

На разных стадиях дизайн-проектирования ТС используются различные методы: эвристические и алгоритмические (таблица 1.3) [104; 105].

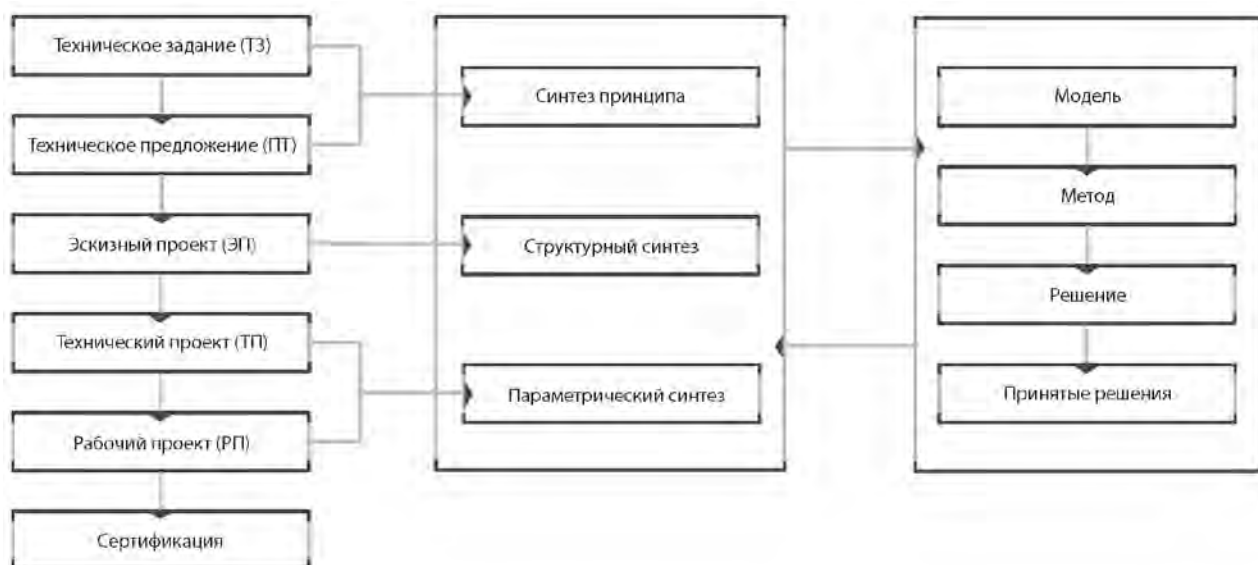


Рисунок 1.2 – Структура проектирования

Таблица 1.3 [104; 105]

<i>Алгоритмические методы</i>	<i>Эвристические методы</i>
морфологический	художественно-образные
функционального анализа	композиционного формообразования
моделирования	итераций (последовательного приближения)
графов связей	декомпозиции
элементарных комбинаций	контрольных вопросов
комбинаторный	
исключения избыточности	мозговой атаки (штурма)
структуризации	теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)
математических моделей	морфологического анализа
сложной оптимизации	функционально-стоимостной анализ
другие	конструирования

Общее требование к проекту ТС – решение специфических функциональных задач, что определяет форму и конструкцию ТС [432]. Поэтому в процессе дизайна ТС доля использования эвристических методов находится в рациональном балансе с алгоритмическими методами (процесс дизайна ТС более формализован и подчиняется определенным алгоритмам, чем даже промышленные изделия).

Особенностью методологии дизайн-проектирования ТС является направленность проектных действий на функциональный и художественный итог [104; 105].

Дизайн-проектирование ТС заключается в согласовании внешней формы с внутренней структурой машины, ее функцией и назначением, обликом потребителя и окружающей среды [34; 421]. В целом желаемым свойством является целостная структура кузова ТС (т. е. элементы и их взаимозависимость) – форма, материал, размеры, поверхность [240]. Композиционные качества определяют форму машины и являются обязательными [34]. Единство стилевой направленности и образности формы ТС достигается квалификацией дизайнера [421].

Основой дизайн-проектирования ТС является синтез технологического, морфологического, функционального и художественно-образного проектирования. Существуют функциональная и художественно-образная связи между подходами дизайн-проектирования ТС [289]. Функциональный и художественно-образный методы дизайн-проектирования ТС содержат функциональный, технологический и морфологический этапы, расположенные в определенной последовательности (рисунки 1.3, 1.4).



Рисунок 1.3 – Подходы дизайн-проектирования

На *функциональном этапе* определяют уровень и тип проектной задачи (ТЗ); категорию/класс ТС; функциональное назначение и область применения; что обосновывает выбор метода дизайн-проектирования ТС.

На *морфологическом этапе* выполняется композиционно-пластическая и знаково-символическая, стилистическая и эстетическая проработка формы ТС [323]. Композиционно-пластическая проработка: тектоника (по типам форм и по типам компоновочных и конструктивных схем); объемно-пространственная структура (по пространственной форме, по характеру

взаимосвязи между объемом и пространством); цветопластика (по типам фактур и текстур, по цветовому тону, светлоте и насыщенности, по светотеневой проработке). Знаково-символическая и эстетическая проработка: эстетическая выразительность, художественная образность, знаковая ассоциативность, стилевое единство. На *технологическом этапе* определяют конструктивно-технологические свойства:

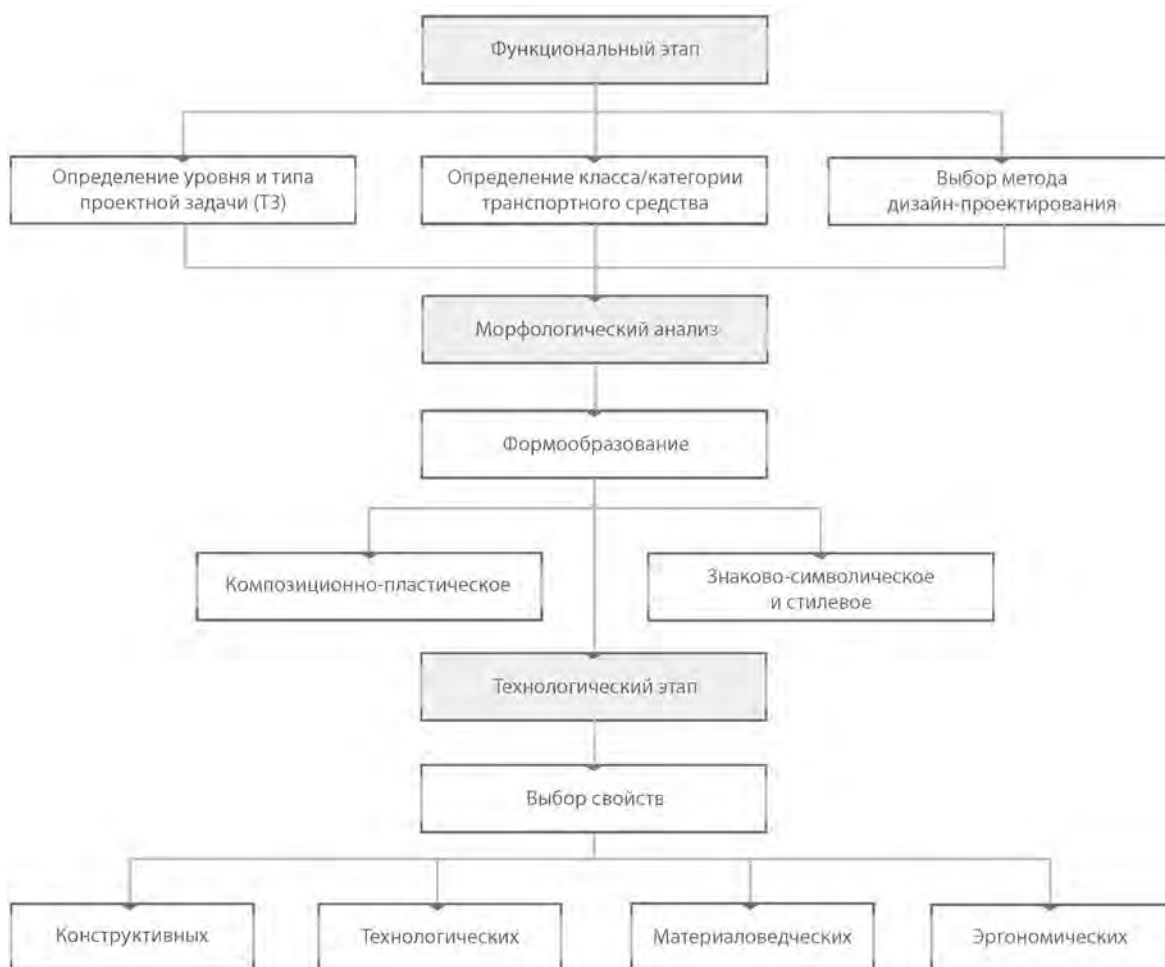


Рисунок 1.4

1) конструктивные свойства: рациональность компоновочного решения, массогабаритные показатели и др. [433]; разработка управляющей электроники; разработка системы связи и наблюдения (расположение датчиков и приборов наблюдения); 2) технологические свойства: производственно-технологические показатели [433]; 3) материаловедческие

свойства: рациональный выбор материалов [433]; 4) эргономические свойства: учет эргономических требований.

Основные этапы разработки нового ТС приведены в таблице 1.5 с учетом этапов маркетинговых исследований по Ф. Котляру [239].

Таблица 1.5

I. Этап проектного предложения	
Стадии маркетинговых исследований	1.1. Формирование концепций
	1.2. Отбор концепций
	1.3. Разработка замысла и его проверка
	1.4. Разработка стратегии маркетинга
	1.5. Анализ производства и сбыта
	1.6. Эскизное дизайн-предложение ТС
II. Этап проектирования Стадии разработки по ЕСКД и СХКД	
III. Этап производства	
Стадии маркетин говых исследова ний	3.1. Испытание в рыночных условиях
	3.2. Развертывание коммерческого производства

Стадии разработки согласно ГОСТ 2.103–2013 и ГОСТ Р 15.201–2000 образует официальную структуру разработки проектной документации. Стадии разработки в инженерном проектировании и дизайн-проектировании ТС и промышленных изделий являются идентичными, имея небольшие отличия на этапах выполнения работ внутри каждой стадии. На стадии ТП1 используются эвристические методы, а на стадиях ЭП и ТП2 – в основном формализованные алгоритмические методы. Используются основные методы и приемы в дизайн-проектировании ТС: художественно-образные методы, методы композиционного формообразования, морфологический метод, метод функционального анализа, комбинаторный метод [100; 101; 104; 433].

Е.Н. Лазарев [256] предложил общую структуру процесса проектирования машин: особые средства (инструменты и проектные знания – знание языка проектирования); материал – проектно-информационные данные, язык проектирования и их вещественные носители – графические и

макетные материалы; осуществление процесса – методики – способы и приемы проектирования; организация процесса – этапы и стадии – в сферах проектирования и производственной материализации.

Дж.К. Джонс [100; 101] предложил следующие этапы проектирования: составление ТЗ; исходная проектная ситуация и задачи проекта; определение границ; описание поисковых решений и определение конфликтов; комбинирование и оценка поисковых решений; утверждение итогового решения.

Ю.А. Долматовский [112] предложил следующие этапы проектирования кузова ТС: 1) предварительная разработка перспективного типажа кузовов и компоновки ТС; 2) компоновка внутреннего пространства ТС – определение основных размеров ТС и кузова, расположение сидений, дверей окон, багажника, платформы для груза и пр.; 3) разработка эскизных схем и чертежей, эскизов и моделей формы ТС в М 1:5 и чертежа кузова в М 1:1; 4) проверка компоновки кузова на схематическом макете, воспроизводящем основные внутренние габаритные размеры кузова, сиденья, окна, двери и органы управления; 5) изготовление макета формы кузова в М 1:1 из гипса или пластилина на основе первоначальной компоновки, посадочного макета и первого этапа художественной разработки формы кузова. С макета снимают шаблоны для разработки поверхности кузова.

Я. Павловский [415] предлагает две основные системы проектирования ТС – последовательную и комплексную: 1) последовательная система – последовательная передача документации конструкторского проекта кузова для анализа технологом и расчетчикам. Система предполагает компромиссные решения, отсутствие высокого качества проектных работ, большую продолжительность процесса, 2) комплексная система – взаимосвязь и синтез проектных работ и их результатов. Четыре группы проектных работ в двух фазах – системная разработка компоновки ТС и документационные, дополняемые модельными и расчетными работами.

А.П. Петров и В.И. Песков [420; 421] рассматривает этапы автоматизированного проектирования ТС. Для этого используется компьютеризованный манекен человека, позволяющий решать широкий круг антропометрических задач при проектировании.

Современные российские ресурсы по дизайну ТС www.ccardesign.ru и www.avtodesign.ru предлагают следующие этапы проектных работ:

1. Маркетинговое исследование – определение социальных слоев, на которую рассчитано ТС. Учитывают следующие факторы: финансовые возможности, региональность и климатические зоны, возраст покупателей, область применения ТС. Результаты сбора информации сводятся в документ «Бизнес-концепт», описывающий, каким должно быть ТС: образ будущего ТС по потенциальным покупателям, характеристики будущего ТС, мировые направления и тенденции в данном сегменте ТС.

2. Формирование компоновочной схемы и пластического решения – на основе анализа стилевых и образных особенностей кузова ТС дизайнеры, эргономисты и инженеры разрабатывают компоновочную схему ТС. Закладываются определенные общие параметры ТС, функциональные и эргономические особенности, стилевое и социальное решения. На основе компоновочной схемы ТС дизайнеры начинают разрабатывать поисковые эскизы художественного образа ТС средствами визуализации с учетом функциональных особенностей, социального и стилового решений.

3. Повторное маркетинговое исследование – повторная работа с фокус группой по первичному дизайн-продукту – визуализация будущего ТС. Вводятся коррективы и продолжается работа над художественным образом и различными стилевыми решениями ТС.

4. Математическая модель кузова – моделирование кузова с наполнением деталей экстерьера и интерьера ТС, манекенами и передней панелью. Вводятся корректировки и изменения по рекомендациям маркетологов.

5. Цветографическое решение – визуализация частей ТС – разработка графики на элементах салона.

6. Демонстрационные макеты и опытные образцы – создание демонстрационных макетов и образцов экстерьера и интерьера в масштабе 1:1 из твердых материалов для участия на выставках и презентациях.

В настоящее время уже практически отсутствует дизайн-проектирование ТС без вычисления задач техническими средствами, но решить проблему, возникшую на ранней стадии проектирования ТС, на этапе оптимизации принимаемых решений, способен только разработчик. Дизайнер принимает участие в разработке на протяжении всего цикла до конечного выпуска готового ТС [351; 355].

Проектирование ТС можно разделить на две основные составляющие: дизайн салона (интерьера) и экстерьера кузова ТС (рисунок 1.5). Проектирование интерьера и экстерьера ТС более емкое понятие, включающее в себя комплекс вопросов проектных задач по воплощению в реальность концепции и задачи по построению всего ТС.

1.1.1. Современные методы моделирования в дизайне транспортных средств

Основным средством дизайн-проектирования ТС являются методы моделирования, которые реализуют все стадии дизайн-проектирования. Основным средством дизайн-проектирования ТС являются методы моделирования, которые реализуют все стадии дизайн-проектирования. Модели объекта дизайна различаются на *художественную* модель, *материальную* модель, *информационную* модель, *технологическую* модель, *имитационную* модель, *действующую* модель [433].

Использование новых конструктивных решений, наукоемких технологий, материалов, оборудования, узлов и агрегатов в производстве ТС обеспечивают их конкурентоспособность на рынке.

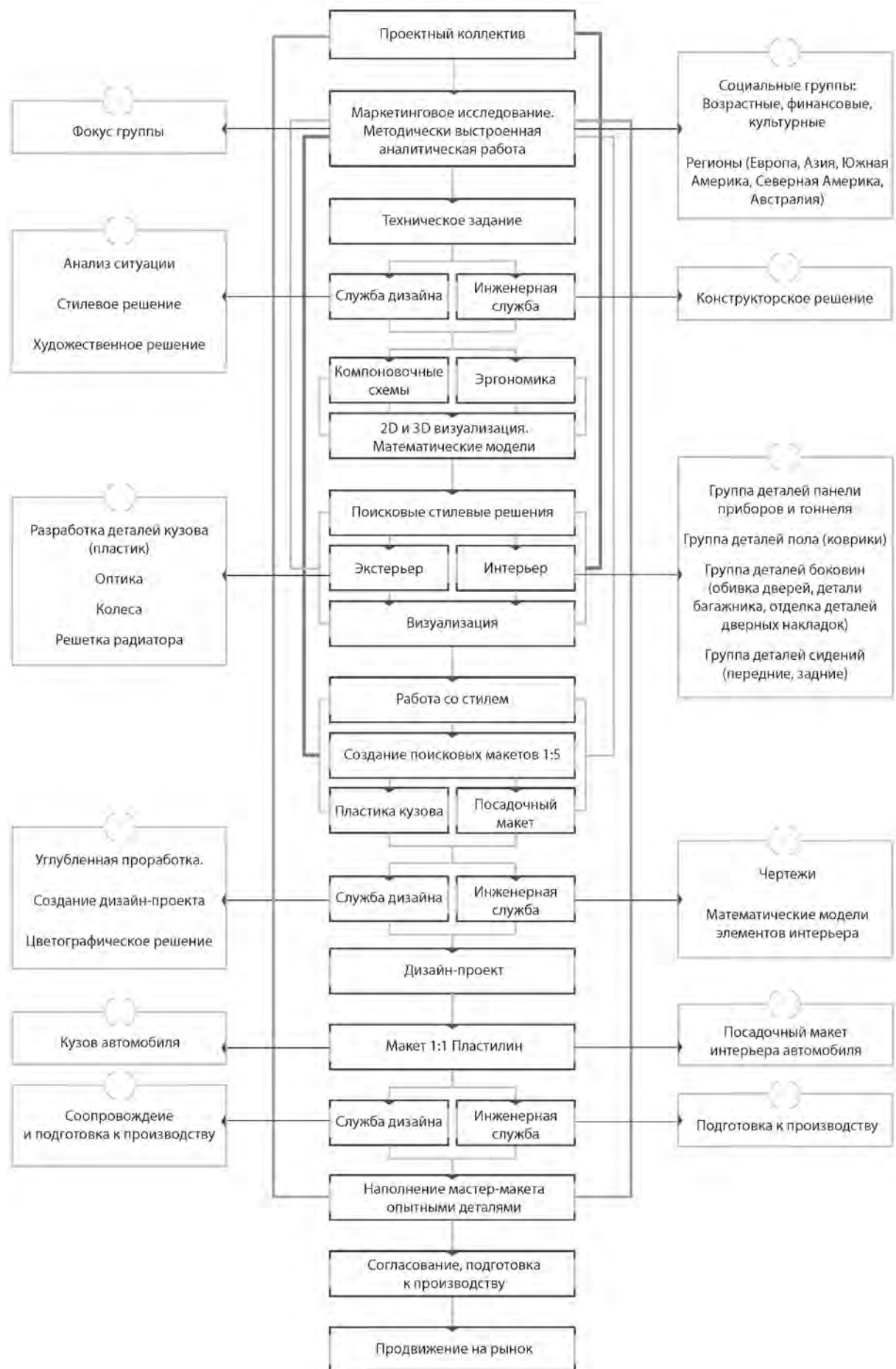


Рисунок 1.5 – Алгоритм этапов проектирования ТС

Интенсивное развитие информационных (локальных и глобальных электронных сетей, мультимедийных средств) и компьютерных технологий выявляет изменение формы и содержания дизайн-проектирования ТС. Данные технологии обеспечивают электронное моделирование объекта дизайна. Внедрение компьютерных технологий в процесс создания ТС приводит к увеличению качества продукции (точности изготовления), уменьшению срока от первых замыслов дизайнера до первой сертифицированной партии изделий и быстрой смены номенклатуры (важные аспекты в современной экономике).

На современном этапе развития ЭВМ можно быстро и точно проверят множество дизайнерских решений, представленных в виде электронных математических моделей, на определенные объективные показатели с наглядной визуализацией на экране. Дизайнер на стадии описания рационального решения пользуется объективными показателями (математический подход) [100; 101]. Использование графических, аналитических, экспериментальных методов и устных, письменных, виртуальных способов передачи замыслов [522] увеличивает достоверность и результативность работы дизайнера. Научные подходы являются основой современного проектирования ТС и обеспечивают объективную оценку проекта.

Активное использование компьютерного проектирования в 1990-х годах привело к появлению программного обеспечения для двухмерного и трехмерного электронного геометрического моделирования. Данная тенденция актуальна и в настоящее время [2; 224; 311; 556]. В дизайне проектное моделирование можно классифицировать на виды по критериям: форма (визуальное и вербальное), среда (материальное и электронное), способ (рукотворное и автоматизированное), носитель процесса (динамическое и статическое) и средство (графическое, объемное, математическое, словесное, художественно-образное [103; 433]) моделирования (рисунок 1.6).

Результаты проектного моделирования (модели) для выявления характеристик, свойств, качеств и параметров объекта дизайна можно классифицировать по следующим критериям: форма (визуальная и вербальная), содержание (геометрическая и образная), носитель (материальная и электронная), функция (информационная, технологическая, имитационная, действующая, художественная [103; 433]) и код (графическая, объемная, математическая, словесная [103; 433]) модели (рисунок 1.7).

Визуальные модели являются изображениями объекта. Изображения классифицируются по следующим критериям [461]: размерность (двухразмерные – графические и трехразмерные – объемные [461]) и способ формирования модели (творческие, геометрографические и документальные [461]) (рисунок 1.8).

Графические модели можно классифицировать по следующим критериям: форма (набросок, рисунок, эскиз [289; 433; 482]; чертеж, схема [84; 482]), функция (набросок, поисковый рисунок, эскиз, демонстрационный рисунок [289; 433]); технический рисунок; схема; чертежи детали, общего вида, сборочный, компоновки, теоретический, габаритный [84; 86]) изображения.

Объемные модели можно классифицировать по следующим критериям: форма изображения (темплет, модель, макет, опытный образец [80; 483]), стадия разработки объекта изображения (проектный и рабочий макеты [483]), этап выполнения изображения (черновой и чистовой макеты [103; 433]), функция изображения (поисковый, доводочный и демонстрационный макеты [103; 433]).

Комбинирование рукотворного и электронного (автоматизированного) моделирования формирует целостный визуальный язык проектного замысла.

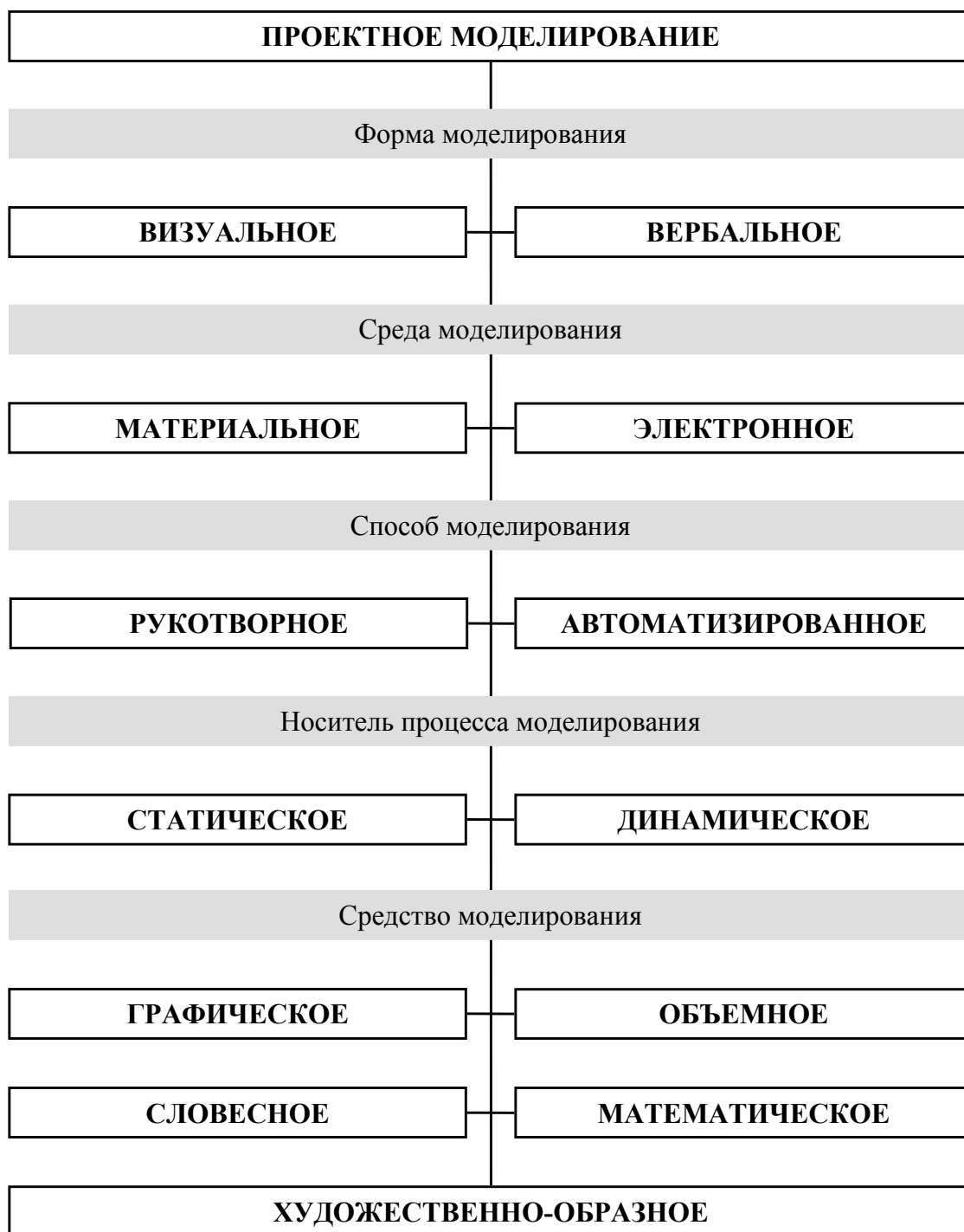


Рисунок 1.6 – Классификация видов проектного моделирования в дизайне

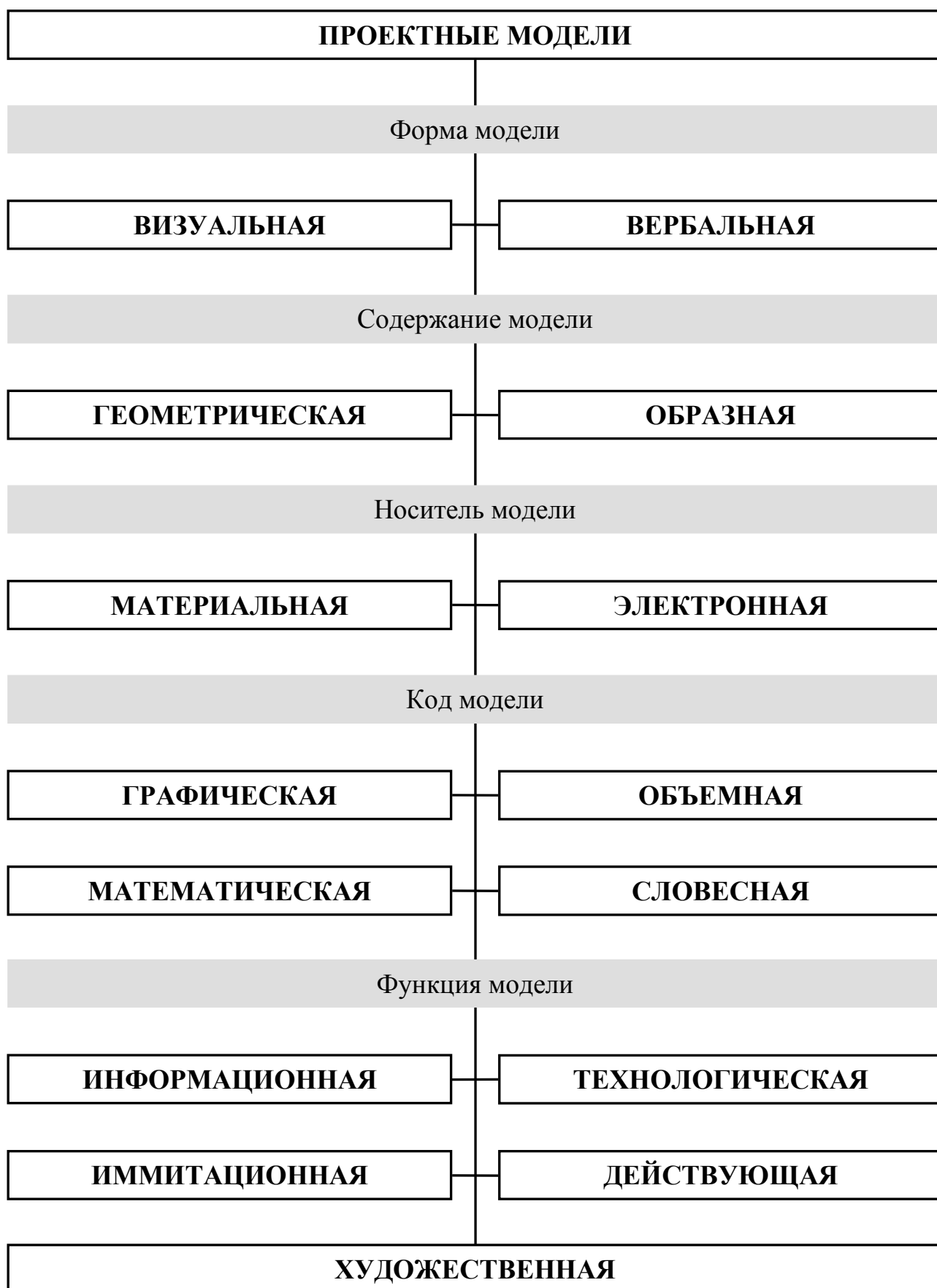


Рисунок 1.7 – Классификация проектных моделей в дизайне

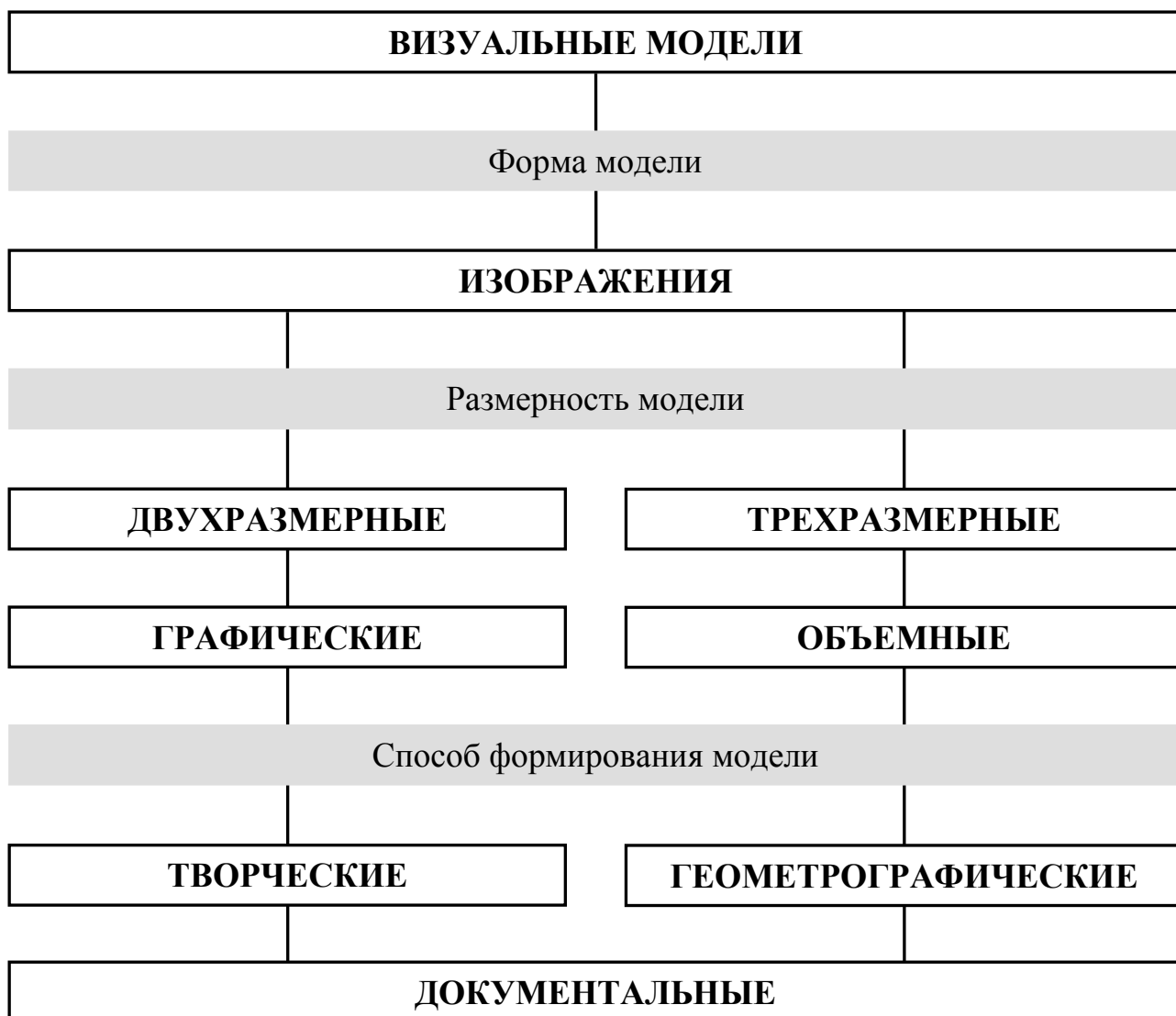


Рисунок 1.8

Объемными средствами моделирования являются макетирование и прототипирование, которое применяется одновременно с разными средствами графического моделирования. Макетирование и прототипирование являются формой проектно-исследовательского моделирования, выявляющего дополнительную визуальную информацию об объекте разработки в трехмерной материальной среде. Макет и прототип объекта имеют различия в функциональном отношении. В процессе макетирования формируются новые, проверяются и уточняются уже принятые геометрические характеристики формы объекта в аспекте гармонии пропорций, функциональности и технологичности [57; 103, 433; 437].

К графическим средствам моделирования относятся визуальные изображения объекта. Двухмерные визуальные изображения, к объемным – трехмерные визуальные изображения (макеты и прототипы); несущие проектную модельную функцию [289; 335; 437; 461] (рисунки 1.9, 1.10).

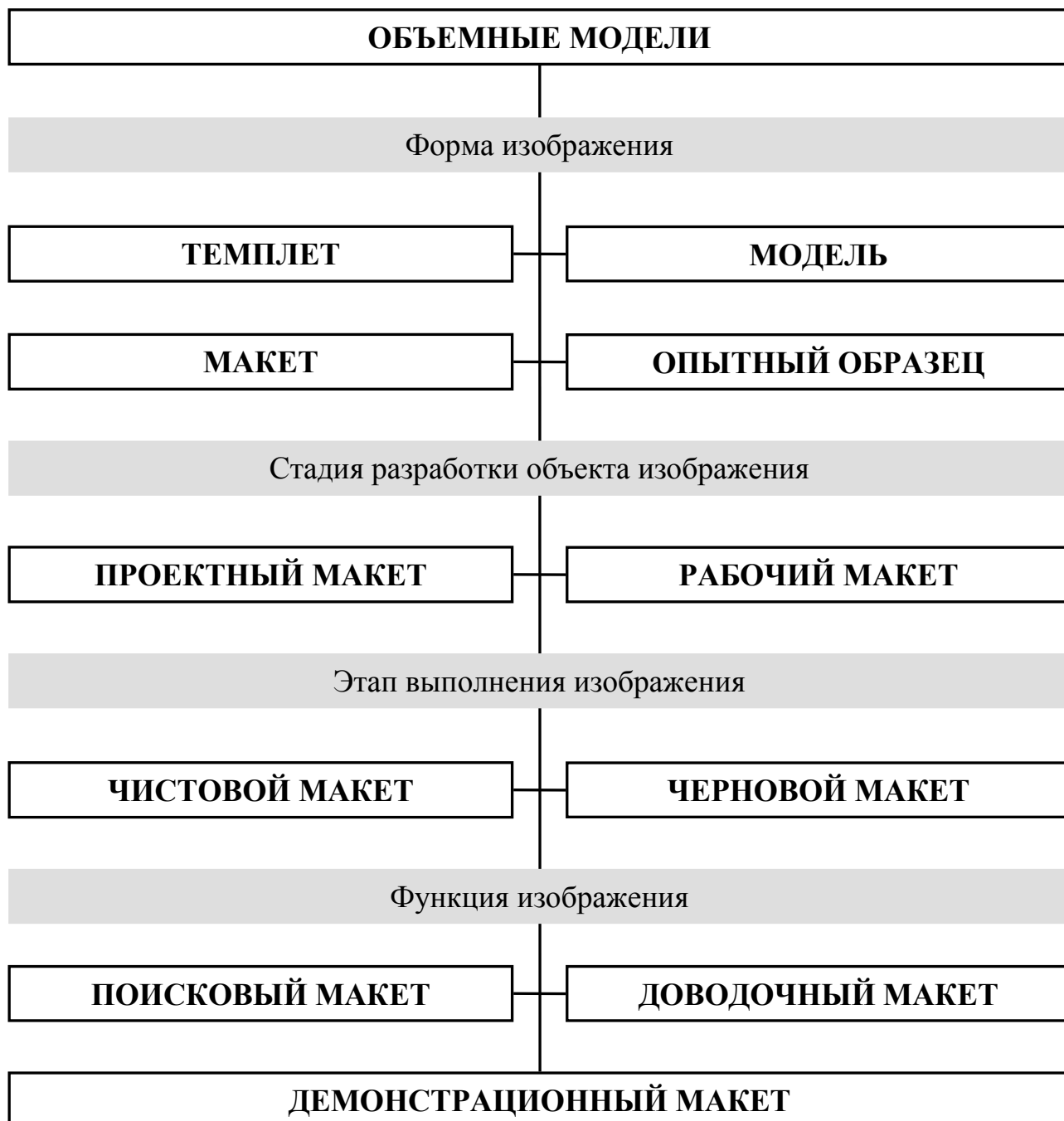


Рисунок 1.9

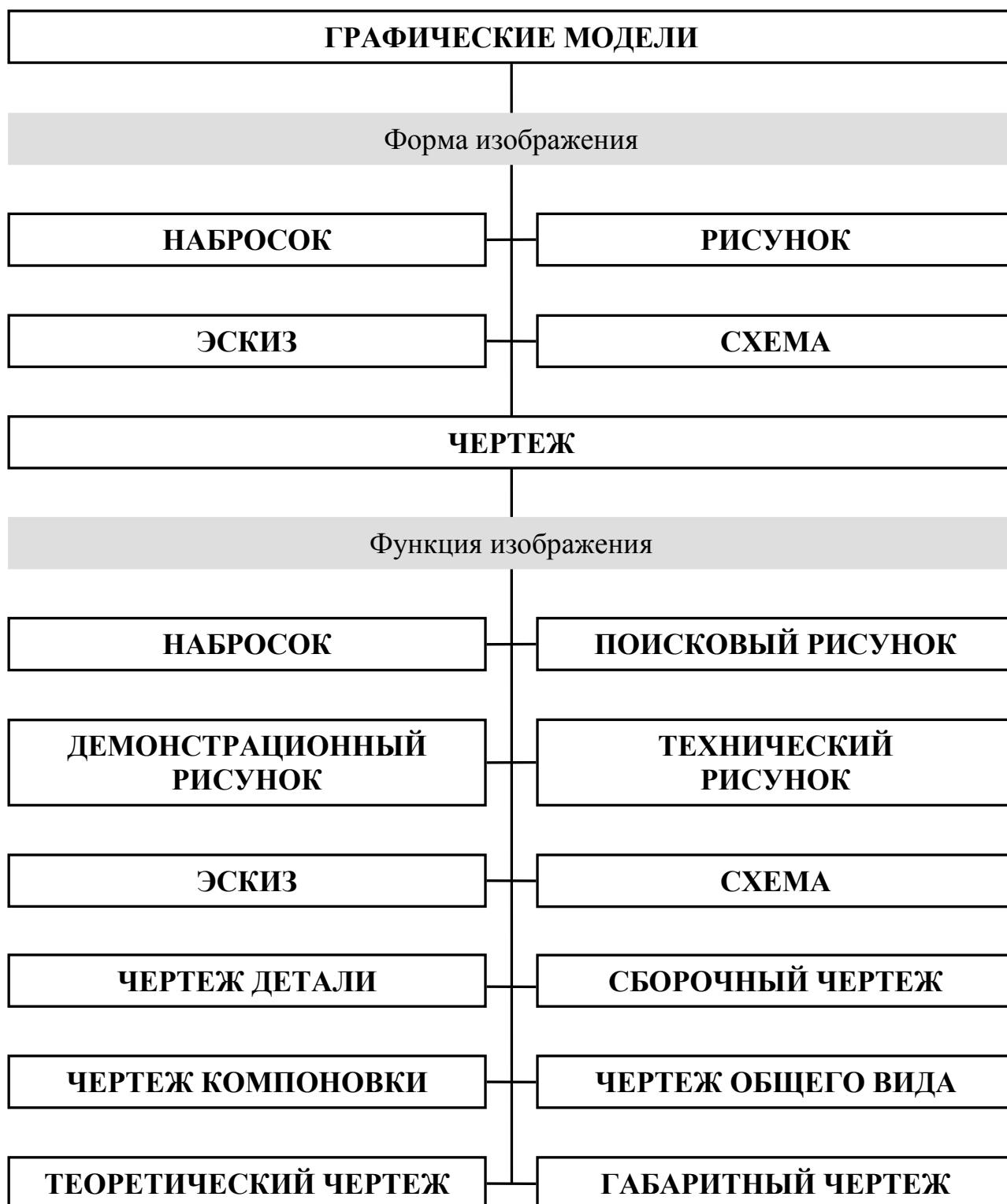


Рисунок 1.10

Электронное геометрическое моделирование в дизайне механических транспортных средств. Создание искусственной электронной двухмерной и трехмерной (или другой сенсорной) среды, в которой дизайнер осуществляет виртуальные действия, выявляет возможность электронного геометрического моделирования. Электронное моделирование является разновидностью

объемно-графического моделирования, применяемого в процессе проектирования. Данный процесс способствует развитию фактора появления мыслительных способностей дизайнера: реорганизация процесса познания, в которой дизайнер становится созидателем; профессиональный материал становится средством достижения созидательной цели [212].

Большинство предприятий при проектной деятельности и подготовке к производству деталей и узлов МТС интенсивно применяют компьютерные технологии, основной которых является электронное геометрическое моделирование объектов дизайн-проекта. Информационные и компьютерные технологии предоставляют дизайнеру для объективной демонстрации дизайн-проекта заказчикам новые графические средства – электронные растровые и векторные изображения, созданные в профессиональном программном обеспечении.

Дизайн-проектирование МТС основывается на системном (логическом) подходе [100; 101; 104; 105 и др.]. Профессиональные программы электронного геометрического моделирования объекта имеют полиуровневый и полифункциональный интерфейс, который упорядочивает проектные операции дизайнера. Создание электронной геометрической модели (ЭГМ) объекта является проектным планомерным, поэтапным, постадийным и рациональным процессом. Структура программного обеспечения и процесс создания ЭГМ развивают у дизайнера системное, логическое и пространственное мышление для решения современных полиплановых проектных проблем и задач.

Электронное геометрическое моделирование объекта обладает следующими преимуществами [140; 171; 188; 196; 197 и др.]:

- моделирование объемно-пространственной структуры объекта на ранних стадиях разработки, предшествующих эскизному макетированию;
- моделирование малых деталей модели объекта с высокой точностью;
- моделирование действия объекта для объективного восприятия потребителем, уменьшая количества недостатков;

- моделирование технической документации высокого качества (уменьшение на 30-40 % срока выполнения);
- моделирование демонстрационного изображения объекта (приближенного к фотографическому);
- моделирование презентационных материалов (выставочные, рекламные графика и анимация), увеличивающих эффективность рекламного аспекта продукта для выставок, конкурсов, публикаций, обсуждений и других публичных мероприятий;
- моделирование большого количества вариантов текстурных, фактурных, цветовых и прочих решений модели объекта за малый срок выполнения;
- моделирование в одном пространстве внешних и внутренних деталей и узлов объекта (структура электронных слоев) и геометрический анализ.
- получение высококачественных моделей объекта;
- простота достижения симметрии и точности модели объекта;
- создание презентационных и функциональных моделей;
- анализ конструкции и контроль собираемости модели объекта;
- анализ антропометрических параметров модели объекта;
- оперативность регистрации промежуточных результатов моделирования: результат (электронные данные) определенной стадии разработки используется в качестве исходных данных для последующей;
- динамичность моделирования – средства для анализа модели объекта с разных ракурсов и в разных сечениях, включая обратную поверхность;
- автоматизированность процесса моделирования – алгоритмическое описание создания модели и возможность дизайнеру изменять исходные параметры с автоматическим изменением по алгоритму конечной модели;
- увеличение адаптивности результатов моделирования дизайнера с моделированием смежных специалистов;
- уменьшение количества проектных недочетов;
- уменьшение временных и материальных затрат;

- увеличение общей эффективности дизайн-проектирования;
- результаты моделирования обеспечивают дизайнеру принятие научно-обоснованного решения относительно геометрических параметров формы объекта;
- развитие методических качеств дизайнера;
- увеличение конкурентоспособности продукта на рынке товаров и дизайнера на рынке труда.

Выделяются следующие недостатки:

- процесс моделирования осуществляется на двумерной плоскости (экран монитора) в электронной среде;
- уменьшение ощущения сомаштабности с материальной средой;
- результат электронного формообразования характеризуется упрощенными и технологическими формами с малой степенью выразительности и живописности;
- трудоемкость и большой срок создания трехмерной модели с лекальными пластическими геометрическими характеристиками;
- ограничение творческой деятельности.

ЭГМ являются основой современной дизайнерской и технической документации на объект дизайн-проекта. ЭГМ классифицируются по следующим критериям: способ представления геометрических параметров (виды: математическая (параметрическая) модель, конечно-элементная модель, полигональная модель), характер геометрических параметров (типы: твердотельная модель (*solid*), поверхностная модель (*surface*), каркасная модель (*curve*) [196; 197].

Проектное моделирование в дизайне МТС с учетом электронного геометрического моделирования и технологий быстрого прототипирования классифицируется по форме, способу, средству, результату и функции. Электронное геометрическое моделирование является способом проектного моделирования, который интегрирует рукотворное геометрическое и имитационное моделирование, технологии быстрого прототипирования

посредством создания и применения электронных геометрических моделей (рисунок 1.11). В *CAD*-системах (*Computer Aided Design – AutoCAD, Solid Works, CATIA, Alias, Unigraphics* и пр.) создается электронная математическая (параметрическая) модель, в *CAE*-системах (*Computer Aided Engineering – Ansys, Nastran, LS-Dyna* и пр.) на основе последней создается электронная конечно-элементная модель и в специализированных программных системах визуализации и анимации *CAR*-системах (*Computer Aided Rendering – 3D MAX, Maya, 4D Cinema* и пр.) – электронная полигональная модель. Электронная математическая модель применяется для геометрического анализа и поливариантности проектных решений формы объекта, электронная конечно-элементная модель – для предварительного прочностного анализа формы объекта, электронная полигональная модель – для визуализации и презентации формы объекта [197]. Разновидностью графического моделирования, применяемой в процессе проектирования, является компьютерное (электронное) моделирование.

В настоящее время существуют разные методы создания материальных моделей (прототипов и пр.) с использованием компьютерных технологий и технологий быстрого прототипирования (*Rapid Prototyping – RP*). Освоение и использование технологий быстрого прототипирования в дизайн-проектировании является рациональным для изготовления опытного образца объекта в аспекте временного фактора и методичности процесса.

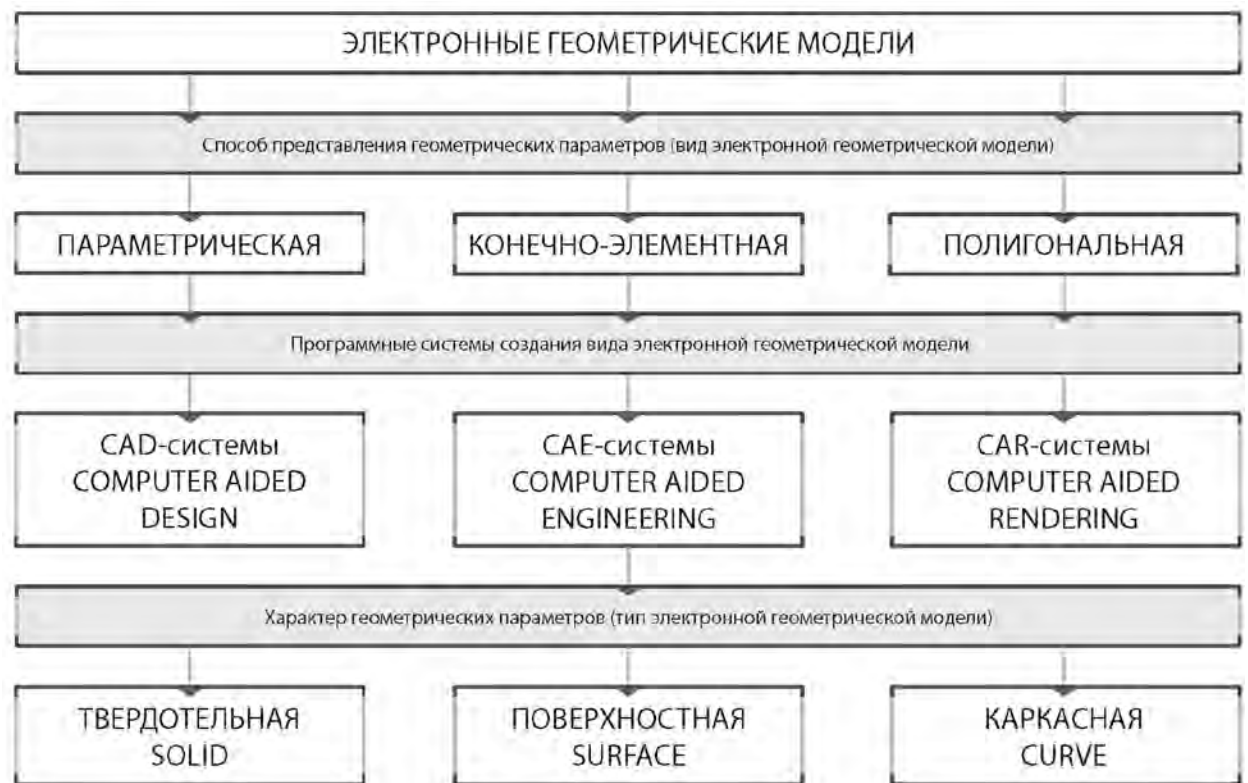


Рисунок 1.11 – Классификация электронных геометрических моделей (типы и виды) и их программные системы создания в дизайне

В процессе проектирования рационально на разных этапах использовать определенные модельные средства:

- графическое моделирование обеспечивает двухмерное рукотворное и автоматизированное, творческое и геометрографическое изображение образа, формы, конструкции, компоновочного и антропометрического решений объекта;

- объемное моделирование обеспечивает трехмерное материальное рукотворное и автоматизированное, творческое и геометрографическое изображение образа, формы и антропометрического решения объекта.

Комплексное использование разных средств моделирования является методической нормой и профессиональной традицией. Проектные стратегия и тактика, методические принципы дизайна определяют выбор графических и объемных средств моделирования для поиска рационального решения объекта. Средства моделирования эволюционируют в процессе развития проектной концепции [433].

1.2. Методы инженерного проектирования транспортных средств

В результате инженерного проектирования определяются функциональная и морфологическая (конструктивная) структура ТС [100;101]. Конфигурация и размеры элементов, их расположение и вид материалов, устройство узлов и соединений должны обеспечить хорошую функциональность, высокую безопасность, удобство и надежность в эксплуатации, экономичность в производстве и т.п. [217; 250; 287; 289; 433; 440 и др.], поэтому широко применяются методы конструирования, относящиеся к эвристическим методам. Использование алгоритмических методов особенно заметно на этапах рабочего и технического проектов, где необходимо выполнить достаточно большое количество расчетов, чертежей, моделей и схем.

В настоящее время акцент делается на безопасности ТС. Увеличение парка машин, возросшие скорости, увеличение грузоподъемности и мощности ТС все это необходимо учитывать при проектировании новых ТС. По созданию безопасного ТС достигнуты результаты – созданы ТС, безопасность которых достигла нового уровня, основанного на взаимодействии элементов интеллектуальной системы защиты (*IPS*), условно делимых на пассивные и активные.

Основой пассивной защиты является жесткий, малодеформируемый каркас кузова, сохраняющий при аварии жизненное пространство с конструктивными демпфирующими элементами. Жесткость кузова (особенно жесткость на кручение) обеспечивает активную составляющую безопасности.

Технологии активной безопасности для предотвращения столкновений и улучшения контроля движения ТС: антиблокировочная система торможения (*ABS*), электронное перераспределение усилий торможения (*EBD*), система стабилизации курсовой устойчивости (*ESP*), адаптивный круизконтроль (*ACC*), активная система подвески (*IVDC*), управление демпфированием

амортизаторов (*CCD*), система контроля давления в шинах (*TPMS*) и т. д. Наличие в ТС системы безопасности связано не столько с требованием нормативных документов, сколько с сознательным выбором потребителей.

Качество капсулы безопасности и уровень пассивной безопасности ТС определяют с помощью *crash*-тестов. Последнее время в разработке систем пассивной безопасности достигнуты результаты, которые позволили обеспечить более высокий уровень безопасности ТС. Увеличение прочности капсулы безопасности ТС, последних поколений, сопровождается общим снижением веса ТС. Мировая практика показала, что увеличение жесткости кузова при одновременном облегчении конструкции и сохранении приемлемой стоимости ТС на сегодняшнем уровне развития техники и технологии возможно только при одновременном использовании в конструкции автомобильного кузова различных видов сталей, в том числе и высокопрочных.

Внедрение стальных несущих конструкций кузовов и рост проблемы безопасности привели к выработке общих положений относительно корпусов кузовов [112; 113]. Для сокращения сроков постановки на производство новых кабин, создания конструкций оптимальной металлоемкости в инженерной практике начали широко применяться расчетные методы оценки прочности и долговечности. Расширению области применения прикладных расчетов способствовали успехи, достигнутые в области теоретических исследований, накопление статистических данных о характере нагружения и поведения конструкций в процессе эксплуатации, а также развитие ЭВМ и распространение метода конечных элементов (МКЭ). При расчете стержневых конструкций по данному методу получают точные результаты, совпадающие с результатами расчетов по классическим методам [200].

Целью *численного анализа* кузовая является получение предварительных характеристик будущего ТС методом МКЭ на этапе проектирования. Задачей численного анализа является совершенствование процесса проектирования, расширение возможностей применения новых технологий, материалов. Знание

численного анализа позволит дизайнеру, эргономисту и конструктору по-новому взглянуть на проблемы проектирования ТС, позволит расширить возможности формообразования, применение нестандартных, оригинальных решений [140; 195; 280; 281; 328; 337; 338 и др.].

Прочностной анализ кузова. Методы инженерного анализа: *классические и численные* (таблица 1.6) [280; 281; 328; 337; 338 и др.].

Таблица 1.6 – Категории методов инженерного анализа

<i>Инженерный анализ</i>	
<i>Классические методы</i>	<i>Численные методы</i>
1. Точные	1. Энергетические
2. Приближенные	2. Граничных элементов
	3. Конечных разностей
	4. Конечных элементов

Классические методы решают задачи на основе фундаментальных физических принципов [там же].

С помощью *численных методов* исследуется широкий спектр проектных задач [там же]. МКЭ распространяется на большой диапазон исследования структур (рисунок 1.12) и является численным методом построения и исследования математической модели, что обеспечивает дизайнера автоматизированным средством предварительной оценки разработанной структуры ТС, скрывающей для него дифференциальные уравнения или уравнения частных производных при визуализации результата.

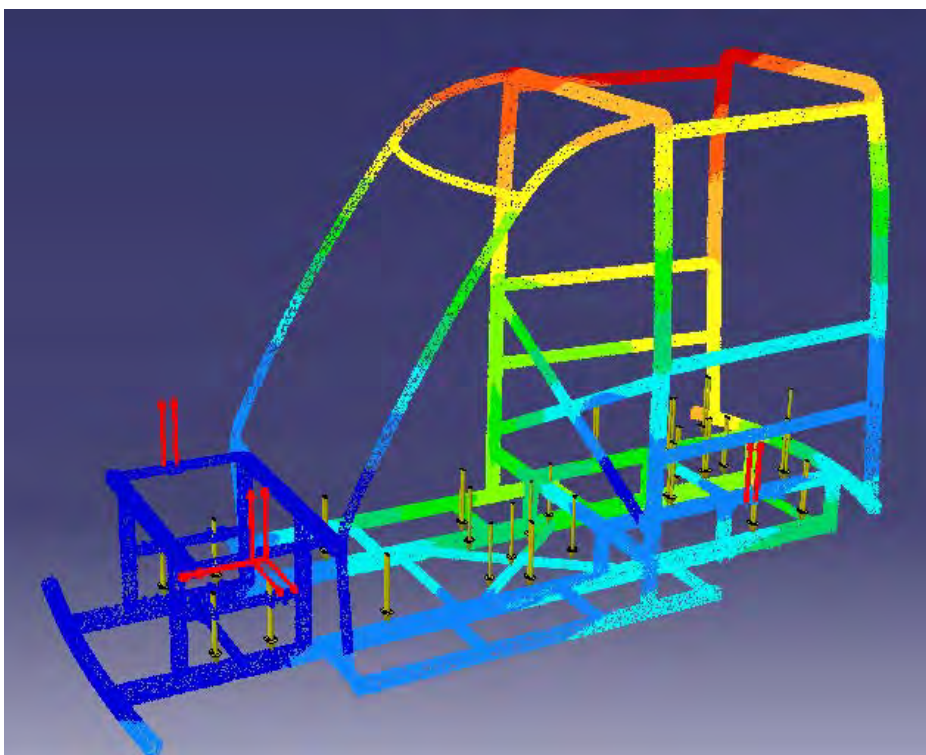


Рисунок 1.12– Пример результата числового расчета (визуализация)

В таблице 1.7 представлены виды численного анализа в инженерном проектировании [там же].

Таблица 1.7 – Виды численного анализа

<i>Численный анализ</i>	
<i>Статический анализ</i>	<i>Динамический анализ</i>
Линейный статический анализ	Линейный динамический анализ
Нелинейный статический анализ	Нелинейный динамический анализ
	Линейный гармонический анализ
	Анализ собственных форм колебаний
	Анализ спектра отклика на ударную нагрузку

Аэродинамический анализ кузова[30; 31;280; 281;302;328; 337; 338 и др.].Грамотное формообразование кузова ТС обеспечивает гармоничное рассекание воздуха (без отрыва потока от поверхности и соединяясь позади формы) при учете внешнего ТС и внутреннего сопротивления для достижения рациональной величины коэффициента аэродинамического сопротивления C_x .

По материалам электронного ресурса [www.autotechnic.su],

в проектировании ТС идет поиск компромисса между дизайнерскими и конструкторскими решениями. Изменение формы кузова ТС, в связи с неучтенными конструктивными особенностями силовых схем, на поздних этапах стоит многократно дороже в материальном и временном аспектах, изменить утвержденное стилевое решение иногда просто невозможно. Приходится усложнять конструкцию или применять другие материалы, другие технологии. Это приводит к излишним материальным и временным издержкам. Применение численного анализа на этапе дизайн-проектирования ТС поможет упростить или минимизировать затраты на исправление и модернизацию ТС.

Численный анализ формы и структуры ТС рационален на этапе окончательного формирования стиля и при создании электронных геометрических моделей (ЭГМ) поверхностей. Наиболее необходимым будет использование на данном этапе статического линейного анализа. Данный анализ позволяет определить наиболее нагруженные места конструкции, распределить усилия от нагрузок и ограничений, выявить характер деформации морфологической структуры ТС. Получив такие характеристики, даже грубо приближенно, дизайнер может изменить структуру ТС, избежав в дальнейшем крупных ошибок и больших затрат на исправление ошибки [195].

На данном этапе целесообразно использовать аэродинамический анализ формы кузова ТС. ЭГМ и конечно-элементная модель формы кузова позволит провести численный аэродинамический анализ и оценить рациональность стилизованных решений кузова ТС (рисунок 1.13). Знание численного анализа позволит дизайнеру по-новому взглянуть на проблемы проектирования ТС, позволит расширить возможности формообразования, применить оригинальные решения. Целью численного анализа является получение предварительных характеристик будущего ТС методом МКЭ на этапе проектирования. Задачей численного анализа является совершенствование процесса проектирования, расширение возможностей применения новых технологий и материалов [195].

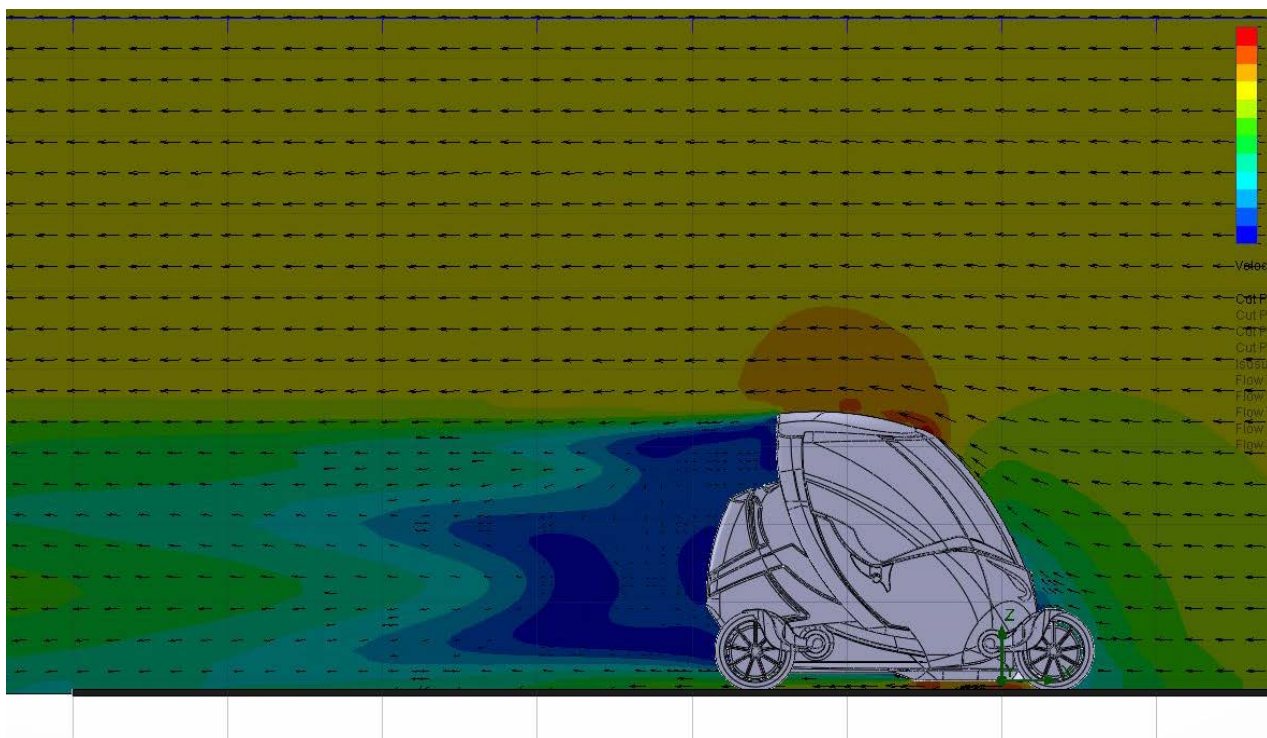


Рисунок 1.13 – Визуализация распределения скорости воздуха, обтекающего движущееся МТС

1.3. Методы исследования конкурентоспособности и потребительских характеристик транспортных средств

В настоящее время конкурентоспособность ТС на рынке определяется разными методами исследования их потребительских характеристик и свойств. Оцениваются следующие характеристики и свойства качества: 1) надежность; 2) экономичность, 3) эргономичность, 4) экологические показатели, 5) безопасность и новизна дизайн-решения [63; 64; 98; 236-238; 457 и др.].

Методы оценки разделяются на группы в зависимости от области исследования: стиль и эргономика, потребительская привлекательность, техническое состояние, экономичность (себестоимость и цена) и др. А.А. Воронов [63; 64], И.М. Костин и Х.А. Фасхиев [236-238] предлагают авторские перечни оценок в разработанных методах исследования конкурентоспособности изделий. Основой выбора перечня методов являются маркетинговые исследования. В таблице 1.8 приведены методы оценки конкурентоспособности ТС.

Таблица 1.8 – Методы оценки конкурентоспособности ТС [63; 64; 98; 236-238; 457 и др.].

<i>Оценка конкурентоспособности ТС</i>	
<i>Методы оценки технико-экономического уровня ТС</i>	<i>Методы оценки потребительских характеристик ТС</i>
1. Метод сравнительной оценки технических показателей	1. Метод исследований отношения потребителя посредством выборочного анкетирования
2. Метод оценки моделей на основе выбора образца	2. Метод исследований отношения потребителя посредством системного анкетирования
3. Метод сравнительной оценки экономических показателей производства	3. Метод исследования потребительских характеристик на основе данных эксплуатации
	4. Метод оценки потребительских

	показателей ТС на основе результатов продаж
--	---

Методы оценки конкурентоспособности ТС, используемые иностранными компаниями, сходны по показателям качества и отличаются по количественным характеристикам показателей. Особенности иностранного автомобильного рынка: 1) показатель новизны ТС, новые характеристики ТС, не применяемые на других марках; 2) высокое качество ТС (высокая цена – высокое качество).

Показатели качества ТС зарубежных производителей. В таблице 1.9 приведены основные технические характеристики серийных ТС («Автокаталоги» [3; 4; 7; 8; 9; 11], сайты автопроизводителей).

Таблица 1.9 – Основные показатели качества серийных ТС

<i>Показатели качества ТС</i>	<i>Описание</i>
Характеристики кузова	тип кузова количество мест в салоне
Общие данные	колесная база колея колес габаритные показатели вес объем багажника скоростные и топливные характеристики
Характеристики двигателя и коробки передач	расположение и количество цилиндров, объем, диаметр поршня и степень сжатия, принцип системы питания, мощность, число ступеней передач, номинальная мощность
Характеристики ходовой части	тип подвески, характеристики рулевого управления, тип тормозов и размер шин
Показатели электрооснащенности кузова	наличии в комплектации – электростеклоподъемников, бортового компьютера

	электрорегулировки зеркал; электроподогрев – сидений, зеркал бокового вида, стеклоомывательной системы, стекол фар; видеокамеры заднего вида и т. д.
Показатели по оформлению интерьера салона	материал обивок, декоративная отделка панелей, например, применение вставок из дерева внутри салона, применение хромированных деталей внутри и снаружи
Показатели безопасности	количество подушек безопасности, дополнительные датчики состояния полотна дороги и регулируемые системы вождения, датчики определения препятствий и системы автоторможения
Дополнительные опции	подстаканники, бардачки и монетницы, регулируемые положения сидений (с электроприводами) и др.

Изложенные показатели указывают и выделяют в сопроводительной документации и в рекламных проспектах. В зарубежных компаниях используется разнообразие методов оценки, отлаженный математический аппарат и глубокое изучение желаний целевой группы. Необходимо обратить внимание на оценку технических характеристик в эксплуатации ТС и постоянный мониторинг покупательского спроса.

Анализ эксплуатационных свойств ТС. Каждое ТС имеет функциональное назначение, т. е. удовлетворяет определенные потребности человека. По нему определяется оценка выполнения транспортных работ: перевозка пассажиров, грузов и специального оборудования [6; 50; 51; 76; 243; 265]. Проблема повышения потребительских свойств ТС является одной из самых важных проблем для сегмента МТС.

На этапе дизайн-проектирования ТС необходимо определять основной перечень потребительских свойств для формирования морфологической структуры ТС. Больших значений показателей всех эксплуатационных свойств

одновременно нельзя достичь (одни показатели понижают другие). Дизайнеры, конструкторы и эргономисты закладывают и улучшают только приоритетные показатели, уменьшая другие.

В настоящее время отсутствует единая классификация эксплуатационных свойств. В источниках данный вопрос рассматривают по-разному со схожими позициями. Формирование отечественной теории эксплуатационных свойств ТС (теории автомобиля) как науки принадлежит академику Е.А. Чудакову. В.К. Вахламов [50; 51] разделяет свойства на связанные и не связанные с движением (таблица 1.10). Первая группа связана с функциональным назначением ТС. Вторая группа связана с удобством эксплуатации потребителем.

Таблица 1.10 – Эксплуатационные свойства автомобиля

<i>Эксплуатационные свойства ТС</i>	
<i>Связанные с движением</i>	<i>Не связанные с движением</i>
Тягово-скоростные	Вместимость
Тормозные	Прочность
Топливная экономичность	Долговечность
Управляемость	Приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту
Поворачиваемость	Приспособленность к погрузочно-разгрузочным работам
Маневренность	Приспособленность к посадке-высадке пассажиров
Устойчивость	
Проходимость	
Плавность хода	
Экологичность	
Безопасность движения	

В.Н. Кравец [243] классифицирует свойства ТС на крупные, мелкие групповые и единичные свойства; качество в целом. Свойства,

характеризующие ТС разного назначения по Д.П. Великанову [6] представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Эксплуатационные свойства, являющиеся важнейшими для автомобилей некоторых разновидностей

<i>Легковые автомобили</i>	
Личного использования и прокатные	Удобство использования, безопасность, топливная экономичность, надежность, простота обслуживания и ремонта, использование массы
Такси, ведомственные	Удобство использования, безопасность, долговечность, надежность
Ведомственные высшего класса, санитарные скорой помощи и др.	Скорость движения, удобство использования, безопасность, надежность
Ведомственные и другие, используемые на грунтовых дорогах	Проходимость, удобство использования, надежность

Габаритные параметры (длины колеи и базы) МТС можно изменять формированием рациональной посадочной и компоновочной схемы.

Необходимо определить, какие показатели компоновочной схемы МТС влияют на эксплуатационные свойства. В таблице 1.12 проведен анализ методов сравнения и оценки эксплуатационных свойств ТС для упрощения задачи разработки рациональной компоновочной схемы МТС [76; 515], позволяющий дифференцировать эксплуатационные свойства МТС по степени важности.

Таблица 1.12 – Параметры компоновочных схем, соответствующие приведенным эксплуатационным свойствам

<i>Эксплуатационные свойства</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Параметры ТС</i>	<i>Формулы для расчета</i>
Устойчивость	Критическая скорость по опрокидыванию	Координаты центра масс ТС (a, b, h)	а) $V_o = \sqrt{\frac{agR \sin \alpha}{h}}$ б) $V_o = \sqrt{\frac{bgR \operatorname{tg} \alpha}{h}}$
		Угол, определяющий расположение оси опрокидывания трицикла (α)	
	Критическая	Коэффициент	$\sqrt{\varphi \cdot g(a + b \cos \theta)}$

	скорость по заносу	поперечного сцепления шин с дорогой (φ_y)	
		Координаты центра масс ТС (a, b)	
		Угол поворота управляемого колеса (θ)	
		База трицикла (L)	
Управляемость	Статическая чувствительность ТС	Длина базы (L)	$W_y = \frac{\varpi_a}{\theta} = \frac{V}{L - k_{ng} V^2}$
		Коэффициент статической поворачиваемости (k_{ng})	
Маневренность	Внешний и внутренний габаритные радиусы поворота	Угол поворота управляемых колес (θ)	а) $R_{заб\max} = R_{\min} + \Delta_1$ б) $R_{заб\min} = R_{\min\text{вн}} - \Delta_2$ в) $B_n = R_{\min} - R_{\min\text{вн}}$ г) $B_{заб} = R_{заб\max} - R_{заб\min} = B_n + \Delta_1 + \Delta_2$
	Поворотная ширина по следу колес	Расстояния наиболее удаленной и близкой точек ТС от осей следов переднего и заднего колес (Δ_1, Δ_2)	
	Габаритная полоса движения	Радиусы поворота по следу колес (R_{\min}), ($R_{\min\text{вн}}$)	
Плавность хода	Частота свободных колебаний неподрессоренных масс (ω_b)	Масса мостов (m_m)	$\varpi_b = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\sum C_{ш}}{m_m}}$
		Жесткость шин ($C_{ш}$)	
	Частота свободных колебаний поддрессоренных масс (ω_n)	Жесткость подвески (C)	$\varpi_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f_{ст}}}$
		Весовая нагрузка на подвеску (G)	$f_{ст} = \frac{G}{C}$ - статический прогиб подвески

1.4. Анализ современных направлений проектирования транспортных средств

Формообразование кузова ТС основывается на художественной концепции, компоновочного решения, конструктивной схемы и технологических возможностях [262; 287]. Развитие потребности общества в быстром перемещении привело к возникновению широкого спектра ТС, отличающихся природным и технологическим происхождением, стоимостью и экологичностью. Возникновение двигателя внутреннего сгорания (ДВС) привело к развитию автомобильного рынка, предложение которого стабильно росло и расширялось на протяжении XX века. Ближе к концу XX века произошла перестановка в тенденциях развития отрасли, произошло зарождение ряда трендов, влияние которых при учете исторического опыта будет определять тенденции развития автомобильной отрасли в перспективе до 2035 года (таблица 1.13).

Таблица 1.13 – Основные тренды развития предложения на рынке личного ТС

<i>Тренд</i>	<i>Описание</i>
Снижение стоимости	Тенденция, в соответствии с которой автомобиль позиционируется как утилитарное решение, в исторической перспективе укрепитя. Это связано с наличием существенного спроса со стороны развивающихся экономик, нестабильной экономической конъюнктуры и снижения покупательной способности населения в развитых странах
Уменьшение размеров	Переполненность городских агломераций автомобильным транспортом создает предпосылки для развития рынка компактных ТС. Данная тенденция неизбежно окажет влияние и на «негородские» и специализированные автомобили, задавая новую планку в отношении требований к эргономике
Экологичность	На текущий момент около 70 % загрязняющих веществ в городах являются результатом деятельности автотранспорта

	Международная политика в данном отношении располагает к постепенному наращиванию экологичности транспортных средств
Топливная экологичность	Нарастающий энергетический кризис и существенное изменение структуры международных запасов энергоносителей окажут влияние на автомобильный рынок. Распространение получают гибридные технологии, а также альтернативные источники энергопитания транспортного средства
Узкая специализация	Тенденция к диверсификации предложения сохранится. Наиболее вероятно создание ряда специальной продукции, ориентированной на удовлетворение потребительских запросов по возрасту аудитории, региональному признаку, личным предпочтениям и т. п. В условиях будущего рынка маркетинг будет смещаться в сторону таргетированного подхода, формируя предложение в условиях растущей динамики рынка
Технологичность	Удельный вес технологий, применяемых в производстве транспортных средств, сохранит тенденцию к увеличению. По аналогии с авиационной промышленностью возможна интеграция био-, нанотехнологической отраслей и т. п.
Развитие альтернативных ТС	В условиях нового рынка традиционный форм-фактор транспортного средства может претерпеть существенные изменения. Это касается не только наращивания компактности, но и возможности возникновения принципиально новых ТС, функционирование которых основывается на применении инновационных технологий

Результатом совместного влияния описанных трендов станет серьезное изменение внешнего вида, потребительских характеристик и стоимости ТС.

В ближайшей перспективе, внешний облик ТС существенно изменится – это будет продукция с интернациональным дизайном, компактным исполнением. Роль технологической составляющей также возрастет и будет уравновешена необходимостью максимального удешевления ТС.

Говоря о топливе для автомобильной продукции, следует учитывать, что на текущий момент позиции ДВС достаточно устойчивы. При этом наличие фактора спроса со стороны развивающихся государств автоматически закрепляет за такими устройствами ведущую роль в перспективе до 2020 года. Роль удовлетворения массового спроса возьмут на себя автомобили либо с малолитражными моторами, либо с удешевленными КЭСУ. Данная тенденция достаточно устойчива даже в случае возникновения какого-либо принципиально нового решения. Это обусловлено тем, что внедрение инновационных топливных элементов (ТЭ) неразрывно связано с созданием соответствующей инфраструктуры, что может быть затруднено при условии инертности соответствующих экономических структур и за счет наличия мощного лобби со стороны производителей устаревающих отраслей.

Экономические предпосылки. Следует учитывать тот факт, что в случае актуальности обозначенных тенденций существенные изменения коснутся и процесса производства ТС, также изменятся аспекты их продвижения на внутренних и внешних рынках. К числу экономических предпосылок целесообразно отнести:

1. Сокращение времени от момента разработки продукции до вывода на рынок. При учете соответствующего развития технологий, этап проектирования и последующей переналадки производственных линий будет существенно сокращен, что сделает возможным дальнейшее развитие маркетинговых технологий.

2. Ужесточение конкуренции. Нестабильность в мировой экономике и колебания спроса создают предпосылки к интенсификации конкурентной борьбы. Данное условие также создает предпосылки для развития маркетинговой составляющей.

3. Необходимость преодолевать протекционистские барьеры. В условиях нового витка развития протекционизма на первый план выходят аспекты преодоления искусственных препятствий, создаваемых для защиты

национальных рынков государствами, пострадавшими от последствий финансового кризиса. В таких условиях существенно интенсифицируется деятельность на рынке слияний и поглощений, а также прочих манипуляций с акционерным капиталом.

Новый этап развития рынка личных ТС, начавшийся с финансового кризиса, будет характеризоваться исчезновением или поглощением ряда малых автопроизводителей со специфическими модельными линейками, с немобильной производственной структурой и неразвитым маркетингом (при отсутствии государственного протекционизма). Рынок развивающихся стран и запросы их малообеспеченных потребителей будут актуальны.

Рыночный фактор поиска стилового решения ТС важен и обусловлен. Выбор стилового решения определяется по маркетинговым исследованиям и требованиям целевой группы и моды в целом на рынке ТС. Актуальные стилевые тенденции в автомобилестроении изменяться в рамках технологического и культурологического развития. Художественные концепции ТС развиваются неравномерно [467; 433; 526; 539; 534; 540]. В настоящее время формообразование в дизайне ТС происходит в рамках глобального культурного взаимопроникновения.

Зарождение общего тренда в развитии дизайна ТС, который будет отражать основные принципы автомобильной промышленности XXI века: 1) компактность, 2) технологичность, 3) доступность. По материалам электронного ресурса [www.integrum.ru], в настоящее время существуют факторы современного формообразования ТС: функциональное назначение и область эксплуатации, мода, новые технологии и материалы, альтернативные принципы движения. В таблице 1.13 данные тенденции разбиты на 3 группы.

Таблица 1.13

<i>Тенденция</i>	<i>Описание</i>
<i>По структуре кузова</i>	
<i>Crossover</i>	Скрещивание различных концепций кузова и

(смешанные типы автомобилей)	привода, в результате появляются новые комбинированные модели
Высокий кузов	Автомобили растут больше в высоту, чем в длину (прежде всего автомобили малого класса и компактные автомобили)
Шестиместный салон	Продуманная система складных сидений позволяет увеличить багажный отсек и обеспечивает максимальную трансформируемость салона
Люкс	На марки без имиджа нет спроса
Прозрачная панорамная крыша	Обеспечивает доступ света и воздуха в ТС
Купе-кабриолет	Благодаря жесткому складному верху с электрогидравлическим приводом купе простым нажатием на кнопку превращается в кабриолет и обратно. Скоро это же новшество появится и в 4-местных кабриолетах
Автомобиль-фургон для активного отдыха	Альтернатива семейного автомобиля вэнам
Трансформируемый кузов	Пикап преобразуется в кабриолет, открытый 2-местный ТС – в закрытый 4-местный (<i>Citroen, Chevrolet</i> и др.)
<i>По конструктивной схеме</i>	
Концепции двигателей	Необходимость снижения уровня токсичности и сокращения выбросов ведет к уменьшению рабочего объема двигателей и делает их более компактными
Альтернативный привод	ТЭ и водород в багажнике в качестве дополнительных источников энергии для вспомогательных агрегатов
Полный привод	Доля автомобилей с приводом 4x4 увеличивается
Турбодизели	Становятся экономичнее, экологичнее и

	мощнее
Автоматическая коробка передач	Доля автомобилей с АКП увеличивается
Огромные колеса	Эстетичность и мощные тормозные системы
Высококачественные материалы	делают интерьер автомобиля вторым домом
Электроника	Доля электроники в стоимости автомобиля по некоторым моделям уже превышает 50 %
Превентивная безопасность	Электронные системы в дополнение к системам пассивной безопасности служат для предупреждения ДТП и их раннего распознавания
Бортовые информационно-развлекательные системы	Делают ТС кинотеатром на колесах, концертным залом, интернет-кафе. Ускоряют разработку и внедрение новых концепций управления автомобилем
Мехатроника	<i>ESP</i> (противозаносная система) и электрогидравлическая тормозная система
Управление «по проводам» (<i>Drive-by-wire</i>)	В автомобилях будущих поколений это приведет к революционным изменениям в конструкции кузова в силу новой компоновки узлов и агрегатов. Из-за отказа от традиционных органов управления пространство салона может быть организовано совершенно по-новому
<i>По имиджу и маркетингу</i>	
Многообразие модификаций	Массовые модели выпускаются с широкой гаммой по цене и по мощности двигателя
Суперспортивный автомобиль	Каждая марка ТС представляет модель <i>Sport</i> или <i>GT</i>
Стиль ретро	Вдыхает новую жизнь в культовые ТС
Роскошные автомобили	<i>Maybach, Daimler, Bugatti</i> и др.
Двери-крылья	Атрибут выставочных автомобилей. Годятся только для автомобилей, выпускаемых

	мелкими сериями (<i>Mazda RX-8, Rolls-Royce, Mercedes</i> и др.)
Дизайн светотехники	Фары и задние фонари становятся акцентами внешнего облика ТС. Дизайн освещения и ТС в ночное время

Французский журнал «*Ingenieurs de L'automobile*» назвал ряд характерных признаков автомобиля начала третьего тысячелетия: 1) магнитные карты для команд на пуск двигателя и на открывание дверей; 2) управление автомобилем без рулевого колеса; 3) автоматическое регулирование динамики ТС; 4) панель приборов с жидкокристаллическим дисплеем; 5) надувные боковые подушки безопасности; 6) видеокамеры для обзорности; 7) электрическая прозрачная крыша; 8) фары с точечными источниками, автоматически регулирующие световой поток в зависимости от ситуации на дороге и от скорости движения.

Выделено две категории факторов, определяющих конструкцию автомобиля будущего, которые влияют на выбор силового агрегата, систем безопасности, материалов и топлива:

1) экономико-материальные факторы: запасы топлива и наличие инфраструктуры распространения и распределения материальных ценностей, уровень урбанизации или субурбанизации и уровень/стоимость используемых технологий, включая характеристики безопасности;

2) социально-культурные факторы: аспекты, касающиеся дорог, плотности дорожного движения, парковки, характер встреч и контактов людей (т. е. могут ли видеоконференции заменить личные встречи, на которых решаются вопросы, как по организации коллективной работы, так и вопросы бизнеса), правил движения, способов проведения свободного времени, причин приобретения автомобиля, политической структуры, налогов на автомобили, природоохранных законов (а также и отношения к ним со стороны общества) и стиля, статуса и эстетических стандартов, имеющих отношение к автомобилям.

За сто лет автомобиль принципиально не изменился: использование ДВС, рулевое колесо и четыре резиновых шины. Новые разработки были связаны с принципиально новыми концепциями личного транспорта. Производством автомобилей будущего столетия будут заниматься несколько крупных производителей, по форме, техническим характеристикам и функциональному назначению все автомобили будут похожи. ТС будут покупать для частых поездок.

К 2100 году личные автомобили станут просто средством передвижения людей и современными коммуникативными средствами. Автомобили будут различаться по размерам: от одноместных (малого класса) до восьмиместных. Сядя в автомобиль, пассажир просто сообщает пункт назначения. Система управления рассчитывает его маршрут и продумывает детали задачи по транспортировке, и автомобиль с комфортом доставляет пассажира по месту назначения. При парковке ТС будут принимать вертикальное положение в целях экономии места.

Комфортабельность. Повышение комфортабельности в ТС будет обеспечиваться электронными системами (в настоящее время на долю электроники приходится четверть стоимости автомобиля). Современные направления и системы: система *X-by-wire / Drive-by-wire* (управление по проводам), система *TTA (Time Triggered Architecture*, таймер на определенный функционал ТС).

Кузов и конструкционные материалы. Сталь до 2025 г. Сохранить свои позиции в автомобилестроении (*Jeff Dieffenbach, IBIS Associates, Wellesley, Массачусетс* (компания в области материалов и производства). *Jeff Dieffenbach* уверен в успешном будущем пространственной рамы из нержавеющей стали (прочность, коррозионностойкость, снижает вес на 45 %, простая технология формовочных процессов).

Существует тенденция в снижение веса ТС посредством облегченных материалов: пластмассы типа *Noryl*; крупногабаритные детали кузова из алюминиевого сплава; панели кузова из термопласта с возможностью изменения формы и пр.

По материалам электронного ресурса [www.avtoprices.com]. *ТС на основе магнитных сил. Speedway Transport System* (скоростная транспортная система) составлена из сегментов трассы под напряжением, подавая питание на ЭД ТС (рисунки 1.14). Недостатком явилась высокая стоимость производства [407].



Рисунок 1.14 – Концепция скоростной транспортной системы [407]

ТС на основе использования солнечной энергии. Opel Flow concept car. Концепция *Opel Flow* была разработана Мииком Хейкиненем и представляет *Opel* в 2049 году. Одноместное ТС с нулевым уровнем выбросов позволяет людям перемещаться по городу непринужденным и безопасным способом. ТС производится с использованием легких материалов и включает в себя солнечные панели в качестве основного источника энергии, которые подпитывают бортовые АКБ. В дополнение к генерации солнечной энергии для подзарядки батарей, шасси ТС также собирает энергию от движения тела (рисунок 1.15) [403].

HXO Solar-powered Concept Car. *HXO* является созданием дизайнера Ван и Чжан Янчао Чжичжэнь и представляет собой футуристическое ТС без операционных расходов. Экономичный ТС собирает солнечную энергию в движении и использует ее для расщепления воды на водород и кислород. Водород используется для питания ТС (рисунок 1.16) [403].



Рисунок 1.15 – Концепция ТС
Opel Flow concept car [403]



Рисунок 1.16 – Концепция ТС *HHO*
Solar-powered Concept Car [403]

Компания *Renault* представила концепт четырех моделей электрических ТС (рисунок 1.17), в том числе ультракомпактное одноместное ТС; трехдверная модель ТС для трех пассажиров и водителя с панорамной крышей и солнечные батареи [405].



Рисунок 1.17 – Концепт ТС *Renault* [405]

для представления на Франкфуртской автомобильной выставке

ТС на основе использования биологических источников энергии. Mercedes BIOME. Mercedes-Benz предложил новый футуристический концепт *BIOME* (рисунок 1.18) [408]. Концепт-кар *Mercedes-Benz BIOME* выполнен из сверхлегкого материала (биоволокно) *BioFibre* и весит 394 кг. Биоволокно легче пластика и прочнее стали. Вещество *BioNectar4534* является источником энергии. Биоавтомобиль *Mercedes-Benz* лишний кислород выделяет в атмосферу.

Honda FCX Clarity (рисунок 1.19). Разработка автомобиля *Honda FCX* построена на водородных ТЭ *Honda FC Stack* (готовая к промышленному производству). Развитию водородного транспорта препятствуют: недостаточная доступность этого вида топлива для потребителей и его высокая стоимость.



Рисунок 1.18 – Концепция ТС
Mercedes BIOME [408]



Рисунок 1.19 – *Honda FCX Clarity*
на водороде [401]

Опытно-конструкторский центр американского подразделения компании *Honda* официально представил домашнюю энергостанцию (*Home Energy Station*) четвертого поколения. Данный комплект оборудования позволяет добывать водород из природного газа. Домашняя энергостанция позволит производить топливо для автомобилей типа *FCX Clarity* и направлять часть мощности на энергоснабжение и отопление дома. При этом итоговый выброс углекислоты будет на 30 % меньше, чем при использовании традиционного топлива и традиционных автомобилей [401].

В результате проведенного анализа основных современных технологий выявились основные тенденции развития энергетической индустрии. Направленность на применение экологически чистого топлива и материалов для изготовления конструкций ТС (развитая тенденция). Способы получения электрической энергии, магнитной силы, энергии солнца и биологических веществ также становятся предметом работы ученых, дизайнеров, конструкторов и эргономистов. Для последующей разработки ТС среди названных технологий рациональный способ передвижения за счет ЭД,

магнитных сил и магнитного дорожного полотна. Данные технологии формируют основное представление об образе и структуре разрабатываемой гаммы ТС.

Стилевые тенденции в сегменте МТС

1. *Утилитарное стилевое направление МТС* (электротележки, электрокары, электротягочи, гольф-кары и прочие ТС). Область применения данных ТС перевозка и транспортировка людей и грузов на производственных площадях и пространствах. Лаконичная геометрическая внешняя структура на основе и определяется гранями на пересечениях данных фигур. Модели: электротележка *FB2* (ЗАО «Компания инноваций и технологий», рисунок 1.20); электромобиль «Бронтокар» (ОАО «АвтоВАЗ», рисунок 1.21).

2. *Спортивно-туристическое стилевое направление МТС*. Квадрициклы, снегоходы, гоночные багги. Динамический характер стилеобразования формы кузова. Творческим источником внешней структуры выбирается природный аналог (хищное животное). Характерной моделью является квадрицикл *Quark* от *Peugeot* (рисунок 1.22).



Рисунок 1.22 – Квадрицикл *Quark*

3. *Трансформационное стилевое направление МТС*. Внешняя оболочка МТС образована по принципу трансформации и отражает его функциональные возможности. Характерной моделью является концепт «Машина-муравей» (рисунок 1.23). Одноместная кабина с подъемным кузовом, который откидывается в рабочее положение и ТС из миникара трансформируется в грузовик.



Рисунок 1.23 – Машина-муравей

4. *Имиджевое стилевое направление МТС* подчеркивает имидж владельца ТС. Агрессивное формообразование внешней структуры характерно для владельца-индивидуалиста. Для женщин распространены лаконичные решения. Концепт-арты МТС, характеризуется футуристическими формами и применением новых принципов движения, производственных технологий и материалов. Для примера приведем концепт *Peugeot*: изменение цвета интерьера по настроению водителя; полимерные панели с изменением формы; эксплуатируется на электричестве с солнечными батареями (рисунок 1.24).

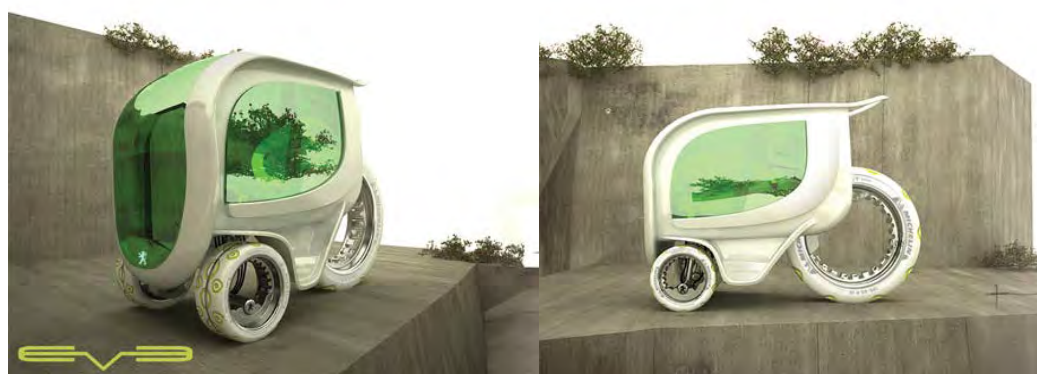


Рисунок 1.24 – Электрокар *Eve*

Развитие инновационных технологий оригинальных проектных решений ТС в области дизайна кузова и в компоновке ТС вплоть до изменения принципов движения ТС, что приводит к изменению внешнего вида ТС. Формообразование ТС развивается от лаконичной правильной геометрии до бионической геометрии и в других комбинациях новых форм. Мода повышает

потребность в новых эстетически совершенных формах ТС, что требует совершенствования моделирования и изготовления сложных поверхностей класса «А».

1.5. Постановка цели и задач исследования

Целью работы является разработка теории и методологии дизайн-проектирования малогабаритных транспортных средств. Для достижения цели работы необходимо решить исследовательские **задачи**:

- 1) провести анализ нового сегмента транспорта и его места среди других ТС: ретроспективный анализ (становление и эволюция формообразования МТС), категории и классы международной и отечественной классификации ТС в сегменте МТС;
- 2) провести классификацию и типологию МТС по антропометрическим, функциональным и формообразующим проектным критериям;
- 3) разработать методики моделирования перспективных компоновочных схем на этапе дизайн-проектирования МТС;
- 4) разработать методики проектного моделирования кузова с использованием численного анализа на этапе дизайн-проектирования МТС;
- 5) провести апробацию в перспективных опытных образцах МТС.

На рисунке 1.25 представлена структура теоретических и методологических основ дизайна МТС.



Рисунок 1.25 – Структура теоретических и методологических основ дизайна МТС

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ НОВОГО СЕГМЕНТА ТРАСПОРТА – МАЛОГАБАРИТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

2.1. Типология формообразования исторических малогабаритных транспортных средств

В начале XX века ТС меняли принцип движения с конного на механический. Первые индивидуальные ТС обладали малыми массогабаритными параметрами и мощностью двигателя, низким уровнем комфорта и безопасности. ТС предназначены были для прогулки и развлечения и были оснащены трубчатой структурой кузова. Под новый принцип движения ТС со сложным техническим обслуживанием конструкторы не нашли новой формы кузова индивидуального МТС. Конструкторы применяли предшествующую форму и структуру кузова ТС на конном движителе с индивидуальным ремесленным исполнением. Кузов являлся высокой открытой объемно-пространственной структурой: стальной трубчатый каркас (составной и полиэлементный), художественный облик которого определялся структурными и декоративными элементами. Главным фактором была качественная реализация функции кузова ТС – «Инженерный стиль». Индивидуальные легкие МТС подвергались жесткой тряске на грунтовом дорожном полотне (отсутствовал опыт производства прочных легких конструкций) и малая мощность двигателя была недостаточна для движения. Мода капиталистического общества выявляла приоритет крупногабаритных мощных механических ТС [26; 64; 107; 110; 299; 313; 415; 421; 433; 465]. Потребность создания индивидуального МТС в 1900–1910-е гг. определялась экономией мощности двигателя.

После окончания I Мировой войны новая технологическая основа (точный метод) производства ТС привела к новым компоновочным решениям кузова МТС. В Европе военные, авиационные предприятия и малые компании (в 1920-е гг. в Англии было около 20 предприятий) производили индивидуаль-

ный малогабаритный транспорт на основе кузова автомобильного типа с мотоциклетными узлами и агрегатами. Крупные компании Франции, Германии, Англии и Италии производили мини-автомобиль. Авиационная специфика, как ведущая отрасль промышленности в данный исторический период, определяла тенденции формообразования кузова экономичного личного МТС. Кузов являлся геометричной закрытой объемно-пространственной структурой в виде горизонтальнонаправленного фюзеляжа для совершенствования конструктивной функции кузова. Стальной трубчатый каркас с панелями из дерева и брезента обеспечивали лаконичную форму кузова ТС, не обладавшей художественным стилевым решением [26; 65; 99; 107; 110; 300; 313; 465]. Потребность создания индивидуального МТС в 1920–1930-е гг. определялась экономией применяемых конструкционных материалов и технологических операций при производстве (издержки) для обеспечения его приемлемой цены.

После окончания II Мировой войны появилась категория ТС (особенно в СССР, Европе и Японии), занимающая место между мотоциклом и автомобилем, – предшественники современных механических ТС с малыми массогабаритными параметрами (трициклы и квадрициклы). Поствоенные причины развития производства данных ТС (в Европе ввели для них термин «*sans permis*» – бесправные): высокая стоимость топлива в Европе (Суэцкий кризис 1956 г.); закрытие заводов в Италии и Германии; истощение сырьевых баз для производства; потребность в бюджетном способе передвижения; отсутствие автострад; социальная реабилитация людей и обеспечение им свободного перемещения (особенно в СССР) [18; 69; 99; 119; 433; 479; 541].

В Европе производство было организовано на предприятиях авиационной промышленности с опытными кадрами данной отрасли, что повлияло на компоновку и структуру кузова индивидуального МТС. Наиболее известные фирмы-производители располагались в Германии, Италии и Англии. В 1958 г. в Германии произведено 600 тыс. данных ТС (39,4 % от производства индивидуальных ТС), в Англии – 290 тыс. (19,3 %), в Италии – 58 %, во Франции –

290 тыс. (25,2 %) [74].

В СССР в 1950–1960-е гг. выпускались: трицикл мотоциклетного типа в Киеве и мотоколяски Серпуховским мотоциклетным заводом. В НАМИ и МВТУ разработали, построили и испытали несколько опытных образцов индивидуальных МТС под руководством Б.М. Фиттермана [18; 99; 107; 117; 211; 313; 514; 515; 541]. Данные конструкции позволили более детально определить требования к микроавтомобилям для данного исторического этапа. Запорожский завод «Коммунар» (бывший ЗАЗ, Украина) начал производить автомобиль особо малого класса по проекту «*FIAT-600*» (отказ от разработок НАМИ) [74; 209; 541].

Развитие автомобильного рынка увеличило конкуренцию (Европа, Япония, США). Формообразование кузова стало важным фактором в стимуляции сбыта и формирования новых потребительских свойств ТС для повышения конкурентоспособности ТС на рынке. Форма кузова ТС стала носителем фирменного стиля производителя и идентификации на рынке. Появились профессиональные промышленные дизайнеры, формирующие пластическое решение формы кузова ТС [107; 117; 300; 415; 421; 465]. Формообразование кузова индивидуального МТС основывалось на закрытой объемно-пространственной структуре по мотивам образцов военной техники (1950-е гг.). Данный характер формы кузова соответствовал условиям массового производства: 1) обобщенный силуэт, 2) выпуклая криволинейная форма (более упругая), 3) отсутствие развитой пластической проработки деталей на общей форме [526]). Визуально обобщал форму кузова ТС закрытый тип кузова [465]. Применялась каркасно-панельная структура кузова: брезентовая или стальная крыша, полимерные панели. В МТС данного исторического периода (в СССР – мотоколяски) применяли серийные мотоциклетные комплектующие узлы и агрегаты, производство которых было обеспечено развитым мотоциклетным производством, что позволяло обеспечить малые массогабаритные показатели. Двухместные и трехколесные ТС были с автомобильной посадкой водителя и управлением мото-

циклетного типа и регистрировались как мотоцикл. Четырехколесные модели были с управлением автомобильного типа. Структурное решение ТС проектировалось для городских условий эксплуатации. Потребностью создания индивидуального МТС в 1950–1960-е гг. определялась экономией моторного топлива, общей площадью дорожного полотна, производственных площадей, сырья и технологических операций при производстве.

К концу 1960-х гг. произошел рост качества жизнедеятельности граждан, приведший к уменьшению объема производства индивидуального малогабаритного транспорта [274]. Спрос в 1970–1980-е гг. обеспечивался следующими причинами: отсутствие или упрощенная процедура допуска к управлению ТС (снаряженная масса до 350 кг, мощность до 4 кВт, рабочий объемом до 50 см³, максимальная скорость до 45 км/ч), что привлекало молодую и пожилую категории потребителей; повышение цены моторного топлива (с 01.01.1974 *ОПЕС* повысила цену топлива в 3,5 раза); борьба за экологию городов и стремление уменьшить токсичные выбросы у ТС (демонстрации «зеленых» и общественные движения), повышение потребительских свойств МТС (экологичность, комфортабельность, безопасность, экономичность, стилевое решение) [26; 275; 313; 421; 465].

В СССР обновляли модель мотоколяски СЗЛ (Серпуховской мотоциклетный завод) и модель ЗАЗ с цельностальным несущим кузовом типа седан. По данным СеАЗ, в период с 1953 по 1995 гг. произвели 572 тыс. мотоколясок различных модификаций. На луцком автомобильном заводе производили МТС повышенной проходимости (по проекту НАМИ) [125; 211; 316]. На Серпуховском мотоциклетном заводе при заказе Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР разрабатывались проекты нового МТС, в том числе мотоколяски (смена модели СЗД). В данный период наметилось отставание автомобильной промышленности СССР, в том числе и производства индивидуального малогабаритного транспорта, по причинам отсутствия конкуренции в СССР и по ряду других причин [421].

Повышение экологичности у ТС привело к появлению одного из первых в мире микролитражных автомобилей с КЭСУ фирмой *General Motors Company (GMC)* [26; 275; 279].

В 1970–1980-е гг. индивидуальный малогабаритный транспорт обладал посадкой водителя и управлением автомобильного типа. Образцы МТС обладали рациональными решениями в размерах и пропорциях, форме и структуре ТС. Формообразование кузова было лаконично технологичное и геометричное. Форму кузова визуальнo увеличивали за счет увеличения количества деталей [26; 526]. Повысили у МТС комфортабельность, активную и пассивную безопасность. Потребность создания индивидуального малогабаритного ТС в 1970–1980-е гг. определялась экономией моторного топлива, кислорода в воздушной среде города и соответствие возрастной потребительской нише рынка ТС.

В середине 1980-х гг. были созданы отечественные перспективные образцы малогабаритного транспорта: двухместная модель МАДИ-АД1 с кузовом из стеклопластика и ненагруженной массой 160 кг (МАДИ совместно с РМЗ); двухместная модель со стальным кузовом и ненагруженной массой 200 кг (мопедный завод РМЗ, Рига); ВНИИмотопроме (Серпухов), ЛМЗ (Львов), Шауляйском моторном заводе «Вайрас» [313] и Ижмаше (Ижевск).

МТС становятся актуальны в Европе в начале 1990-х [5; 18; 42; 515]. Высокие требования к автотранспорту в аспекте экологии. В данный период МТС уже имеют мало общего с теми мотоколясками по причине несоответствия принятому в 1992 г. экологическому стандарту Евро-1 и ужесточенным нормам безопасности.

Мотоколяски популярны в настоящее время в азиатских странах (так называемые «Тут-туки»). Современные МТС, несмотря на высокую стоимость, привлекают покупателей компактностью, экономичностью, умеренным комфортом, льготными возможностями на разные регламентирующие документы на ТС.

В Европе МТС является перспективным направлением разработки. В ЕС

реализован проект малогабаритного трицикла «*Compact Low Emission Vehicle for Urban Transport «CLEVER»*» организациями Германии (*BMW, Technical University of Berlin, WEH GmbH, TAKATA-PETRI AG*), Австрии (*Institute for Transport Studies, ARC Leichtmetall Kompetenzzentrum Ranshofen GmbH, University for Bodenkultur Vienna*), Великобритании (*Cooper-Avon Tyres Ltd, University of Bath, Department of Mechanical Engineering*), Франции (*Institut Francais du Petrole*). Бюджет разработки составил € 3,35 млн.

В Великобритании компанией «*PRODRIVE*» был разработан городской МТС «*Naro*» (рисунок 2.1). Концепция ТС заключается в сочетании безопасность и вместимость автомобиля, и маневренность мотоцикла: мотоциклетная посадка водителя и пассажира и управление, кузов и управление автомобильного типа. Оригинальным решением является механизм, наклоняющий в поворотах МТС и сохраняющий устойчивость.

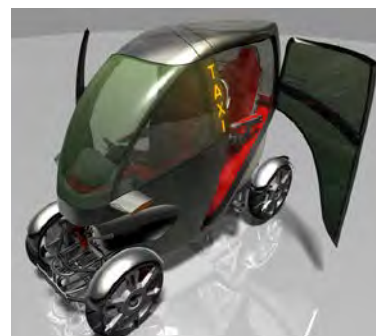


Рисунок 2.1 – *CLEVER* и *Naro*







































Для каждого исторического периода развития индивидуального малогабаритного транспорта характерен экономический показатель для потребителя и производителя (экологические, энергетические и сырьевые проблемы, социальное положение потребителей, городские проблемы, связанные с непрерывным увеличением количества ТС и пр.). Малогабаритный транспорт развивался параллельно с основными классами и категориями механических ТС.

На основании изложенного разработан типоразмерный ряд формальных решений кузова индивидуальных и коммерческих МТС пяти исторических периодов: 1900–1910, 1920–1930, 1950–1960, 1970–1980, 1990–2010-е гг. (рисунок 2.2). Исследованы и выявлены актуальный экономический показатель для

потребителя и производителя в разные исторические периоды создания индивидуального малогабаритного транспорта и их особенности формальных решений кузова (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Исторический период	Экономический показатель	Тенденции формообразующего решения кузова ТС
1	2	3
1900–1910 гг.	– Мощность двигателя	Характерные для предшествующих решений формы кузова с конным двигателем. Индивидуальное ремесленное исполнение
1920–1930 гг.	– Количество применяемых конструктивных материалов и технологических операций при производстве (издержки) для обеспечения его приемлемой цены	Характерные для авиастроения (ведущая авиационная отрасль промышленности). Тип кузова – горизонтальнонаправленный фюзеляж
1950–1960 гг.	– Количество моторного топлива – Общая площадь производства – Общая площадь дорожного полотна – Количество сырья и технологических операций (издержки) при производстве – Величина дохода потребителей – Социальная реабилитация поствоенных потребителей: обеспечение свободного перемещения людей с ограниченными физическими возможностями	Характерные для военной техники (ведущий военно-промышленный комплекс). Соответствие формального решения кузова условиям массового производства
1970–1980 гг.	– Количество моторного топлива – Количество кислорода в городской воздушной среде – Соответствие возрастной потребительской нише рынка ТС	Характерные для дизайна, актуального на автомобильном рынке (в автомобилестроении)
1990–2010 гг.	– Количество моторного топлива – Количество кислорода в городской воздушной среде – Соответствие возрастной потребительской нише рынка ТС	Характерные для дизайна, актуального на автомобильном рынке (в автомобилестроении)

	спорткары (молодежные)	городские	кабриолеты	пикапы	багги	концепт-кары
2000						
1990						
1980						
1970						
1960						
1950						
1940						
1930						
1920						
1910						
1900						

































фургоньы	минивены	электромкары (транспортная платформа)	снегоходы	мотоветеходы	скутеры (мопеды)	ветеходы амфибии	
							2000
							1990
							1980
							1970
							1960
							1950
							1940
							1930
							1920
							1910
							1900

Рисунок 2.2 – Типология формообразования исторических МТС

2.2. Малогабаритные транспортные средства в международной и отечественной классификации транспортных средств

В СССР действовала Единая отраслевая нормаль ОН 025270-66 от 1966 года, по которой выделялся особо малый класс ТС.

В 1992 году произошло изменение одобрения категорий ТС в ряде европейских стран в связи с образованием единого европейского экономического пространства, и ЕЭК ООН выпустила новые правила в *Directive 92/61/EEC* от 30 июня 1992 года [560]. Категории трициклов и квадрициклов (МТС) стали актуальными. Правила регламентировали для МТС: рабочий объем до 50 см³ и мощность до 4 кВт и 15 кВт. МТС стали обладать преимуществами по парковке, налогам и управлению без автомобильного водительского удостоверения с 14-16 лет (ТС категорий *L*) [560]. В Японии МТС класса *Q* обладают подобными преимуществами: рабочий объем до 660 см³ и мощность до 65 л.с., длина до 3400 мм и ширина до 1475 мм (с 1998 года) [430].

Для сближения правил одобрения ТС категории *L* в государствах ЕС выпустили *Directive 2002/24/EC* Европарламента и Совета ЕС от 18 марта 2002 года [262] при аннулировании *Directive 92/61/EEC*. *Directive 97/24/EC* Европарламента и Совета ЕС от 17 июня 1997 года [563], дополняющая *Directive 92/61/EEC* (действующую в 1997 году) были прописаны технические требования для одобрения ТС категории *Lv* ЕС по некоторым комплектующим узлам и характеристикам. Для дополнения директивы [563] будет проводиться постоянный анализ развития технологий, особенно по пассивной безопасности.

Во Франции с 1996 года начала свою деятельность ассоциация европейских производителей и импортеров квадрициклов (*AFQUAD*). Деятельность ассоциации *AFQUAD* заключается в участии по разработке новых директив европейского законодательства, связанных с квадрициклами; в развитии понимания полезности и обоснованности квадрициклов у

гражданских властей и общества; в сохранении профессиональной этикой между различными игроками рынка квадрициклов. С 2004 года деятельность *AFQUAD* началась в странах Восточной Европы и особенно в России.

ГОСТ Р 52051-2003 от 01.01.2004 года [94] учитывает *Directive 2002/24/EC* и дает определения ТС категории *L* по четырем параметрам: ненагруженная масса, мощность двигателя, скорость, рабочий объем. Отдельно к квадрициклам прописывались технические требования в ГОСТ Р 51815-2001 «Квадрициклы. Общие технические требования» от 01.07.2002 года [92]. В таблице 2.2 приведены МТС в категории *L*.

Законодательство ЕС [562] регламентирует иную маркировку ТС категории *L-L1e-L7e(L1-L7)* и максимальную конструктивную скорость до 45 км/ч для *L6e (L6)*.

Таблица 2.2

МТС	Категория <i>L</i>	Технические требования
Мопед	<i>L1</i>	Двухколесные ТС, максимальная конструктивная скорость которых не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся: в случае двигателя внутреннего сгорания – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 см ³ , или в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт
Трициклы	<i>L2</i>	- Трехколесные транспортные средства с любым расположением колес, максимальная конструктивная скорость которых не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся: в случае двигателя внутреннего сгорания с принудительным зажиганием – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 см ³ , или в случае двигателя внутреннего сгорания другого типа - максимальной эффективной мощностью, не превышающей 4 кВт, или

		в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью в режиме длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт
	<i>L₄</i>	Трехколесные транспортные средства с колесами, асимметричными по отношению к средней продольной плоскости, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 см ³ , и (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч
	<i>L₅</i>	- Трехколесные транспортные средства с колесами, симметричными по отношению к средней продольной плоскости транспортного средства, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 см ³ , и (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч
Мотоцикл	<i>L₃</i>	Двухколесные транспортные средства, рабочий объем двигателя которых (в случае двигателя внутреннего сгорания) превышает 50 см ³ (или) максимальная конструктивная скорость (при любом двигателе) превышает 50 км/ч.
Квадрициклы	<i>L₆</i>	Четырехколесные транспортные средства, масса которых без нагрузки не превышает 350 кг без учета массы аккумуляторов (в случае электрического транспортного средства), максимальная конструктивная скорость не превышает 50 км/ч, и характеризующиеся: в случае двигателя внутреннего сгорания с принудительным зажиганием – рабочим объемом двигателя, не превышающим 50 см ³ , или в случае двигателя внутреннего сгорания другого типа – максимальной эффективной мощностью двигателя, не превышающей 4 кВт, или в случае электродвигателя – номинальной максимальной мощностью двигателя в режиме

		длительной нагрузки, не превышающей 4 кВт
	<i>L₇</i>	Четырехколесные транспортные средства, иные, чем транспортные средства категории <i>L₆</i> , масса которых без нагрузки не превышает 400 кг (550 кг для транспортных средств, предназначенных для перевозки грузов) без учета массы аккумуляторов (в случае электрического транспортного средства) и максимальная эффективная мощность двигателя не превышает 15 кВт

Directive 91/439/EEC ЕЭК ООН [559] (ЕС) и российское законодательство регламентируют водительские права для категорий механических ТС, а в частности для категорий *L*:

– категории *L₁*, *L₂*, *L₆* (*L1e*, *L2e*, *L6e*) – не требуются водительское право (каждое государство может допускать к управлению ТС без водительских прав или нет).

– категории *L₃-L₅* (*L3e-L5e*) – требуется категория А.

– категории *L₇* (*L7e*) – требуется категория А или В. Возможно в РФ категории «А» у тракториста-машиниста. Для Европы категория В1 или водительские права для других категорий ТС [559].

ЕЭК ООН предложила не предусматривать управление без водительских прав ТС категорий *L* и каждая страна ЕС должна выровняться по данному пункту. Положение по допуску к управлению ТС категорий *L* в странах ЕС (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Допуск к управлению категорий *L1e*, *L2e*, *L6e* в некоторых странах ЕС (данные *AFQUAD*)

Страна ЕС	Законодательство	Допуск к управлению
Франция	Применяет Европейскую регламентацию	Без водительских прав с 16 лет*
Италия	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Без водительских прав с 14 лет

Бельгия	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Без водительских прав с 16 лет и добровольное образование (учеба) без экзамена
Голландия	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Без водительских прав с 16 лет и добровольное образование (учеба) без экзамена
Финляндия	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Не принято, в ожидании принятия соответствующими службами
Дания	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Автомобильные водительские права
Португалия	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями	Специфическое водительское право с 16 лет
Греция	Применяет существующие директивы и дополняет постановлениями. Использование дизельного двигателя запрещается в городах	Не принято, в ожидании принятия соответствующими службами
Испания	Применяет Европейскую регламентацию.	Без водительских прав с 14 лет и обязательное образование (8 ч.) без экзамена
Швейцария	Внутренняя регламентация. Официальное утверждение на медленном ТС	Облегченное водительское право (как на мопед) с 16 лет
Люксембург	Применяет Европейскую регламентацию. Возможность подтверждать в изолированном названии	Лицензия с 16 лет
Германия	Применяет Европейскую регламентацию	Облегченное водительское право с 16 лет для любого ТС скорость, которого ниже 25 км/ч или оснащенного двигателем объемом ниже 50 см ³

		Водительское право В для дизельных квадрициклов <i>L6e</i>
Австрия	Применяет Европейскую регламентацию	Без водительских прав с 16 лет

* Примечание. С 1 января 2004 года необходимо еще иметь постоянный документ Службы безопасности движения Франции (*BSR – brevet de securite routiere*) или водительские права любой категории. Категория *BSR* включает небольшой теоретический экзамен и обучение вождению в течении трех часов без экзамена.

Европейская терминология ТС категорий *L* (на основе французской терминологии):

1) легкие квадрициклы (*L6e*) – *quadricycles legers a moteur (QLEM) – vehicules sans permis (VSP)* или *voiturettes* (тележки);

2) трициклы (*L2e, L5e*) – *tricycles et quadricycles a moteur (TQM)*;

3) квадрициклы (*L7e*) – *quadricycles lourds a moteur (QLOM)*.

В России: «Мотоколяска» – квадрицикл с кузовом (ГОСТ Р 51815-2001).

В 2004 году был введен ГОСТ Р 52008-2003 «Средства мототранспортные четырехколесные внедорожные. Общие технические требования» [93] (таблица 2.4), который ввел термин «Мотовездеход» Для мотовездехода существует англоязычный термин «*ATV (All Terrain Vehicle)*».

Таблица 2.4 [93]

Категория мотовездеходов	Характеристика
Категория У	Мотовездеходы универсальные, предназначенные для общего применения
Категория С	Мотовездеходы, предназначенные для соревнований
Категория Х	Мотовездеходы, предназначенные для хозяйственного использования
Категория Д	Мотовездеходы с максимальным рабочим объемом двигателя 90 см ³ , предназначенные для нехозяйственного использования детьми и подростками под контролем взрослых
Подкатегория Д-6	Мотовездеходы, предназначенные для использования детьми не моложе 6 лет
Подкатегория Д-12	Мотовездеходы, предназначенные для использования подростками не моложе 12 лет

В 2012 году был введен ГОСТ Р 50944-2011 «Снегоходы. Технические требования и методы испытаний» [91], который регламентирует термин «Снегоход».

В ЕС и РФ трициклы $L2e$ (L_2) и квадрициклы $L6e$ (L_6) не регистрируются или регистрируется как мопед категории $L1e$ (L_1) (во Франции с 01.07.2004 года обязательно регистрируют мопеды ($L1e$, $L2e$)). Трициклы $L5e$ (L_5) и квадрициклы $L7e$ (L_7) регистрируются как мотоцикл категорий $L3e$ (L_3), $L4e$ (L_4). В РФ мотовездеходы и снегоходы регистрируются в Инспекции Гостехнадзора.

В Европе, Японии (ТС класса Q), России и т.д. для ТС категорий L (подобных национальных классов и категорий ТС) существуют упрощенные и бюджетные регистрация и допуск к управлению или отсутствие их.

МТС в настоящее время является наиболее перспективным сегментом транспорта. В сегмент МТС выделяются следующие национальные категории и классы (таблицы 2.5, 2.6):

1) Европейский союз (ЕС) – A -сегмент: мини-автомобили (*minicars, ECCOON*); супермини (*Supermini, EuroNCAP*); категории $L5e$ - $L7e$: легкие квадрициклы ($L6e$) – *quadricycles legers a moteur (QLEM)*; трициклы ($L2e$, $L5e$) – *tricycles et quadricycles a moteur (TQM)*; тяжелые квадрициклы ($L7e$) – *quadricycles lourds a moteur (QLOM)*, (*Directive 2002/24/EC*);

2) Россия и СНГ – особо малый класс (ОН 025270-66); категории L_5 - L_7 : трициклы, легкие квадрициклы, квадрициклы / мотоколяски (ГОСТ Р 52051-2003, ГОСТ Р 51815-2001);

3) Северная Америка – мини (*Minicompact car, Section 600.315-82 Classes of comparable automobiles, Title 40-Protection of Environment*);

4) Япония – легкий класс (*Keijidosha, kei-cars*);

5) Китай – малые автомобили / A_0 -сегмент (*Small cars / A_0 -segment, China Automotive Technology and Research Center (CATARC)*).

Таблица 2.5 – Национальные категории и классы ТС

Регион	Класс / Категория ТС	Характеристики ТС
ЕС	A-сегмент: мини-автомобили (<i>minicars</i>), супермини (<i>Supermini</i>)	1) Длина до 3,6 м, 2) Ширина до 1,6 м
ЕС, РФ	Категория <i>L5e</i> / L ₅ (трицикл)	1) Рабочий объем ДВС до 50 см ³ 2) Максимальная конструктивная скорость до 50 км/ч
	Категория <i>L6e</i> / L ₆ (легкий квадрицикл)	1) Рабочий объем ДВС до 50 см ³ или максимальная эффективная мощность двигателя до 4 кВт 2) Максимальная конструктивная скорость до 45 км/ч 3) Ненагруженная масса до 350 кг
	Категория <i>L7e</i> / L ₇ (тяжелый квадрицикл)	1) Максимальная эффективная мощность двигателя до 15 кВт 2) Ненагруженная масса до 400 (550*) кг
РФ	Особый малый класс (I и II группы)	1.1) Рабочий объем двигателя до 849 см ³ 1.2) Сухая масса до 649 кг 2.1) Рабочий объем двигателя 850-1099 см ³ 2.2) Сухая масса 650-799 кг
Северная Америка	Мини (<i>Minicompactcar</i>)	1) Полезный объем салона до 85 кубич. футов
Япония	Легкий класс (<i>Keijidosha / kei-cars</i>)	1) Длина до 3,4 м 2) Ширина до 1,48 м 3) Высота до 2 м 4) Рабочий объем двигателя до 660 см ³
Китай	Малыеавтомобили / A ₀ -сегмент (<i>Smallcars</i> / <i>A₀-segment</i>)	1) Длина до 4 м

* Для ТС, предназначенного для перевозки грузов.

Таблица 2.6

Регион	Класс и категория ТС	
	Автотранспортные средства	Мототранспортные средства
ЕС, РФ	<i>Mini cars / Supermini (А-сегмент)</i>	<i>Категории L₁- L₇ (L1e- L7e)</i>
Великобритания	<i>Microcar / Bubblecar</i>	
Северная Америка	<i>Minicompactcar</i>	
Япония	<i>Keijidosha / kei-cars (классQ)</i>	
Китай	<i>Small cars / A₀-segment</i>	

К сегменту МТС относятся производители:

Франции: Айksam-Мега (*Aixam-Mega*), Лижье (*Ligier Automobiles*), Беллье (*Bellier Automobiles S.A.*), Шатене (*Chatenet Automobiles*), СИМПА (*SIMPA-JDMS.A.*), Микрокар (*Microcar SA*), ДонФостер (*Don Foster Technologies*), Ауверленд (*Auverland S.A.*), САВЕЛ (*SAVEL*), Матра (*Matra Automobile*), СЕКМА (*SECMA*), Андер (*Andere*) и др.;

Италии: Пиаггио (*Piaggio&CSpA Veicoli Trasporto Leggero*), Касалини (*Casalini S.r.l.*), Гресав (*Greca S.p.A.*), Тассо (*Gruppo Industriale Tasso*), Маггиора (*Maggiore S.p.A.*), Опак (*Opac S.r.l.*), КАТ (*CATS.p.A.*), КМК (*CMCS.r.l.*), Микро-Вет (*Micro-Vett*), Маранелло (*Maranello*), Загато (*Zagato*) и др.;

Германии: АТВ (*ATW GmbH*) и др.; *Испании:* ВЕКСЕЛ (*VEXEL S.L.*) и др.; *Норвегии:* Елбил (*ElBil Norge AS Ltd.*); *Англии:* Продрайв (*Prodrive*);

Японии: Митсуока (*Mitsuoka.co*), Кавасаки (*Kawasaki*), Дайхатсу (*Daihatsu*) и др.;

Индии: Махидра Рева (*Mahindra Reva Electric Car Company*), Баджай (*Bajaj, Force*), Тата (*Tata Nano*) и др.;

Китай: Чеджианг (*Zhejiang*), Чонгкинг (*Chongqing Tengzhou*) и др.;

США: ЖЕМ (*GEM*), Форд (*Ford*) и др.;

России: ОАО «Автосельхозмаш-Холдинг», ОАО «Автоагрегат», «Техномастер», ОАО ПСА «Бронто», ГНЦФГУП «НАМИ», Московский завод «Электроприбор».

Пассивная безопасность МТС для городского движения. Состояние водительской и пешеходной грамотности с увеличением динамичности передвижного парка ТС приводит к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и раненых-погибших в результате ДТП [337].

Межведомственная национальная обсерватория службы безопасности движения Франции (*Observatoire National Interministérielle de Sécurité Routière – ONISR*) заключила, по результатам исследований, что для городского движения трициклы и квадрициклы [94; 562] имеют лучшую пассивную безопасность относительно автомобиля, мопеда и мотоцикла (рисунок 2.3, таблица 2.7). Франция имеет максимальное количество пользователей МТС в ЕС (рисунок 2.4) по данным *AFQUAD*. *AFQUAD* провела исследования погибших + раненных в ДТП по отношению к европейскому действующего парку МТС (таблицы 2.8, 2.9).

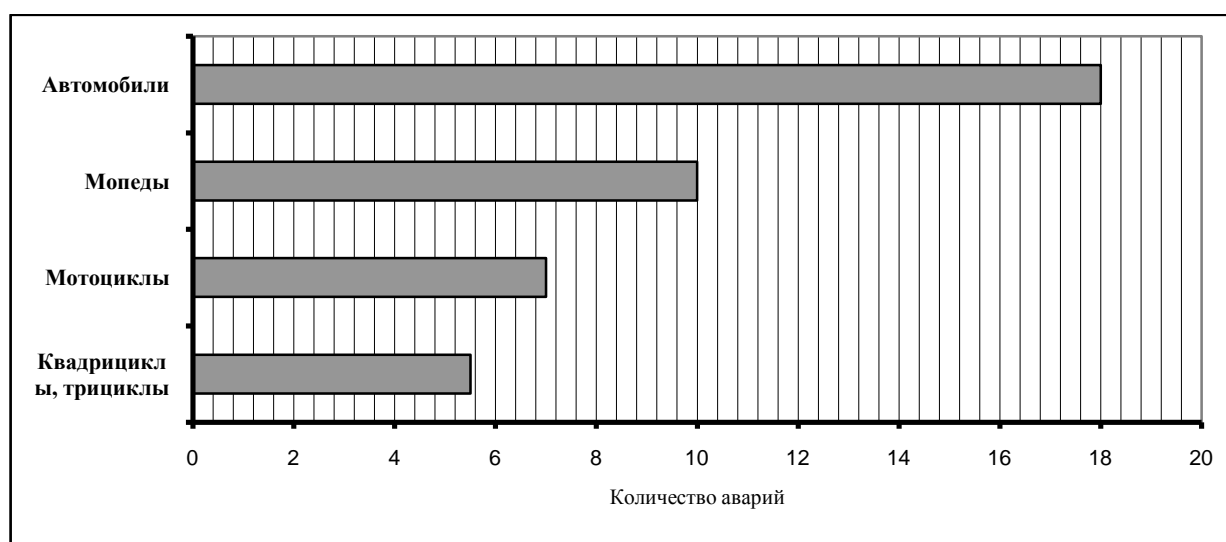


Рисунок 2.3 – Статистика ДТП на 1000 ТС,

участвующие в дорожном движении (данные *ONISR*)

Таблица 2.7 – Статистика пострадавших в ДТП (погибшие и раненые) за последние 5 лет во Франции

	Квадрицикл трицикл	Автомобиль	Мопед	Мотоцикл
Передвижной парк	140000	25000000	1500000	1000000

Погибшие + раненые	0,24 %	0,42 %	1,40 %	1,83 %
--------------------	--------	--------	--------	--------

Источники: статистические данные ДТП: Национальная Служба безопасности дорожного движения; передвижной парк: *APSAS, FIQ, CCFA, INSEE* (Национальный институт статистических и экономических исследований).

Таблица 2.8 – Статистика пострадавших в ДТП по отношению к действующему парку МТС в ЕС (данные *AFQUAD*)

	Общий	Франция	Испания	Италия	Австрия	Португалия	Голландия	Другие
Парк 2003	270000	140000	38000	39000	13000	13000	13000	14000
Погибшие + раненые	0,26%	0,23%	0,10%	0,39 %	0,41%	0,36%	0,15%	-

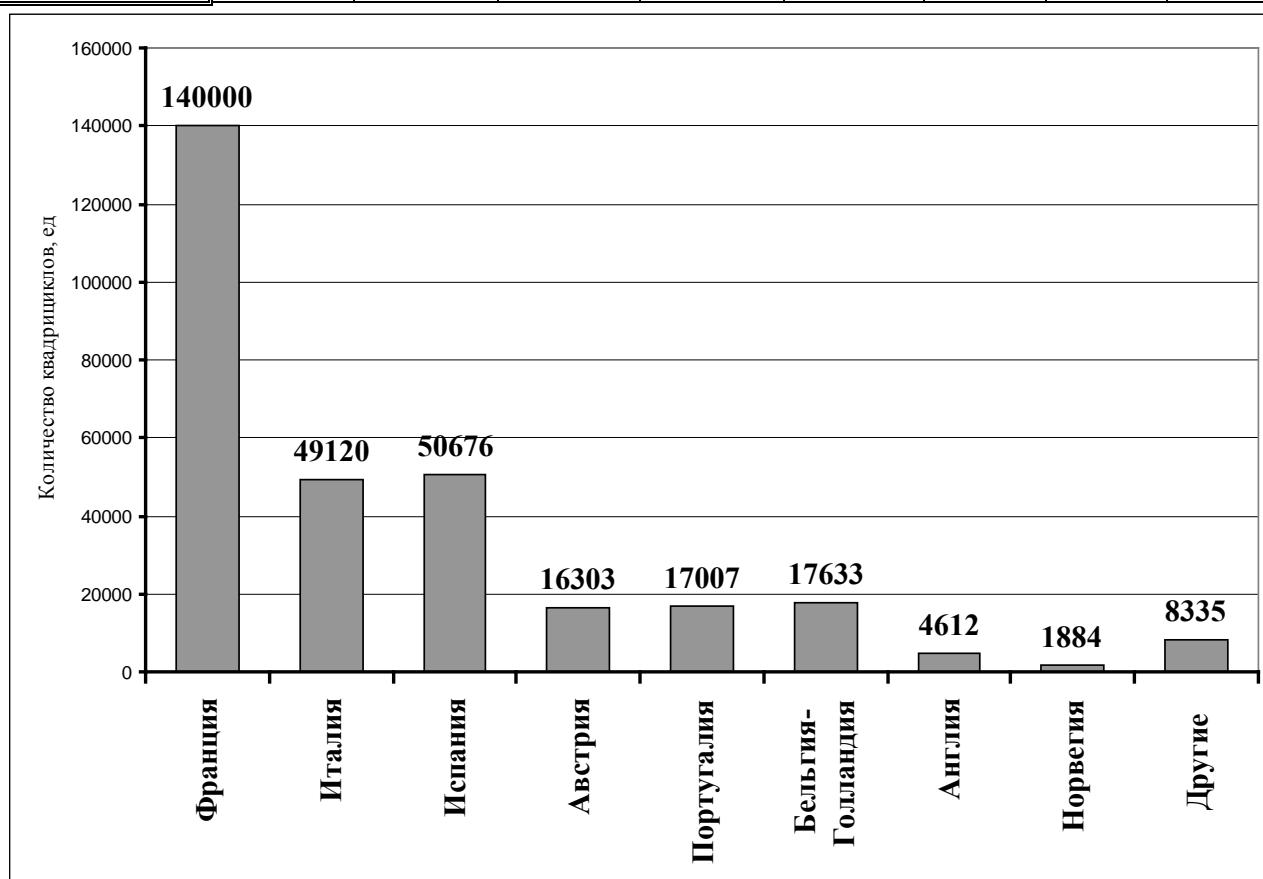


Рисунок 2.4 – Гистограмма распределения действующего парка МТС в Европе на 2006 год (305570 ТС – данные *AFQUAD*)

Таблица 2.9 – Статистика ДТП по отношению к действующему парку МТС в ЕС (данные *AFQUAD*)

	Общий	Франция	Испания	Италия	Австрия	Португалия	Голландия	Другие
Парк 2003	270000	140000	38000	39000	13000	13000	13000	14000
Наблюдаемые ДТП	5,0%	4,4%	5,1%	5,8%	7,4%	5,0%	5,0%	-

Проведение креш-тестов, обязательные для одобрения ТС категории *M*, не регламентируется для МТС. Модели компаний «*GRECAVS.p.A.(GONZAGA)*» (Италия) и «*AIXAM-MEGA*» (Франция) испытывает в тестах активной и пассивной безопасности (рисунки 2.5-2.7) для обеспечения максимальной безопасности водителя и пассажира ТС.



Рисунок 2.5 – Тесты активной безопасности модели МТС фирмы «*AIXAM-MEGA*»: (иллюстрации фирмы-производителя)



Рисунок 2.6 – Тесты пассивной безопасности модели МТС фирмы «*AIXAM-MEGA*»: (иллюстрации фирмы-производителя)

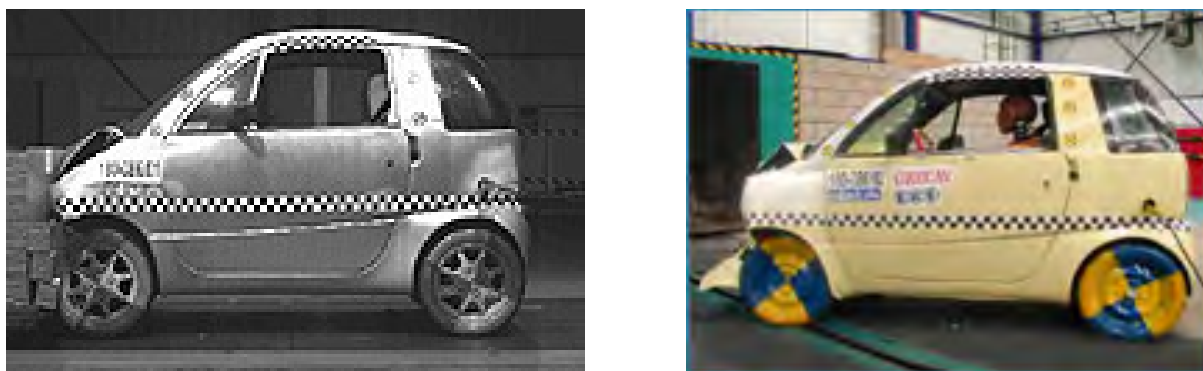


Рисунок 2.7 – Тесты пассивной безопасности модели МТС
фирмы «GRECAVS.p.A. (GONZAGA)»: (иллюстрации фирмы-производителя)

Вождение молодыми людьми до 18 лет МТС с автомобильной посадкой и управлением (категории, которая не требует водительских прав) повысит водительскую грамотность и уважение других участников дорожного движения, для пожилых людей и людей с ограниченными физическими возможностями станут альтернативой свободного перемещения. МТС является альтернативным решением: управление без автомобильных водительских прав с 14 лет (L_6) или с мотоциклетным водительским правом с 16 лет (L_7).

Пользователям МТС с получением полноценного автомобильного водительского права будет уже легко адаптироваться к автомобильному управлению ТС категории M . Данный переход на ТС категории M будет как новый профессиональным этап. Пользователям МТС с получением полноценного автомобильного водительского права будет уже легко адаптироваться к автомобильному управлению ТС категории M . Данный переход на ТС категории M будет как новый профессиональным этап. Крупные европейские производители МТС совместно с властями организовали бесплатную автошколу для покупателя-новичка нового МТС. Обучение в автошколе было адаптировано для молодых (до 18 лет) и пожилых людей. Данная система формирует мышление будущих водителей и гарантирует безопасность дорожного движения. Статистика ДТП (таблица 2.8, 2.9), в которых участвовали МТС (и их потребители), это подтверждает. Данная практика остро актуальна для РФ.

2.3. Классификация малогабаритных транспортных средств

МТС в настоящее время развиваются в разных направлениях, что выявляет актуальность разработки классификации данного сегмента ТС по следующим критериям: социальное решение, функциональное решение, формообразующее решение и структурное решение.

На рисунке 2.8 определен сегмент МТС.



Рисунок 2.8 – Виды ТС, входящие в сегмент МТС

Социальное решение: категория потребителя и его условия деятельности. Индивидуальное решение: категория потребителя возраста 14-29 лет, категория потребителя возраста более 60 лет, категория потребителя с ограниченными физическими возможностями. Служебное решение: категория потребителя-профессионала трудоспособного возраста (18-60 лет). Условия деятельности: сельское и городское решение.

МТС развиваются по двум функциональным направлениям:

1) индивидуальное направление; 2) коммерческое направление.

К индивидуальному направлению относятся трициклы и квадрициклы (мотоциклетного и автомобильного типа), багги, карты, гольф-кары, ТС для людей с ограниченными возможностями. К коммерческому направлению относятся мини-трактор (сельхоз техника), трициклы мотоциклетного типа (ТС для хозяйственных служб), квадрициклы автомобильного типа (такси и мини-

грузовик). Функциональное решение: назначение, область эксплуатации, условия эксплуатации. Назначение: индивидуальное и утилитарно-коммерческое. Область эксплуатации: перемещение пассажиров, совершение технологической работы, перемещение грузов (до 300 кг). Условия эксплуатации: городские и полевые.

Определение назначения МТС позволит более полной типологии МТС по форме и структуре ТС. Определены три группы функционального назначения МТС.

1-я группа. Легкие индивидуальные МТС эксплуатируются для поездок по городу на малые расстояния (до 30-40 км) в теплые сезоны как замена велосипеда или мопеда. Бюджетные одноместные ТС с малыми массогабаритными параметрами и маломощным ЭД. Посадка водителя возможна сидячая и стоячая.

2-я группа. Средние индивидуальные МТС для городской эксплуатации в течение рабочего дня. В данной группе МТС увеличивается дальность пробега (до 100 км) и динамика ТС; двухместный кузов автомобильного типа с багажным пространством и крышей; в целом увеличиваются массогабаритные параметры. Посадочная схема водителя и пассажира может располагаться продольно и поперечно.

3-я группа. Тяжелые утилитарные МТС эксплуатируются для перевозки грузов. Одноместные МТС с увеличенным пространством для груза (фургон и пикап).

В итоге имеем три основные группы МТС внутригородского назначения.

По габаритам исследуемые МТС классифицируются как категории *microcars/ subcompactcars/supermini*. В данных классификациях отсутствуют деление по форме и конструкции кузова ТС. Формообразование кузова МТС (дизайнерское решение кузова ТС: объемно-пространственная структура, пластическое и композиционное решения) развивается по 4 направлениям: 1) автотранспортное направление; 2) мототранспортное направление; 3)

комбинированное (авто- и мототранспортное) направление; 4) формирование нового проектного решения как для нового сегмента ТС.

Формообразующее решение кузова (дизайнерское решение кузова ТС: объемно-пространственная структура, пластическое и композиционное решения): принцип формообразования, объемно-пространственная структура, тип кузова. Принцип формообразования: автотранспортный (легкоавтомобильный и грузоавтомобильный), мототранспортный (мотоциклетный и мопедный), комбинированный (легкоавтомобильный + мотоциклетный и грузоавтомобильный + мотоциклетный), альтернативный (концептуальный). Объемно-пространственная структура кузова: закрытая, открытая и комбинированная.

Автотранспортное направление характеризуется пропорциями формы кузова МТС. Объемно-пространственная структура кузова МТС представляется в однообъемном и двухобъемном решениях. Силуэт профиля формы ТС продиктован требованиями компактного компоновочного решения, пассивной безопасностью и дополнительными требованиями аэродинамики. Данные требования выявляют выраженный наклон против направления движения передней стенки структуры. В двухобъемных моделях капот и моторный отсек выделяются в отдельный объем для создания образа ТС более высокого класса и категории. Рисунок боковых частей структуры может быть индивидуальным для каждой модели структуры посредством характерных элементов жесткости структуры. Имеется поясная линия боковых частей структуры к завышению в задней части ТС для создания более динамичного образа.

Мототранспортное направление характеризуется открытой и закрытой объемно-пространственной структурой кузова МТС. Пропорции структуры кузова формируют форма каркаса, диаметр колес, формы фар и навесных элементов, тандемная посадка водителя и пассажира. Агрессивный облик формы кузова, динамичность линий, большой диаметр колес, малый дорожный просвет, что создает облик МТС более высокого класса и категории ТС.

Структурное решение (по Я. Павловскому [415], Ю.А. Долматовскому [112], В.Ф. Родионову и Б.М. Фиттерману [446]): модель внутренней структуры, модель внешней структуры, класс структуры, силовая схема структуры, характеристики жесткости структуры, несущая схема структуры, способ соединения структуры, способ членения структуры, способ крепления узлов структуры, применяемые материалы структуры. На рисунках 2.9, 2.10 представлена классификация МТС.

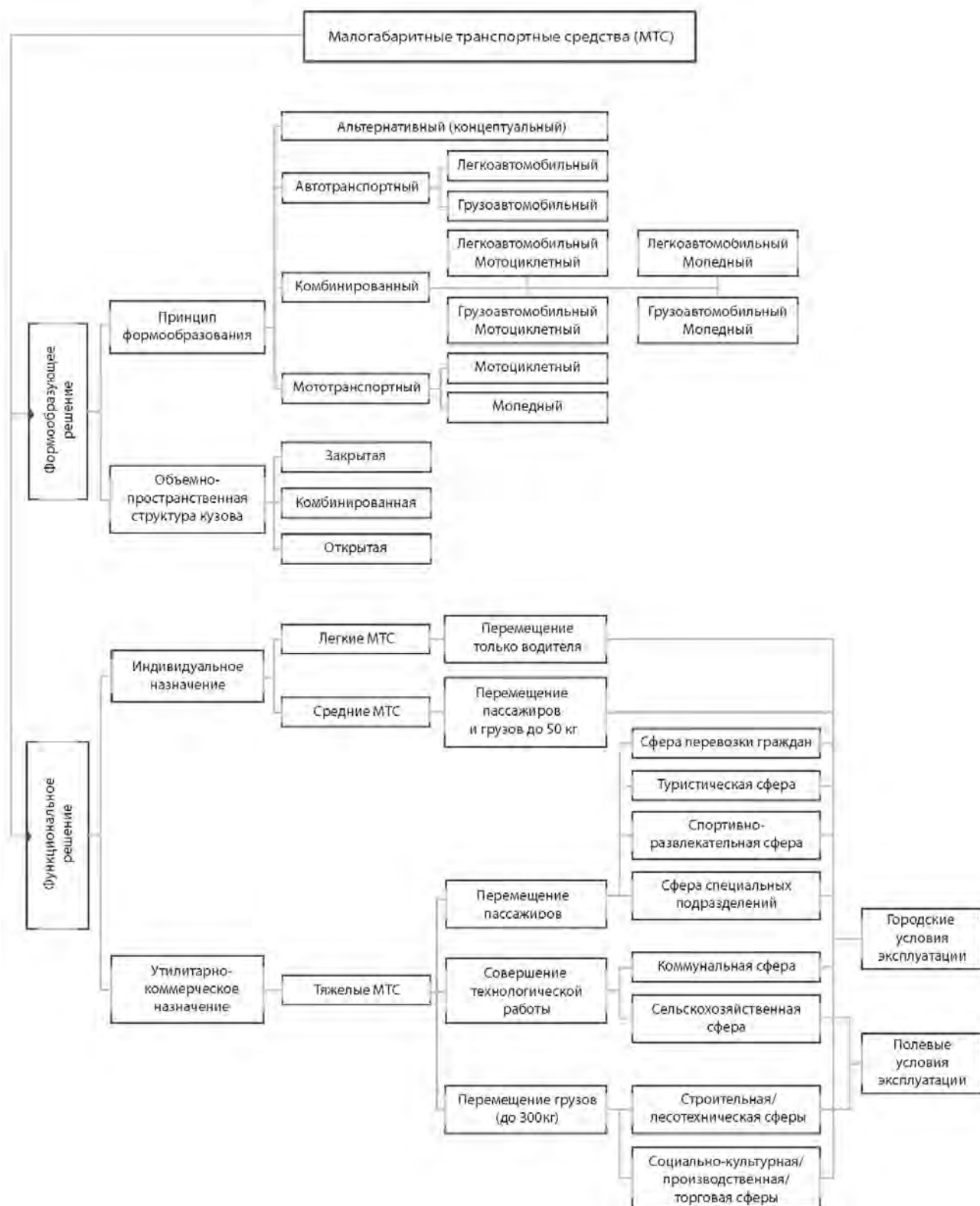


Рисунок 2.9 – Классификации МТС по функциональному решению и формообразующему решению

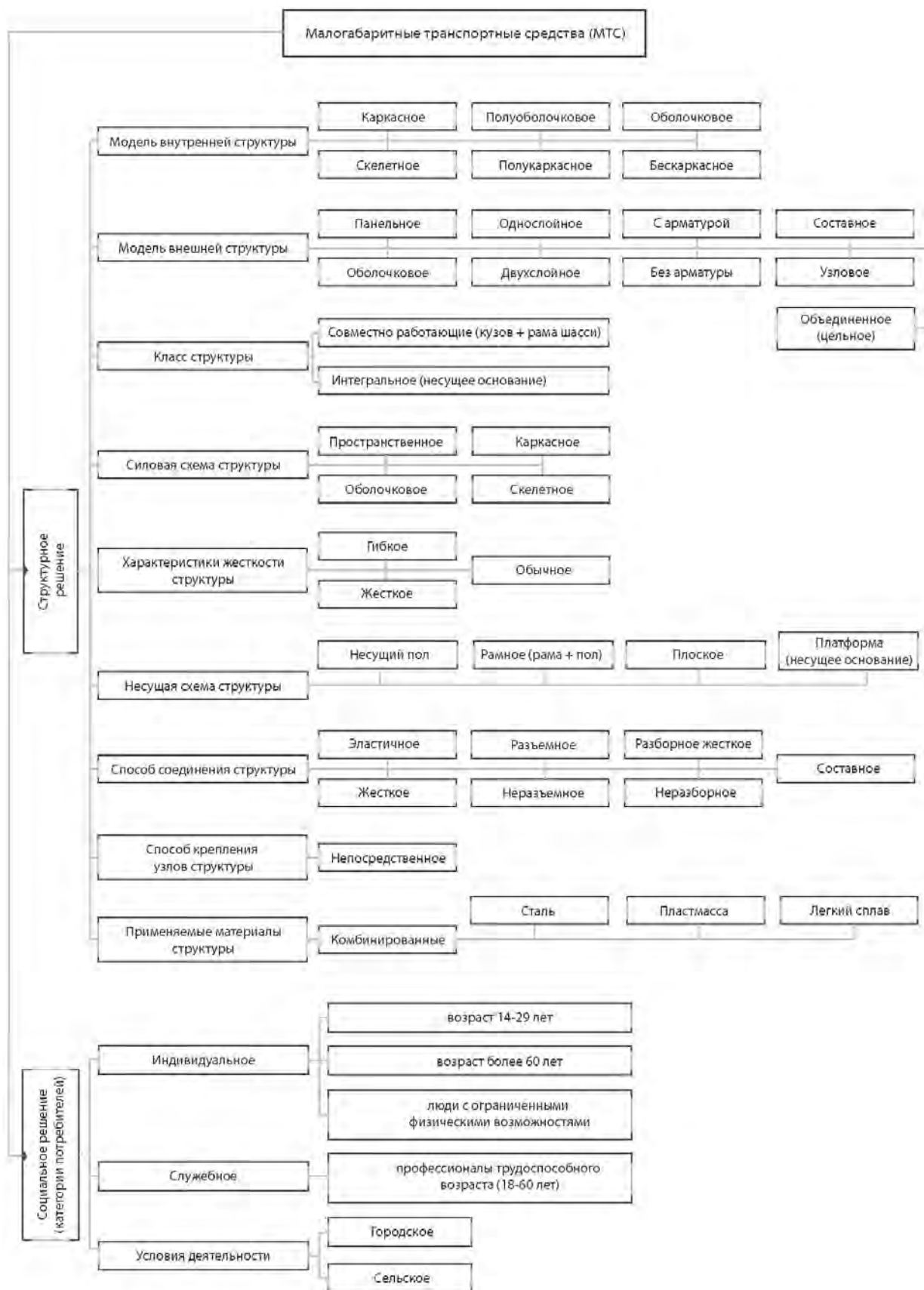


Рисунок 2.10 – Классификации МТС
по структурному решению и социальному решению

На рисунке 2.11 представлен типаж МТС: автомобильного типа (хэтчбекоднoобъемный, хэтчбекдвухoбъемный, кабриолет, купе, грузовик, фургон, пикап), открытая рама автомобильного типа (багги, карт), закрытая рама мотоциклетного типа (мопед, мотовездеход), открытая и закрытая транспортная платформа (гольф-кар, наземные транспортные роботы, мини-амфибии), миниспецтехника.

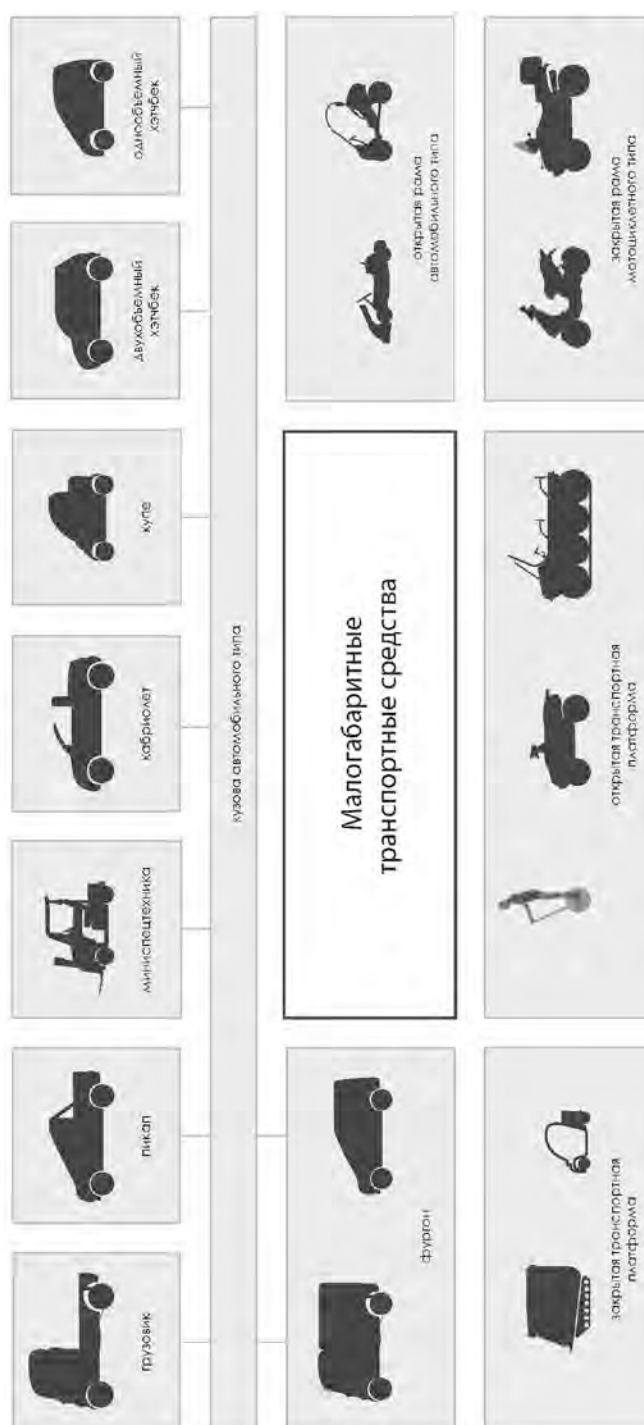


Рисунок 2.11 – Типаж МТС

2.4. Выводы по главе 2

1. На основании изложенного разработан типоразмерный ряд форм кузова индивидуальных и коммерческих МТС пяти исторических периодов: 1900–1910, 1920–1930, 1950–1960, 1970–1980, 1990–2010-е гг. Исследованы и определены актуальные экономические показатели для потребителя и производителя в разные исторических периоды создания индивидуального малогабаритного транспорта и их особенности формообразования кузова.

2. Определен сегмент МТС: мопеды, мотоциклы, трициклы, квадрициклы, мотовездеходы, снегоходы, багги, карты, наземные транспортные роботы и электрокары (транспортные платформы). Определены категории и классы международной и отечественной классификации ТС, входящий в новый сегмент МТС.

3. Разработан типаж МТС: автомобильного типа (хэтчбекоднoобъемный, хэтчбекдвухобъемный, кабриолет, купе, грузовик, фургон, пикап), открытая рама автомобильного типа (багги, карт), закрытая рама мотоциклетного типа (мопед, мотовездеход), открытая и закрытая транспортная платформа (гольф-кар, наземные транспортные роботы, мини-амфибии), миниспецтехника.

4. Разработана классификация МТС по социальному, функциональному, формообразующему и структурному решениям, позволяющая достоверно определить приоритеты формообразующих свойств МТС в соответствии с потребительскими и эксплуатационными свойствами.

ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Компоновочное моделирование ТС является одним из этапов дизайн-проектирования ТС. Выбор рациональной компоновочной схемы ТС предполагает исследование нескольких вариантов компоновок ТС с позиции возможных потребительских свойств ТС. Компоновочное решение ТС подразумевает пространственную компоновку функциональных зон для пассажиров, грузов, агрегатов и узлов: антропометрическая зона (салон), грузохозяйственная зона, агрегатно-силовая зона. Тип силового агрегата, используемый в ТС, будет влиять на варианты компоновки ТС. ТС разного назначения имеют разный приоритет по совокупности эксплуатационных свойств.

Проблемы экологии и трафика движения транспортных потоков в крупных городах [5] определяют критерии выбора компоновочных схем для МТС: габаритные параметры, количество пассажиров, экологичность, устойчивость, управляемость, маневренность. Выбор компоновочных схем определяется по расположению колес, пассажиров и силовых агрегатов. В проектировании перспективных МТС следует рассматривать современные экологичные и экономичные силовые установки, альтернативные ДВС. В итоге формируются выбор новых альтернативных компоновок пассажиров и агрегатов. Выявляется актуальность в проведении компоновочного проектирования (детального анализа и выбора рациональной компоновочной схемы) МТС на этапе дизайн-проектирования.

По результатам художественного формообразования МТС выполняется выбор перспективных рациональных компоновочных схем и моделирование антропометрической посадочной схемы [5; 138; 148; 149; 163; 198].

Законодательные требования, предъявляемые при одобрении категорий

МТС [92; 94; 562], определяют новые оригинальные комбинации эргономических и компоновочных требований к проектированию МТС.

Обеспечение малой ненагруженной массы и необходимого антропометрического пространства кузова МТС решается рациональным выбором дизайнера компоновочной схемы. При моделировании компоновочной схемы определяются: посадочное пространство под определенное количество и расположение посадочных мест водителя и пассажиров (зоны досягаемости и свободного пространства в салоне); агрегатное пространство с определенным расположением узлов и агрегатов ТС.

Для достижения определенной совокупности потребительских свойств МТС необходимо провести научно-обоснованный выбор компоновочной схемы в процессе дизайн-проектирования МТС. В настоящее время отсутствуют методические рекомендации, позволяющие дизайнеру научно обоснованно выбрать рациональное компоновочное решение МТС. В главе 3 будет рассмотрен выбор и моделирование перспективных посадочных и компоновочных схем МТС на этапе дизайн-проектирования.

В процессе на выбор компоновочной схемы МТС влияют следующие факторы (таблица 3.1): художественное решение кузова, структурное решение кузова, антропометрическое решение; схема расположения узлов и агрегатов; рыночная ниша ТС.

Таблица 3.1

Формообразующие свойства		
Художественное решение кузова/рамы	Структурное решение кузова/рамы	Антропометрическое решение кузова/рамы
<i>Компоновочная и посадочная схема</i>		
Схема расположения узлов и агрегатов	Рыночная ниша ТС	Схема шасси
Эксплуатационные свойства		

3.1. Классификация и моделирование современных антропометрических посадочных схем малогобаритных транспортных средств

Историческая типология антропометрических схем индивидуальных ТС

Эргономические качества автомобиля совершенствовались с момента его создания по следующим направлениям: антропометрическим, гигиеническим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим. Антропометрические схемы автомобиля отражают представления о рациональном размещении человека в автомобиле в заданный период времени и определяются угловыми и линейными характеристиками салона. Антропометрические схемы изменяются в зависимости от факторов, имевших разное значение в разные периоды. Рассмотрены этапы формирования эргономического пространства автомобиля и выявлены факторы, повлиявшие на антропометрические схемы.

Первый этап характеризуется заимствованием экипажной части гужевых повозок, предназначенных для низких скоростей. Основные проблемы, которые должны были решить конструкторы, – сложность управления всеми системами автомобиля, а также психологический барьер. Решение – группировка органов управления вокруг водителя при помощи тяг, рукоятей, педалей, рычагов.

Второй этап обозначает переход к новому уровню компоновки. В это время были определены общепринятые схемы расположения силового агрегата и человека. Благодаря пневматическим шинам стало возможным уменьшить диаметр колес и высоту, повысить устойчивость, а также применять колеса одного размера. Водитель получил защиту от дождя и пыли. Данные решения стали массовыми благодаря конвейерному производству. Социально-экономический фактор проявился в увеличении количества людей, которым стал доступен автомобиль.

Третий этап. В связи с увеличением скоростей (технический фактор) возникла необходимость улучшить амортизацию кресел и подвески (глубокие пружинные диваны). Получили распространение приборы контроля (спидометр, одометр, амперметр и т.д.) и вспомогательные приборы (дворники, указатели поворота, зеркала заднего вида). Больше распространение получили закрытые кузова.

Четвёртый этап. В связи с улучшением качества дорог и ростом скорости стало возможным появление безрамных кузовов (технический фактор). Несущая конструкция кузова позволила изменить пропорции кузова и сделать его ниже. Оформилась определенная низкая посадочная схема для легковых автомобилей: расположение сидений в зоне колесной базы, что обеспечивает комфорт и возможность на дополнительную багажно-грузовую зону. Пол в салоне существенно опустился, что позволило опустить передние сиденья. Двигатель смещён вперед и также расположен ниже. Размеры колес автомобиля уменьшились.

Пятый этап. Значительное влияние на антропометрическую схему оказали аэродинамические исследования (научный фактор) и обтекаемый стиль (эстетический фактор). Появился понтонный тип кузова. Ширина салона была увеличена за счёт крыльев. Вместимость – до трёх человек в одном ряду. Военные технологии нашли применение в новом классе ТС – квадроциклах, кабинероллерах, мотоколясках (влияние II Мировой войны и производственного фактора). Там же использовались эргономичные компактные сиденья малой ширины.

Шестой этап. Ключевым фактором, повлиявшим на посадку, стал фактор активной безопасности: ради достижения лучшей обзорности применялась посадка над передней осью, вагонная компоновка, заднее расположение двигателя. Площадь остекления увеличилась за счёт понижения поясной линии и уменьшения сечения стоек. Вторым фактором стала мода на аэродинамичные

формы (стайлинг, социально-эстетический фактор). Длина и ширина салона увеличилась, высота – уменьшилась, посадка стала ниже.

Седьмой этап. Главный фактор – пассивная безопасность. В салоне появилась травмобезопасная отделка салона, отдельные сиденья, ремни безопасности. Развитие робототехники (технологический фактор) позволило за счёт плоских поверхностей кузова увеличить объём салона.

Восьмой этап. По-прежнему главный фактор – пассивная безопасность (подголовники, программируемая деформация кузова). Второй фактор – экономический: топливный кризис повлиял на распространение компактных автомобилей.

Девятый этап: возросшее количество информации структурируется при помощи бортовых компьютеров. Усилитель рулевого управления позволил уменьшить диаметр рулевого колеса. Главный фактор – информатизация ТС: применение бортовых компьютеров и использование цифровых средств отображения информации.

Десятый этап: широкое распространение схемы с двойным полом, использующей пространство под салоном. Ровный пол позволил расставлять сиденья в произвольном порядке. Схема с двойным полом применяется также в гибридных силовых установках. Распространение получает схема со смещённым вперёд салоном (*cab forward*).

Одиннадцатый этап. Задача эргономики на данном этапе – оптимизировать информационные потоки, оставляя только важную информацию в удобном формате. Применяется проецирование данных на лобовое стекло. Второстепенные органы управления и настройки переносятся ближе к рулевому колесу либо дублируются в районе рулевого колеса и подрулевых переключателей. Альтернативные способы уведомления, задействующие звуковой канал. Ситуативные способы настройки, изменяющиеся в зависимости от контекста. Широкое распространение

вспомогательных устройств (радары, видеокамеры, круиз-контроль, парктроник).

Для установки тормозных механизмов с большим диаметром применяются колёса больших размеров, что приостанавливает применение компоновочной схемы *cab forward*. Однако характерный для данной схемы однообъёмный силуэт получает всё большее распространение: для увеличения пространства в салоне и усиления структуры кузова используются сдвоенные передние стойки.

Двенадцатый этап: Силовая структура кузова усиливается за счёт увеличения габаритных размеров. Подоконная линия повышается, толщина дверей также увеличивается для размещения эффективных энергопоглощающих конструкций. Происходит дальнейшая оптимизация информационных потоков, автоматизация управления в отдельных ситуациях (парковка, движение в пробках).

Антропометрические схемы зависят от конструкции и назначения автомобиля, и совершенство той или иной схемы зависит от того, насколько рационально используется высота и длина салона по отношению к общим габаритам автомобиля. На рисунке 3.1 представлена типология схем, в которых прослеживаются тенденции компоновки.

Первым признаком рациональной компоновки является такое соотношение посадки и компоновки, при котором высота оси переднего колеса и уровня пола (точки пятки – B) совпадают, либо уровень пола (точка B) находится ниже оси, и при этом расстояние от оси до точки B меньше, чем расстояние от пятки до точки H . Вторым признаком является соотношение длины салона к длине автомобиля: чем меньше число, тем рациональнее компоновка.

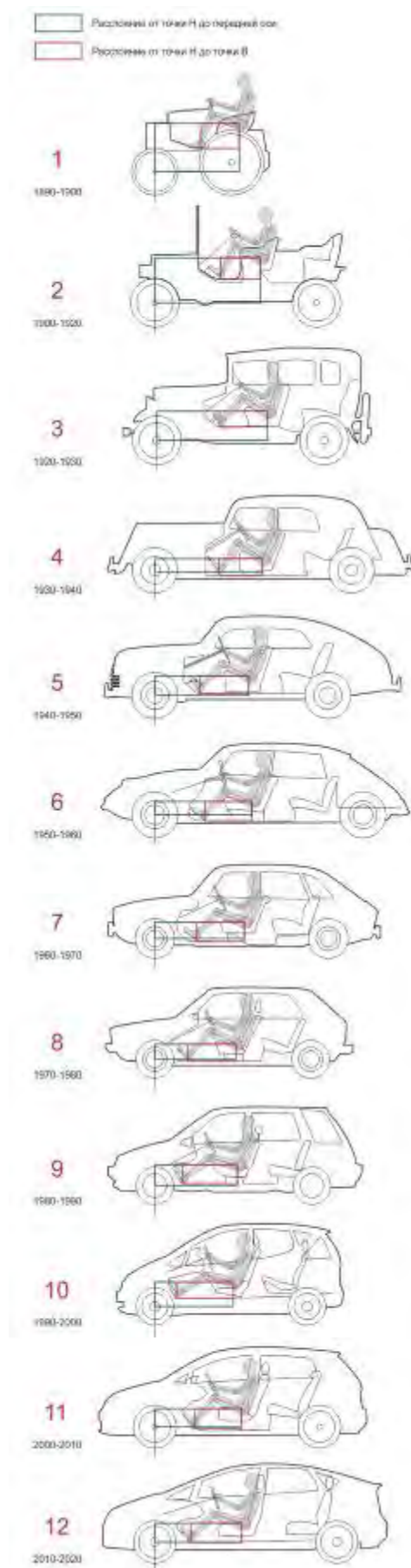


Рисунок 3.1 – Историческая типология антропометрических схем ТС

Эргономические схемы МТС. Регламентированные требования (ГОСТ Р 41.52-2005, ГОСТ 20304-90, ГОСТ 28261-89), предъявляемые к данному сегменту ТС, определяют специфичные сочетания эргономических рекомендаций проектирования. Эргономические схемы водителя и пассажира МТС можно классифицировать по параметрам посадочных схем на мопедные, мотоциклетные, легкоавтомобильные и грузоавтомобильные; по параметрам схем компоновки органов управления (тип управления) и параметрам схем посадочной позы и места (тип посадки) водителя/пассажиров МТС имеют специфичные сочетания (таблица 3.2).

Эргономическое решение МТС развивается по 4 направлениям:

- 1) *автотранспортное направление;*
- 2) *мототранспортное направление;*
- 3) *комбинированное (авто- и мототранспортное) направление;*
- 4) *формирование нового оригинального эргономического решения сегмента МТС.*

Автотранспортное направление: эргономические характеристики легкоавтомобильной и грузоавтомобильной посадки водителя и пассажира; характеристики автомобильного типа управления.

Мототранспортное направление (заимствование из характерных признаков, присущих мототранспорту): эргономические характеристики мопедной и мотоциклетной посадки водителя и пассажира; характеристики мопедного и мотоциклетного типа управления ТС; тандемная посадка водителя и пассажира.

Таблица 3.2 – Классификация эргономических схем МТС

Параметры эргономических схем МТС	Наименование эргономической схемы
1. Параметры посадочных схем от ТС категории <i>L</i>	Мопедная
	Мотоциклетная
2. Параметры посадочных схем от ТС категорий <i>M</i> и <i>N</i>	Легкоавтомобильная
	Грузоавтомобильная
3. Параметры схемы управления и посадочной схемы от ТС категории <i>L</i>	Мототранспортная модификация
4. Параметры схемы управления и посадочной схемы от ТС категорий <i>M</i> и <i>N</i>	Автотранспортная модификация
5. Параметры схемы управления от ТС категорий <i>M</i> и от посадочной схемы ТС категории <i>L</i>	Автомототранспортная (комбинированная модификация)
6. Параметры схемы управления от ТС категорий <i>L</i> и от посадочной схемы ТС категории <i>M</i> и <i>N</i>	Мотоавтомобильная (комбинированная модификация)
7. Параметры новых посадочных схем и управления для нового сегмента МТС	Альтернативная

Применение высокой посадки в МТС обуславливается назначением ТС, например, в ТС которые способны преодолевать бездорожье это способствует снижению нагрузок на позвоночник, при этом обеспечивает лучшую обзорность. По данным причинам высокую посадку имеют мотовездеходы, микрогрузовики, электротележки, микроавтобусы, такая посадка более удобна при длительных поездках, а также если работа водителя сопряжена с работой оператора, где ему больше чем просто водителю нужно совершать манипуляций и перемещений. Вторым случаем применения высокой посадки

является сокращение габаритов ТС, это характерно для МТС, так как более высокая посадка экономит пространство впереди и за водителем. Данный вид посадки часто применим и к спецтехнике, например цеховому транспорту, торговым погрузчикам, которым приходится работать в стесненных пространствах. Основной средой применением МТС является город.


Альтернативные эргономические схемы МТС появляются в концептах и концепт-артах на выставках и презентациях. Концептуальные решения имеют технологические, конструктивные, экономические и законодательные ограничения реализации. Отдельные дизайн-решения дают новую концепцию развития для смежных отраслей с автомобилестроением. Выявляются три группы факторов эргономического проектирования альтернативных схем МТС (таблица 3.3): альтернативные компоновочные решения ТС; альтернативные посадочные схемы ТС; упрощение и автоматизация управления ТС.

Альтернативные компоновочные решения МТС: альтернативные ЭСУ МТС, подпольное пространство, двух- и однообъемные решения ТС. При традиционном двухобъемном решении ТС снижается обзорность и увеличивается длина ТС. Для решения данного недостатка увеличивают высоту сидения. При однообъемном (вагонном или полувагонном) решении ТС уменьшается длина ТС, повышается обзорность и маневренность ТС. Появляется возможность расположения трёх рядов кресел с повышенной посадочной схемой (класс микроминивэнов, *Renault Megane Scenic*, 1996 г.).

Таблица 3.3 – Группы факторов эргономического проектирования альтернативных схем МТС

Наименование	Характеристика		Особенности	Схемы
Альтернативные компоновочные решения МТС	Компоновка кузова	Двухобъемная	Пассивная безопасность	
		Однообъемная	Обзорность, компактность, маневренность, дополнительные места	
	Компоновка	ДВС	Механическая связь	

	ЭСУ		ДВС с колесами	
		ДВС + ЭД	Свободное размещение ДВС как генератора	
		ЭД + АКБ/ТЭ	Ровный пол, вариативность компоновки	
Альтернативные посадочные схемы МТС	Одноосная схема	Стоячая	Легкость, портативность, компактность	
		Верховая (мотоциклетная)	Динамичность управления	
		Сидячая (автомобильная)	Компактность, безопасность, место для пассажира	
	Трехколесная двухосная	Верховая (мотоциклетная)	Имидж	
		Сидячая (автомобильная)	Компактность, комфорт	
		Тандемная (мотоциклетная)	Малая ширина, маневренность	
Упрощение и автоматизация управления МТС	Упрощение	Информационное	Навигация, развлечение	
		Адаптация	Погодная, дорожная и личная адаптация	
		Управление второстепенными функциями	Жестами, взглядом, голосом	
	Автоматизация	Движение по рельсам	Надежность, безопасность	

		Движение без рельс	Автономность	
--	--	-----------------------	--------------	---

Выявлены несколько проектных решений, обеспечивающих рациональность эргономических решений ТС: 1) сэндвич-структура пола с узлами и агрегатами (ровный пол салона обеспечивает разные комбинации сидений); багажно-грузовое пространство определяется высотой агрегатного пространства под полом; 2) однообъёмный кузов позволяет посадочной схеме оставаться достаточно низкой (*Chrysler* и *GM* под определением *cabforward* в 1990-е гг., а позднее *Honda Civic*, *Toyota Auris*, *Opel Astra*); для однообъёмной компоновки характерны малые окна перед водительской дверью (повышение прочности стоек при сохранении обзорности); 3) при комбинированной компоновке ЭСУ силовые агрегаты становятся компактнее, хранилища стремятся вниз (снизить центр масс), появляется возможность понизить подоконную линию спереди и улучшить обзорность; 4) применение в современных компоновочных схемах плоских АКБ, суперконденсаторов, топливных элементов, расположенных под полом между осями или задним сиденьем. Особенность расположения имеют газовые/водородные баллоны – за задней осью ТС в безопасном аспекте. Повышается уровень пола, улучшая удобство посадки-выхода из ТС и обзорность.

Область применения МТС и целевая группа потребителей будут влиять на высоту посадочной схемы (низкая спортивная посадочная схема ТС – молодежная; высокая – семейная), но компоновочные решения позволяют свободную организацию эргономического пространства МТС.

Альтернативные посадочные схемы МТС: новые функциональные и социальные решения ТС. Распространяются электрические одноосные, одно- и двухместные ТС (2001 г. – *Segway* (стоячая схема); 2009 г. – *GM* и *Segway* (кузов и посадочная схема автомобильного типа), дополняя традиционные велосипеды, скутеры, мотоциклы.

Адаптация одноосной схемы МТС и их простота управления дают новые средства передвижения людям с ограниченными возможностями.

Упрощение и автоматизация управления МТС. Развитие антропометрического пространства ТС в перспективе зависит от удобной эргономической схемы и от электронных автоматических функций, которые в перспективе могут освободить человека от непосредственного управления МТС (актуально для людей с ограниченными возможностями).

Примеры адаптации эргономического пространства к водителю и пассажиру: концепт *Ford Evos* (2011 г.), концепт *Google 2040* г., беспилотное такси *ULTra* – МТС на монорельсовой дороге, концепт *Nissan Panorama* и др.

Для каждой эргономической схемы МТС предусматривается ряд пропорциональных соотношений, согласно которому связываются основные композиционные элементы интерьера и экстерьера ТС. Предварительная эргономическая схема выбирается согласно назначению ТС и определяется регламентированными посадкой и посадочными манекенами. Для организации используются:

- линейные размеры манекенов 5, 50 и 95 перцентилей с поправками на одежду и обувь;
- расстояния от плечевого и тазового поясов до рулевого колеса, педалей, рукояти КПП и других органов управления в пределах досягаемости, а также расстояния между манекеном и перегородками, потолком, дверями, спинками передних сидений и т.д.;
- допустимые угловые параметры подвижности (кинематики конечностей) и обзорности, в т.ч. приборной панели и зеркал заднего вида;
- стандартные типоразмеры грузовых и багажных отделений.

При системном подходе оправданно применение модулей, образованных стандартными типоразмерами в деталях:

- 1) связанных с антропометрическими данными: органы управления и контроля, сиденья, поручни и т.д.;

2) связанных с конструкцией: силовые модули (число модулей зависит от класса ТС), пакеты АКБ (число стандартных пакетов зависит от мощности силовых модулей и типа посадки).

Посадочная схема водителя и пассажиров в МТС зависит от общего количества мест. Для МТС рассматриваются одно-, двух- и трехместные компоновки. На рисунках 3.2, 3.3 представлены классификации посадочных схем МТС.

1. Поперченное расположение водителя и пассажира (рисунки 3.1, 3.2): тип положения человека на сиденье – автомобильное; уменьшает колесную базу МТС, уменьшает устойчивость и управляемость; увеличивает маневренность; широкая колея уменьшает склонность к опрокидыванию; удобное расположение дверей МТС.

2. Продольное расположение водителя и пассажира (рисунки 3.2; 3.3): типы положения человека на сиденье: автомобильное (сидит в кресле) и мотоциклетное (обнимает коленями седло); мотоциклетное расположение уменьшает длину МТС; уменьшает колею автомобиля; уменьшает лобовую площадь кузова МТС. Данная схема рациональна для эксплуатации в городских условиях.

На рисунке 3.2 представлены компоновочные 4-колесные схемы с 3-местной посадкой пассажиров: расположения 2+1 / 1+2 пассажиров вдоль центральной оси МТС; уменьшает значение коэффициента аэродинамического сопротивления C_x (данная компоновочная схема позволяет проектировать кузов в форме «капли»). Схемы позволяют использовать антропометрическое пространство рационально.

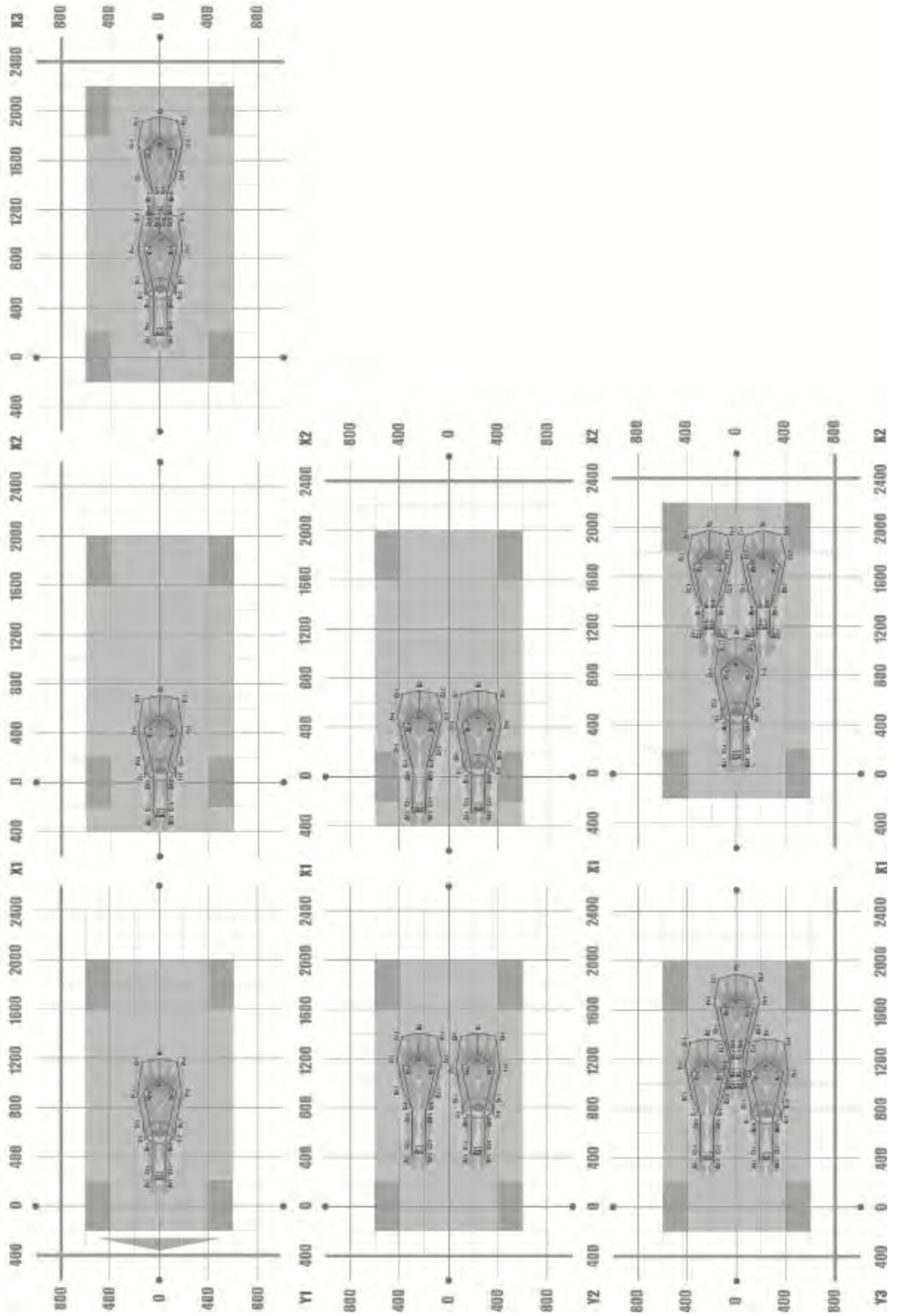


Рисунок 3.2 – Классификация посадочных схем в 4-колесных МТС

На рисунке 3.3 представлены компоновочные 3-колесные схемы:

1. Схема с 1 управляемым колесом (рисунок 3.3) двух- и трехместные: уменьшает массу МТС (простота подвески и рулевого механизма); уменьшает устойчивость. Рационально применять управляемое мотор-колесо для увеличения КПД и уменьшения общего веса конструкции (увеличивает стоимость и неподрессоренную массу, ухудшает управляемость).

2. Схема с 2 управляемыми колесами (рисунок 3.3): уменьшает потери в трансмиссии (отсутствие дифференциала); возможность переднего расположения ДВС (дифференциал) и заднего мотор-колеса; повышает устойчивость относительно первой схемы. 3-колесная схема уменьшает проходимость МТС относительно 4-колесной схемы (колеса двигаются в разных колеях). При малой скорости движения в городских условиях недостатки в устойчивости и проходимости не проявляются.

Для проведения оценочного анализа посадки водителя и пассажира в аспекте компактности определены площади четырех смоделированных посадочных схем по методу В.А. Ашкина [28]. В таблице 3.5 представлена сравнительная оценка посадочных схем МТС по следующим критериям: компактность, комфортабельность и вместимость. В таблице 3.4 – исходные данные манекенов водителя и пассажира.

Объемы водителя (V_d) и пассажиров (V_p), багажно-грузового пространства (V_b) формируют единый объем антропометрического пространства.

$$V_s = V_d + V_p + V_b(1)$$

Двухместная продольная посадочная схема и трехместная посадочная схема с двумя пассажирами сзади являются рациональными в аспекте материалоемкости и компактности МТС.

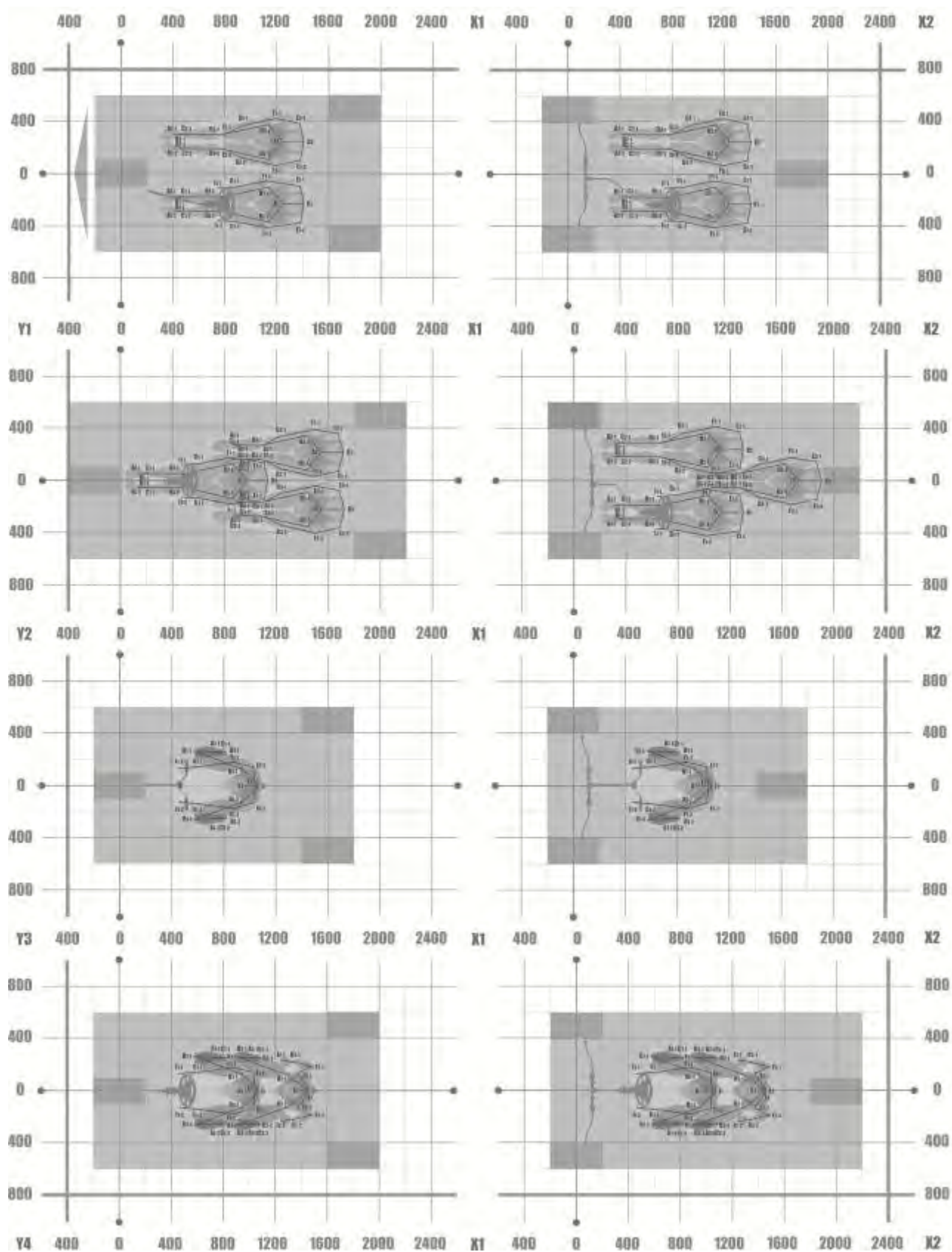


Рисунок 3.3 – Классификация посадочных схем в 3-х колесных МТС

Таблица 3.4 – Данные водителя и пассажира

Параметр	Показатель	
	Водитель	Пассажир
Манекен (<i>DIN 33408</i>)	95-ый перцентиль	95-ый перцентиль
Размер голени	460	460
Размер бедра	455	455
Угол наклона спинки сиденья, град.	12	24
Угол наклона подушки к горизонтали, град.	5	–
Угол в плечевом суставе, град.	30	–
Угол в локтевом суставе, град.	120	–
Угол в кистевом шарнире, град.	180	–

Таблица 3.5 – Сравнение посадочных схем водителя и пассажира

Количество человек	Тип посадочной схемы	Площадь, занимаемого людьми пространства, м ²
2	Поперечная	1,32
	Продольная	0,99
3	Треугольная 1+2	1,92
	Треугольная 2+1	1,99

Для МТС имеет преимущества компоновочная 4-колесная двухместная схема с продольным расположением водителя и пассажира, обеспечивающая малую колею, управляемость, устойчивость и маневренность ТС.

3.2. Классификация и моделирование современных компоновочных схем малогабаритных транспортных средств

Габаритные размеры, компоновка антропометрической и агрегатной зон, пропорции в целом относятся к компоновочно-геометрическим параметрам ТС. Существуют два основных вида компоновок с учетом расположения двигателя: переднеприводная и заднеприводная [5; 6; 339]. Полноприводные ТС сочетают преимущества переднеприводного и заднеприводного ТС. При выборе двигателя и ведущих колес МТС следует учитывать компоновочные и эксплуатационные свойства МТС. Проведем сравнительный анализ передне- и заднеприводной компоновочных схем МТС (таблица 3.6) и рассмотрим влияние каждой из них на следующие эксплуатационные свойства: тягово-скоростные свойства, топливная экономичность, устойчивость и управляемость.

Таблица 3.6 – Сравнительный анализ

передне- и заднеприводной компоновочных схем МТС

<i>Эксплуатационное свойство</i>	<i>Заднеприводная компоновка ТС</i>	<i>Переднеприводная компоновка ТС</i>
<i>Тягово-скоростные свойства</i>	<p>1. Лучшая динамика разгона при больших значениях коэффициента сцепления шин с полотном дороги. При больших ускорениях передок ТС разгружается, а задок загружается. На данной типе ТС можно использовать более мощные двигатели.</p> <p>2. Максимальные возможные углы подъема ТС по условию буксования ведущих колес из-за перераспределения веса ТС. [265]</p>	<p>1. Лучшее сцепление шин с дорогой при неполной загрузке ТС и при движении с малыми скоростями по дорогам с малым значением коэффициента сцепления шин с полотном дороги (менее 0,4-0,5), т.к. примерно 60 % веса ТС приходится на передние ведущие колеса. [20]</p>
<i>Топливная экономичность</i>	<p>1. Низкое аэродинамическое сопротивление: направление тяги совпадает с направлением движения и частично отсутствие большого количества агрегатов в моторном отсеке, что может повлиять на уменьшение расхода топлива.</p>	<p>1. Топливная экономичность будет лучше по следующим причинам: меньше потери в трансмиссии, ТС будет легче примерно на 40-50 кг. При этом следует отметить, что увеличение нагрузки на передние колеса приводит к росту усилий на рулевом колесе и неравномерности тормозных сил между мостами. [20].</p>
<i>Управляемость и устойчивость</i>	<p>1. Малая недостаточная поворачиваемость при половинной нагрузке (что хорошо с точки зрения управляемости и устойчивости движения).</p> <p>2. При входе в поворот ТС реже теряет управляемость по условию сцепления шин с полотном дороги [20, 265].</p> <p>3. ТС более отчетливо «показывает» водителю о приближающейся критической ситуации, например, снос задних ведущих колес служит первым симптомом об опасности.</p>	<p>1. ТС при прямолинейном движении ведет себя устойчиво даже при движении по скользкой обледенелой или укатанной снегом дороге.</p> <p>2. ТС проще в управлении и более устойчив при движении в некотором заданном диапазоне скоростей, зависящем от состояния дорожного покрытия.</p> <p>3. При сносе всех четырех колес ТС можно частично управлять при умелом пользовании рулем и педалью газа.</p>

Б.М. Фиттерман в своей работе по микроавтомобилям [515] рекомендует для обеспечения необходимого антропометрического пространства кузова малогабаритного транспорта следующие компоновочные схемы: 1) переднеприводная компоновка с передними колесами ведущими; 2) переднеприводная компоновка с задними колесами ведущими; 3) заднеприводная компоновка с задними колесами ведущими.

Развитие ТС с комбинированной энергосиловой установкой (КЭСУ) Большинство научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по автомобилям с КЭСУ в мировом автомобилестроении проведено за последнее десятилетие. В 1997 году впервые в мире автомобили с КЭСУ стали выпускаться *ToyotaMotor*[542]. В 2005 году корпорация *ToyotaMotor* представила результаты исследования, которые показали, что ТС с КЭСУ наиболее эффективны при учете энергозатрат (таблицы 3.7., 3.8; рисунки 3.4, 3.5) и выбросам CO_2 в полном цикле производства и эксплуатации (рисунок 3.6). По мнению специалистов *ToyotaMotor*, Министерства транспорта и строительства Германии и большинства специалистов в среднесрочной перспективе (до 2020–2030 гг.), КЭСУ являются наиболее эффективным направлением по экологичности и энергоемкости ТС (рисунок 3.7) [47].

Таблица 3.7 – Сравнение энергетической эффективности гибридных автомобилей с бензиновым ДВС и автомобилей с бензиновым ДВС [47]

Наименование	До топливного бака, [%]	От бака до колеса, [%]
Гибридные автомобили с бензиновым ДВС	88	37
Автомобили с бензиновым ДВС	88	16



Рисунок 3.4 – Сравнение энергетической эффективности гибридных автомобилей с бензиновым ДВС и автомобилей с бензиновым ДВС [16]

Таблица 3.8 – Сравнение энергетической эффективности гибридных автомобилей с ТЭ и автомобилей с ТЭ [47]

Наименование	До топливного бака, [%]	От бака до колеса, [%]
Гибридные автомобили с топливными элементами	58	50
Автомобили с топливными элементами	58	38

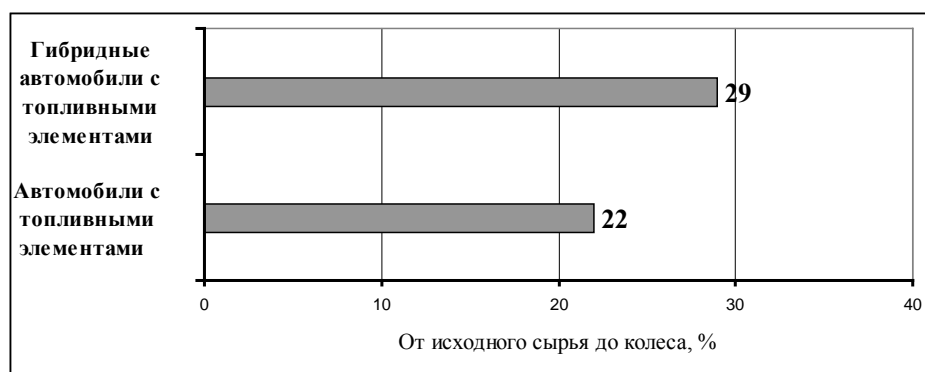


Рисунок 3.5 – Сравнение энергетической эффективности гибридных автомобилей с ТЭ и автомобилей с ТЭ [47]

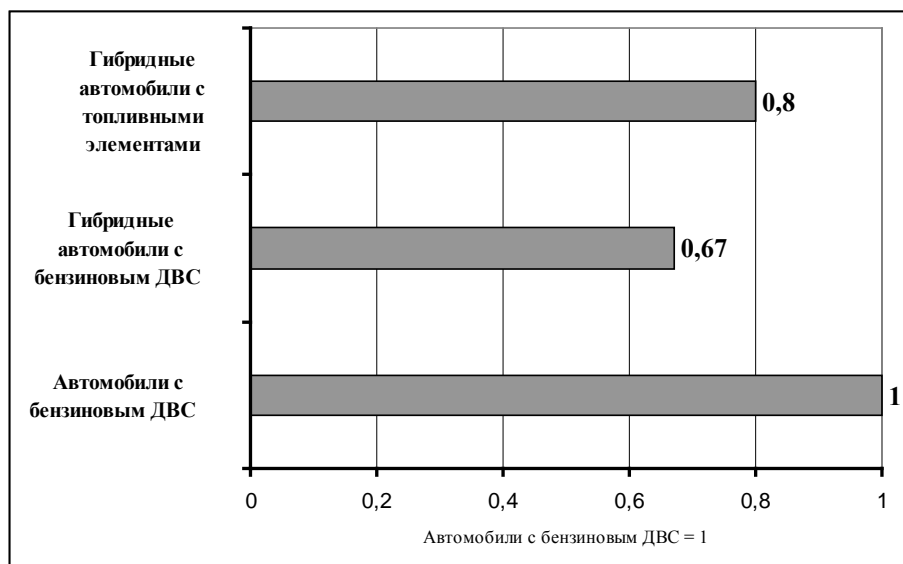


Рисунок 3.6 – Оценка выбросов CO₂ за весь жизненный цикл ТС[47]



Рисунок 3.7 – Развитие альтернативных видов топлива и автомобильных технологий [47]

Выбор и обоснование структурных схем КЭСУ для МТС. В морфологической схеме МТС можно применять различные агрегаты и структурные схемы КЭСУ по сформулированным требованиям к компоновке, топливной экономичности, экологичности, тягово-скоростным свойствам и т.д.

В структурных схемах КЭСУ МТС рассматриваются ТД, ЭД и НЭ. КЭСУ классифицируются по принципу компоновки ТД и ЭД:

1. Последовательная компоновочная схема КЭСУ (привод от ЭД). Данная компоновка ЭД и ТД обеспечивает движение с отключенным ТД для

уменьшения вредных выбросов при движении в городе, закрытых производственных помещениях, открытых больших территориях и др. ЭД имеет возможность рекуперировать энергию в НЭ при торможении МТС. В работе [226] указан основной недостаток последовательной компоновки, который мешает получить высокую топливную экономичность.

2. Параллельная компоновочная схема КЭСУ (привод возможен от ТД и (или) ЭД). Данная компоновка рациональна для МТС с позиций экологичности и топливной экономичности. Имеются недостатки: потери мощности в КЭСУ из-за сложности динамических процессов; дорогостоящий блок управления для согласования работы двух двигателей КЭСУ.

Для исправления изложенных недостатков используется другой тип параллельной компоновки КЭСУ для применения при создании МТС.

Компоновка МТС ДВС+ЭД. Переднее расположение ДВС формирует подкапотное пространство, увеличивая общую длину ТС. Относительно передней оси сиденье водителя смещается назад, где возможно расположение баллона и газового оборудования, и под ним – АКБ. Данная компоновка позволяет обеспечить рациональный баланс по осям МТС.

Компоновка МТС ЭД+ДВС. Центр тяжести МТС сместится назад, при этом уменьшится недостаточная поворачиваемость. Привод на задние колеса осуществляется от ДВС, увеличивая сцепления с дорогой и динамику разгона. Применение плоских АКБ возможно под водителем и пассажиром. Под сиденьем может находиться газовый баллон при мотоциклетной посадочной схеме водителя. Для расположения ДВС за задним креслом ТС необходимо увеличить длину рамы/кузова или водителя-пассажира расположить рядом друг с другом, увеличивая ширину. Рациональным решением будет расположение водителя и пассажира друг за другом в седле [493; 494]. На компоновке предполагается одноцилиндрованный мотоциклетный ДВС с горизонтальным расположением цилиндра, который имеет малые массогабаритные параметры.

Компоновка МТС два ЭД + один ДВС. Заднее расположение ДВС и газового баллона обеспечивает основную массу МТС на задние колеса. АКБ с конденсатором необходимо расположить максимально низко, чтобы понизить центр тяжести МТС. С данной компоновкой будет рационально сочетаться мотоциклетная посадочная схема водителя-пассажира, что позволит расположить блок конденсаторов под седлом. Уменьшается колесная база МТС при заднем ДВС и его вертикальном положении цилиндров, сближая мосты. Расположение пассажира над двигателем и за ним – 1-2 газовых баллона позволяет уменьшить общую длину кузова ТС. Два независимых ЭД или мотор-редукторов приходится на каждое переднее колесо, освобождая переднее подкапотное пространство ТС.

Компоновка МТС ДВС (вдоль рамы)+ЭД позволяет свободней организовать элементы трансмиссии.

Для обеспечения малой габаритной ширины МТС необходимо вести моделирование компоновочной схемы совместно с морфологической структурой кузова или рамы. Рационально использовать для МТС заднеприводную компоновочную схему с передним ЭД для обеспечения достаточного антропометрического и агрегатно-силового пространства.

Для определения грамотности процесса эскизной компоновки агрегатов и узлов МТС, которое будут влиять на эксплуатационные свойства ТС, необходимо провести классификацию и моделирование возможных вариантов альтернативных компоновок агрегатов и узлов МТС (ЭД; ДВС; ТЭ; водород; АКБ) (таблица 3.9, рисунки 3.9, 3.10). На рисунке 3.8 представлена общая классификация посадочных и компоновочных схем для разных групп МТС.

Таблица 3.9 – Классификация компоновочных схем МТС

Компоновочные схемы МТС				
	Виды ЭСУ и их расположение		Колесные схемы	
			4-х колесные	3-х колесные
Силовые схемы	ЭД	Переднее	$X1Y1, X2Y1$	$X1Y6$
		Центральное	–	$X2Y6$
		Заднее	$X3Y1$	$X1Y1, X2Y1$
		Комбинированное	$X4Y1, X5Y1$	$X5Y6$
	ДВС	Переднее	$X1Y2$	$X1Y7$
		Центральное	$X2Y2$	–
		Заднее	$X3Y2$	$X2Y7$
		Комбинированное	$X4Y2$	–
	КЭСУ (ЭД+ ДВС)	Переднее	$X1Y3$	–
		Центральное	$X2Y3$	–
		Заднее	$X3Y3, X4Y3$	–
		Комбинированное	$X5Y3-X8Y3$	$X1Y8-X3Y8$
	Альтернативные ИЭ	Переднее		
		Центральное	$X1Y4, X2Y4, X3Y5$	–
		Заднее	$X2Y5$	–
		Комбинированное	–	–

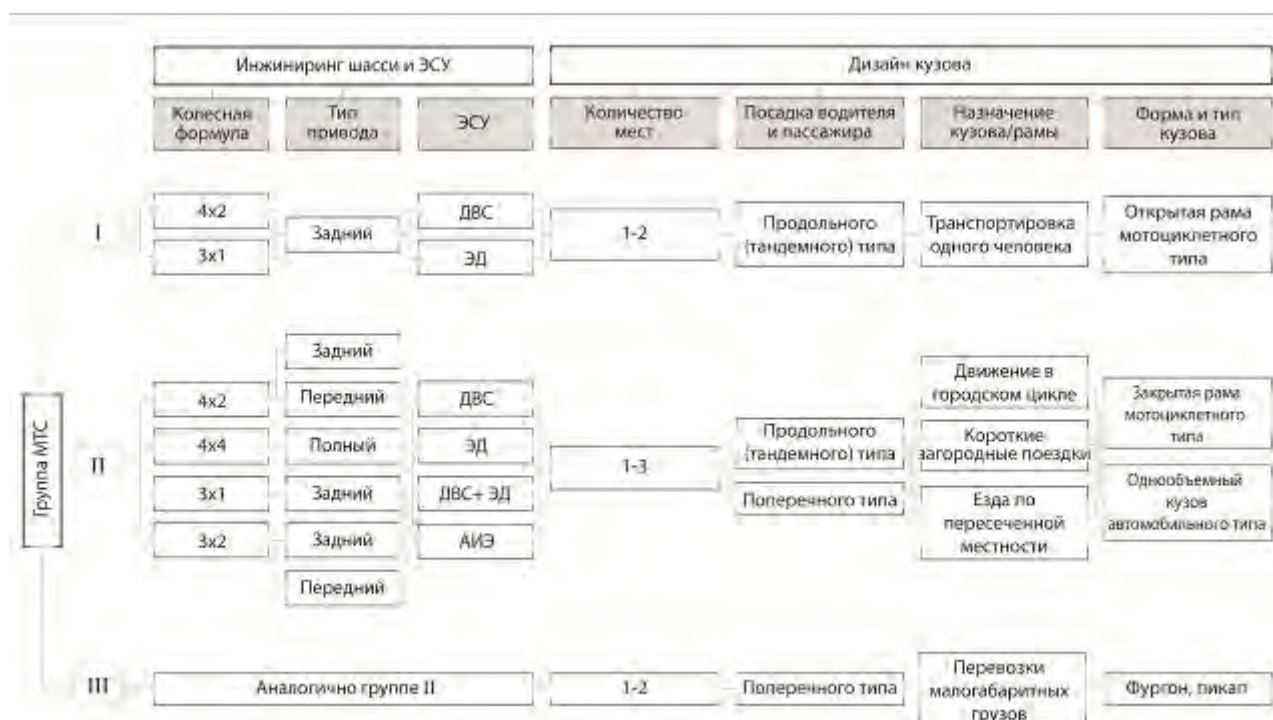
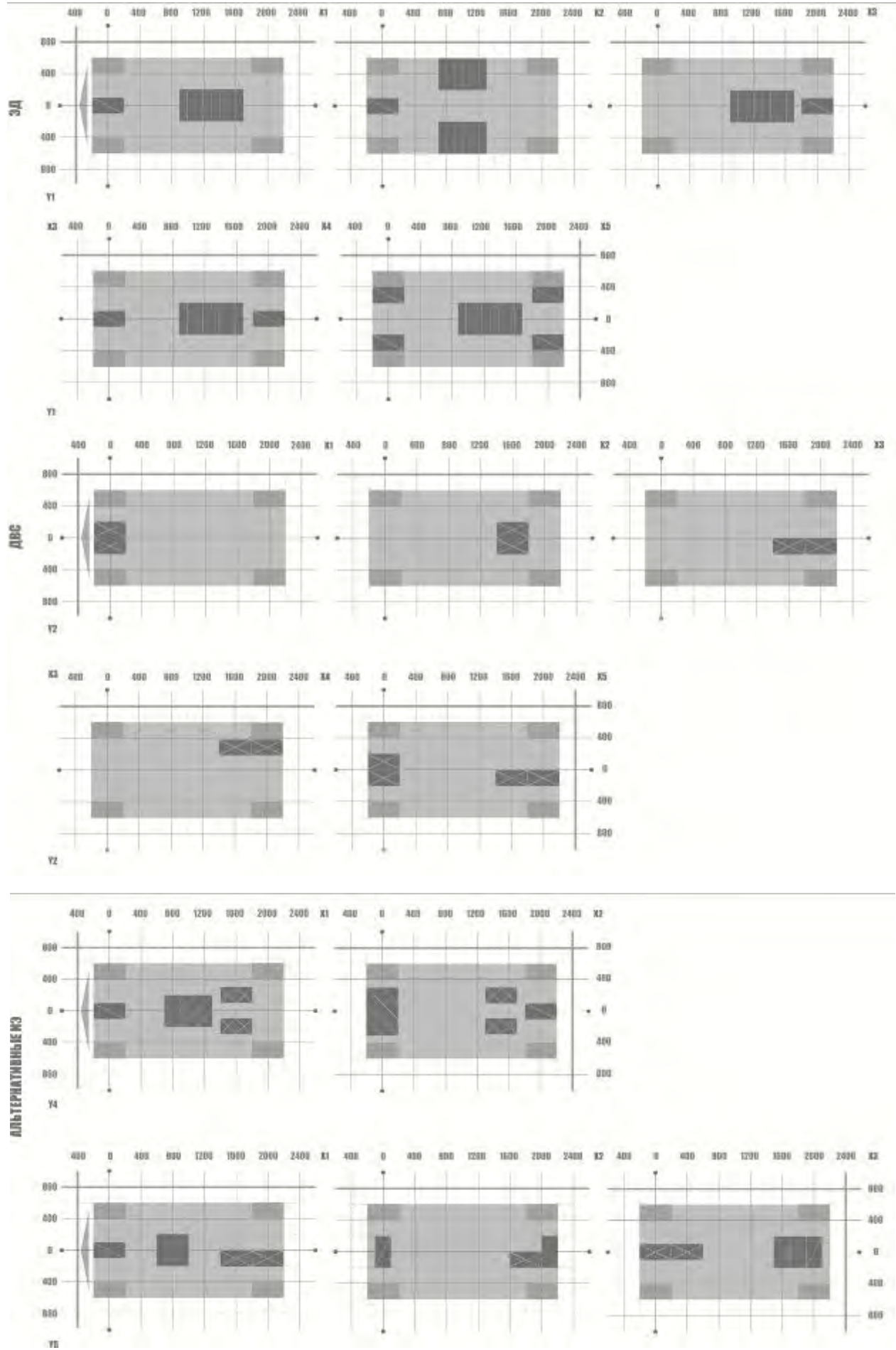


Рисунок 3.8



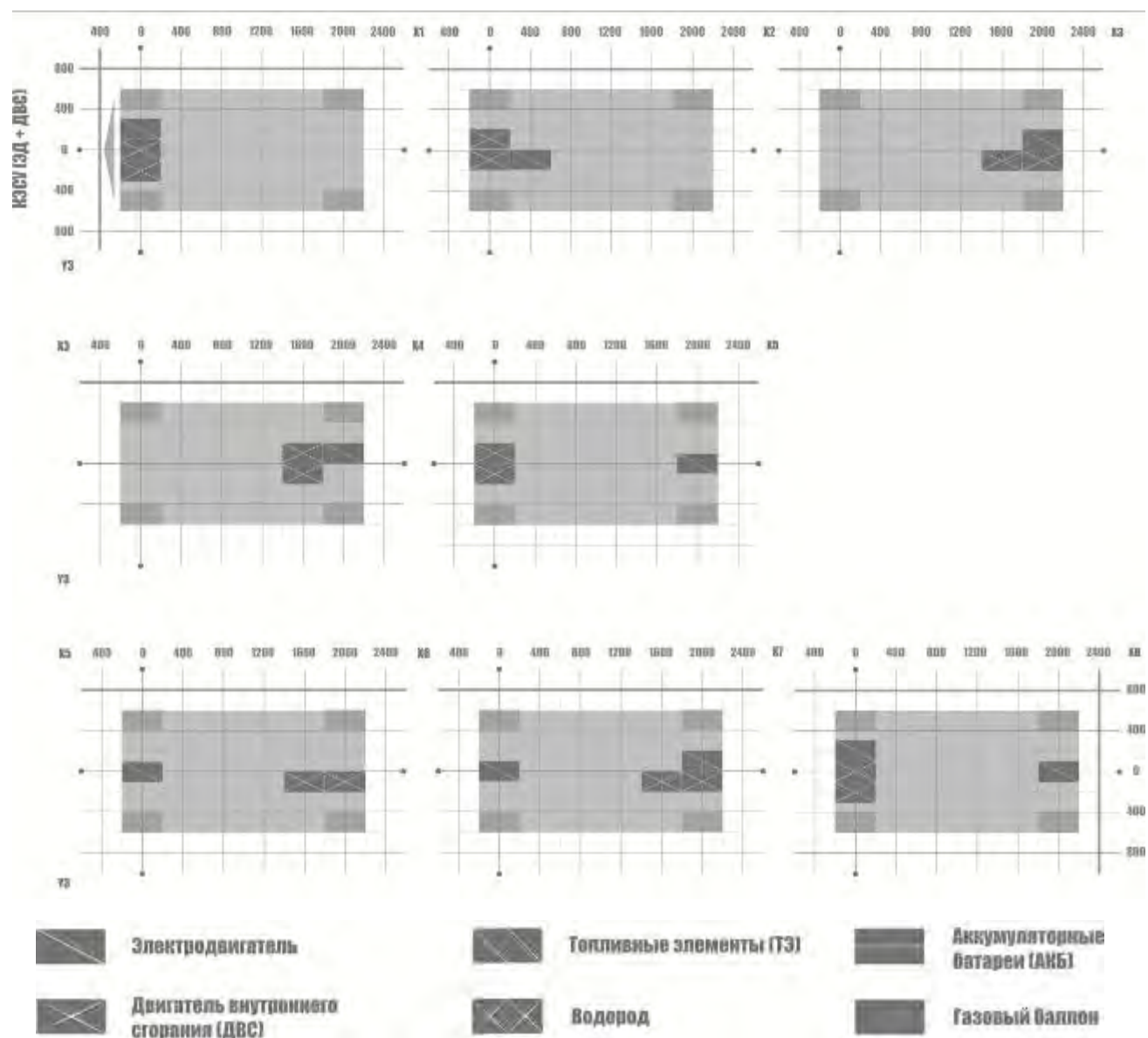


Рисунок 3.9 – Компоновочные схемы 4-колесных МТС

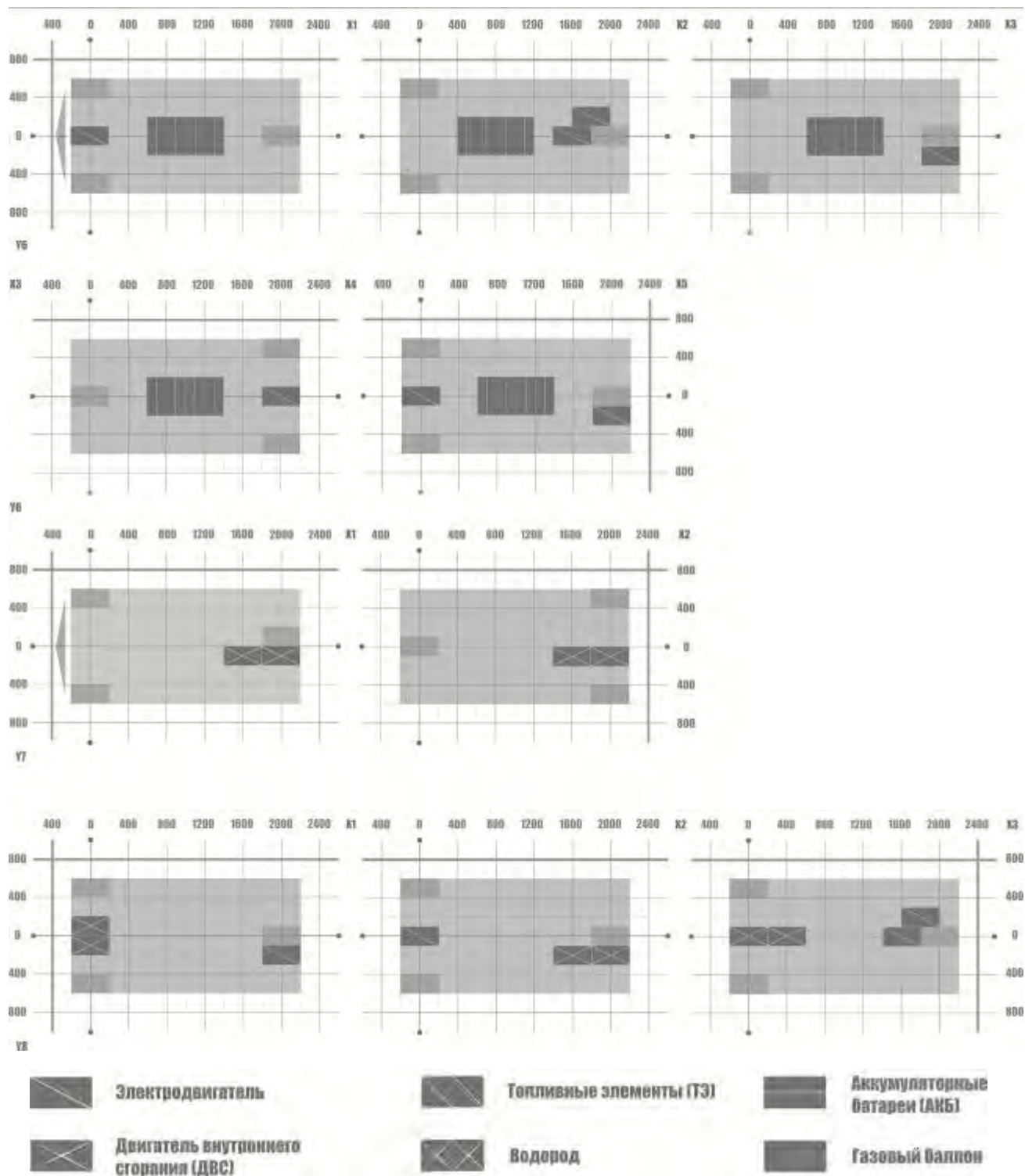


Рисунок 3.10 – Компоновочные схемы 3-колесных МТС

3.3. Методологические особенности антропометрического моделирования посадочных схем малогабаритных транспортных средств

Моделирование эргономической схемы ТС учитывает требования эргономики, предъявляемые к ТС и подразделяющиеся на антропометрические, физиологические, психологические, гигиенические и психологические [56; 92; 94; 243; 309; 337; 420; 421; 457 и др.].

Линейными размерами отдельных частей тела (статические показатели) и зонами досягаемости, угловыми и линейными перемещениями частей тела (динамические показатели) потребителей определяют показатели салона кузова ТС. Статические и динамические антропометрические показатели потребителей представляются в форме табличных данных со средним арифметическим значением (M) и средним квадратичным отклонением (σ) показателей, отражающего ее изменчивость и вариативность. В табличных данных отражаются 5-й, 50-й и 95-й перцентили показателей потребителя (5 %, 50 % и 95 % уровни репрезентативности по нормальному закону распределения случайной величины, по кривой Гаусса). По 5-му перцентилю определяются зоны досягаемости, а по 95-му – зоны свободного пространства (салона) [56; 294; 309; 337; 420; 421; 451; 452; 532; 533; 538; 539; 549-552 и др.].

При проектировании ТС в РФ используется действующий ГОСТ 1985 года, согласно которому $M = 172,3$ см (50-й перцентиль роста мужчины) [303], в ЕС по *DIN 33408* – $M = 175,0$ см (50-й перцентиль роста мужчины) [338; 538]. Диапазоны роста потребителя (5-й и 95-й перцентили): для РФ 161,4 см – 183,5 см [303]; для ЕС – 163,0 см – 187,0 см [338; 538]. В статье С. Мишина (таблица 3.10) [303] представлен сравнительный анализ данных роста и веса потребителей по ГОСТ и *DIN*.

Таблица 3.10 – Данные роста и веса представителей населения по российскому и немецкому стандартам [303]

Пол представителей населения	Наименование антропометрической характеристики	Перцентили		
		5	50 (M)	95
Женщины (ГОСТ**)	рост, [см]	150,8	159,5	160,0
	вес, [кг]	46,3	–*	–*
Женщины (DIN***)	рост, [см]	153,0	165,0	177,0
Мужчины (ГОСТ**)	рост, [см]	161,4	172,3	183,5
	вес, [кг]	–*	74,4	96,5
Мужчины (DIN***)	рост, [см]	163,0	175,0	187,0

* Параметр не регламентируется стандартом.

** Данные 1985 года, принимающиеся в настоящее время в РФ.

*** Данные по *DIN 33408* [338; 538].

Наиболее важным параметром при компоновке посадочного места является точка «**H**» (*h-point/hip-point*) (рисунок 3.11) – это относительное расположение точки опоры бедра водителя/пассажира по отношению к полу ТС или по отношению к высоте над уровнем земли и отношению к комфортному положению водителя, обзорности из ТС в движение. Для точки «**H**» формально используется антропоморфный ориентир – тазобедренный сустав мужчины 50-го перцентиля на профильной проекции [8, 9].

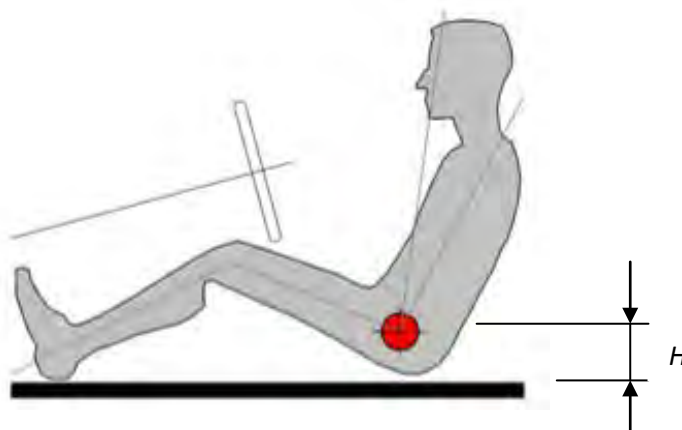


Рисунок 3.11 – Положение точки «**H**»

Порядок определения точек **H** и **R** на посадочных местах ТС, а также структуру, основные параметры и размеры манекенов регламентируют правила ЕЭК ООН и стандарты (правила ЕЭК ООН №№ 12, 14, 16, 17, 21, 25, 29, 32, 33, 35, 43, 46, 61, 66, 80, 94 и 95; МС ИСО 6549-80 и ИСО 4130-78; ГОСТ 28261-89 и ГОСТ 20304-90 [88, 87]).

Условия эксплуатации ТС и размерные данные точки «H» определяют автомобильную посадочную схему водителя (рисунок 3.12).

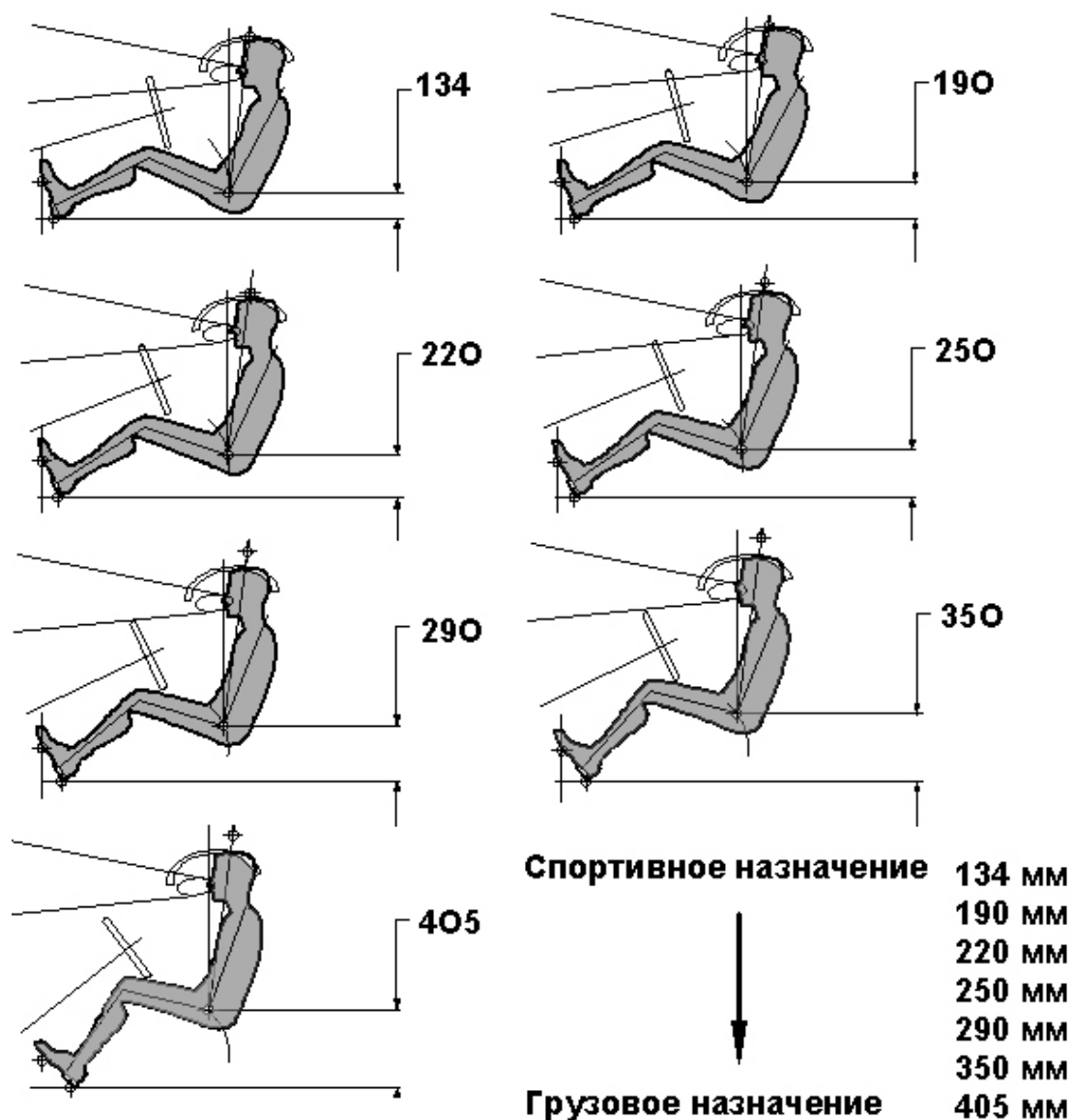


Рисунок 3.12 – Уровень посадочной схемы водителя по отношению к высоте кузова и назначения ТС

Параметры посадочного места водителя и компоновки органов управления в автомобилях регламентируются стандартами и рекомендациями: ОСТ 37.001.413-86, ОСТ 37.001.458-87, ОСТ 37.001.017-70, РД 37.001.020-84, РД 37.001.458-87, РД 37.001.039-86 (рисунки 3.13.-3.15 и таблицы 3.11-3.13).

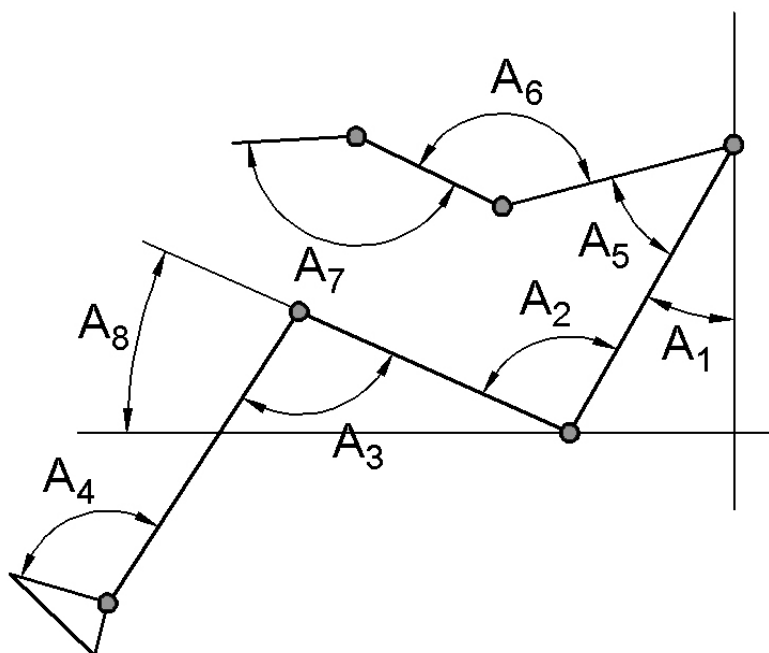


Рисунок 3.13 – Углы, определяющие рабочую позу водителя грузового автомобиля

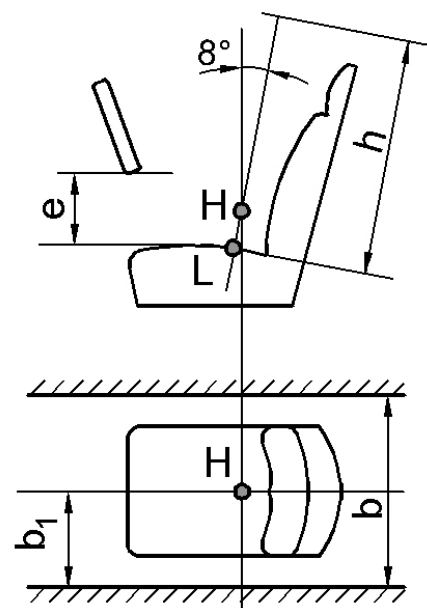


Рисунок 3.14 – Параметры рабочего места водителя грузового автомобиля

Таблица 3.11 – Параметры рабочей позы водителя грузового автомобиля

Наименование параметра	Обозначение на рисунке 4	Значение, [°]
Угол отклонения туловища от вертикали	A_1	10-25
Угол между туловищем и бедром	A_2	90-120
Угол между бедром и голенью	A_3	95-135
Угол между голенью и стопой для правой ноги в рабочем положении	A_4	90
Угол между туловищем и плечом	A_5	5-50
Угол между плечом и предплечьем	A_6	80-160
Угол между предплечьем и кистью	A_7	170-190
Угол наклона бедра к горизонтали	A_8	≥ 4

Таблица 3.12 – Параметры рабочего места водителя грузового автомобиля

Наименование параметра	Обозначение на рисунке 5	Значение, [мм]
Расстояние от нижнего края нерегулируемого рулевого колеса до ненагруженной поверхности подушки сиденья при верхнем положении сиденья на всем диапазоне продольной регулировки	e	≥ 180
Расстояние от точки L до внутренней обивки крыши (сиденье в крайнем заднем нижнем положении по регулировке)	h	1100
Ширина рабочего места водителя	b	≥ 750
Расстояние от левой внутренней стенки кабины до оси симметрии сиденья	b_1	≥ 350

Примечание. В обоснованных случаях (оговоренных в ОСТ) значения e , h и b_1 могут быть уменьшены.

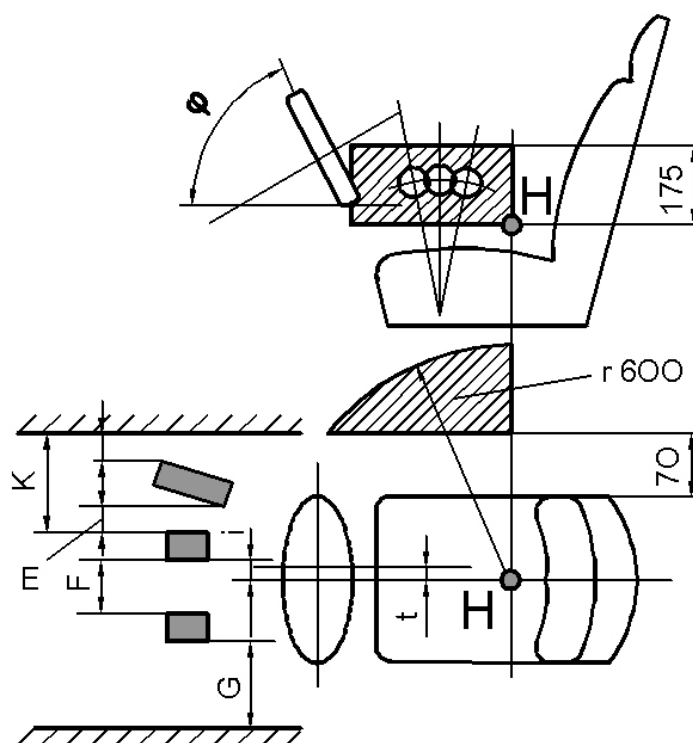


Рисунок 3.15 – Расположение органов управления грузовым автомобилем

Таблица 3.13 – Расположение основных органов управления грузовым автомобилем

Наименование параметра	Обозначение на рисунке 6	Значение
Смещение центра рулевого колеса от продольной плоскости симметрии сиденья водителя, [мм]	t	не более ± 30
Угол наклона плоскости рулевого колеса от горизонтали в вертикальной плоскости, [°]	φ	не менее 15
Расстояние между краями педалей тормоза и сцепления, [мм]	F^*	не менее 100
Расстояние между краями педалей тормоза и акселератора, [мм]	E^*	не менее 50
Расстояние от левого края педали сцепления до левой боковой стенки кабины, [мм]	G^*	не менее 120
Расстояние от правого края педали тормоза до правой боковой стенки кабины, [мм]	K^*	не менее 150
Расстояние от правого края педали акселератора до правой боковой стенки кабины, [мм]	S^*	не менее 25
Осевое смещение левого края педали тормоза от продольной плоскости симметрии сиденья водителя, [мм]	i	не более 75

* Примечание. Размеры должны замеряться на расстоянии 2/3 длины стопы манекена от точки пятки.

Параметры рабочих позы и места водителя легкового автомобиля приводятся в *Directive 2780 VDI* (Объединения немецких инженеров), рекомендациях *G. Dupuis* (Г. Дюпюи) и правилах *VDA 239-01* (Ассоциация

автомобильной промышленности ФРГ) (рисунки 3.16-3.18). Компоновка органов управления легкового автомобиля приводятся на рисунке 3.19 [337], педали управления – по ГОСТ Р 41.35-99 (рисунок 3.20, таблица 3.14).

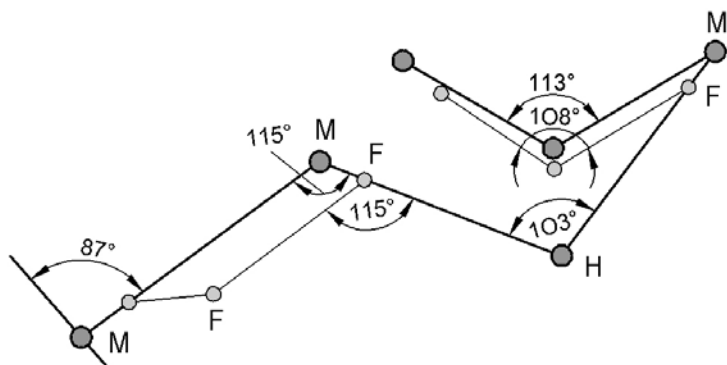


Рисунок 3.15 – Схема размеров по *Directive 2780 VDI* (рабочая поза вождения соответствует рекомендациям *G. Dupuis*); М – мужчина 95%, F – женщина 5%

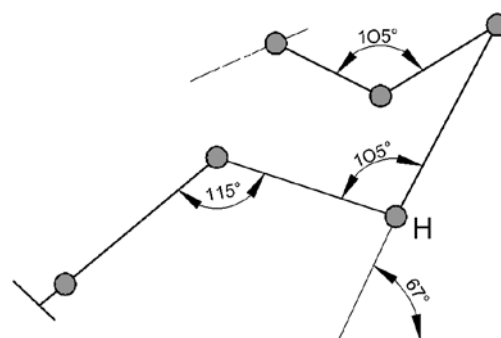


Рисунок 3.16 – Оптимальные геометрические соотношения для сидения водителя в среднем положении по *G. Dupuis* [540]

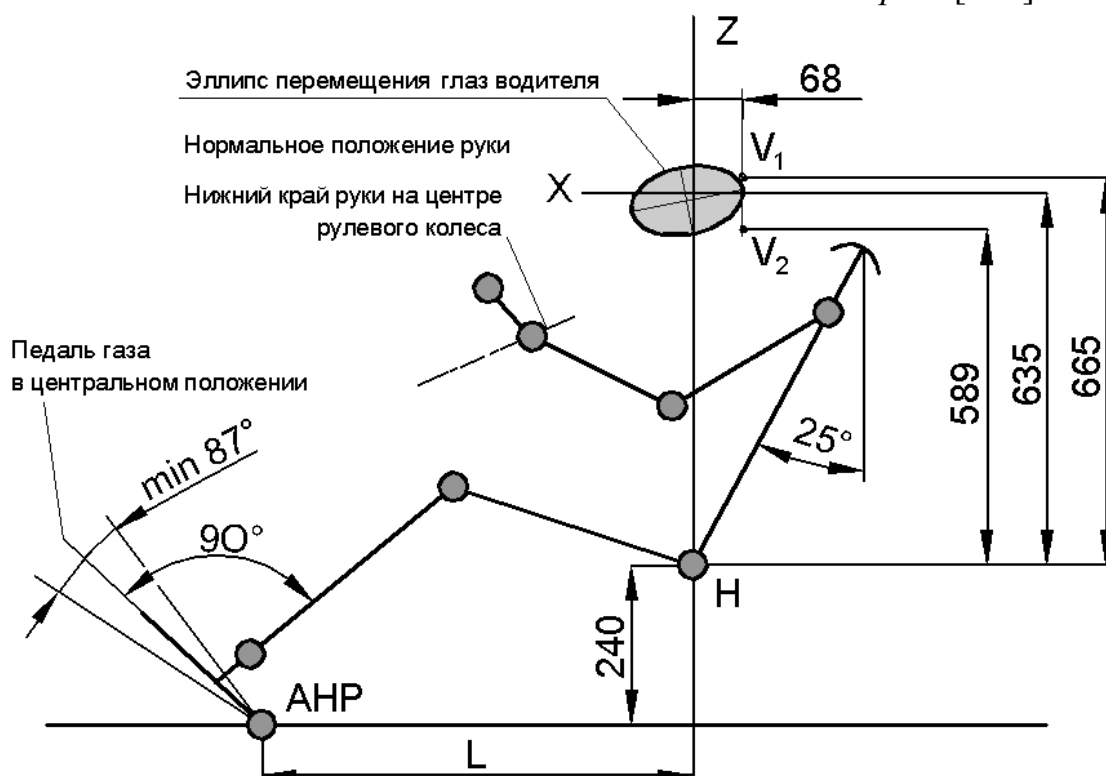


Рисунок 3.18 – Параметры, определяющие место расположения сидения водителя в легковом автомобиле, согласно правилам *VDA 239-01* (Ассоциация автомобильной промышленности Германии) [8, 9]

Основные органы управления легковым автомобилем определяются по рисунку 3.19. На рисунке штрихами выделены рациональные зоны условной точки приложения усилий ноги водителя к педалям (на рисунке точка *A*) и точки пятки, располагаемой на уровне пола (на рисунке точка *B*, РД 37.001.003-82). Размерные данные определяются по координатной сетке при расстоянии между точками *A* и *B* = 200 мм вдоль стопы. Компонировка органов управления должна соответствовать требованиям действующих стандартов [337].

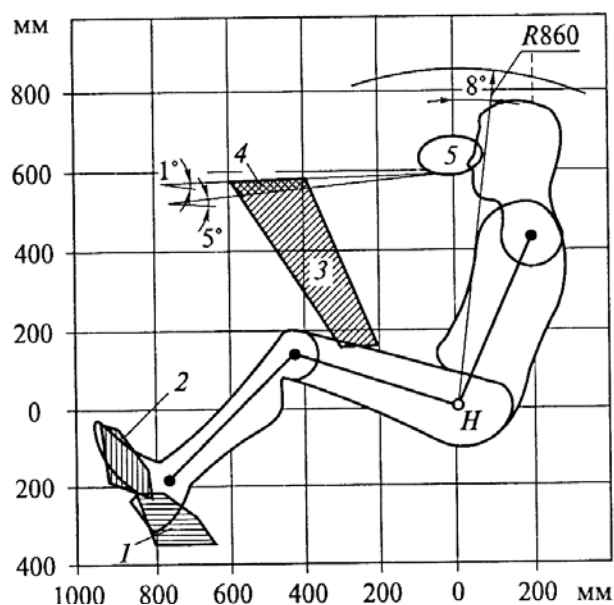


Рисунок 3.19 – Зоны расположения рулевого колеса и педалей легкового автомобиля: 1 – зона расположения точки *B*; 2 – зона расположения точки *A*; 3 – целесообразная зона расположения рулевого колеса; 4 – допустимая зона расположения рулевого колеса; 5 – зона вероятного расположения глаз водителя [337]

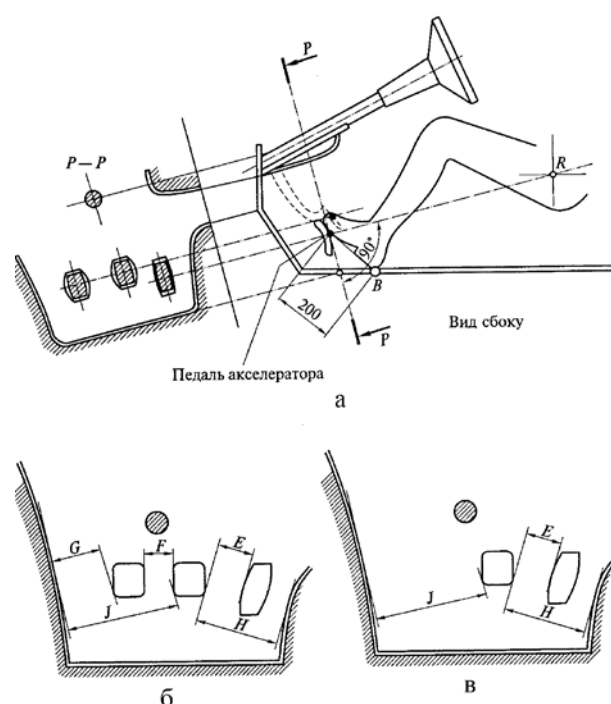


Рисунок 3.20 – Расположение педалей управления легковым автомобилем (ГОСТ Р 41.35-99): а – общее расположении основных органов управления; б – три педали; в – две педали – автоматическая трансмиссия

Таблица 3.14 – Параметры расположения педалей управления легковым автомобилем (ГОСТ Р 41.35-99)

Обозначение на рисунке 10	Значение в зависимости от трансмиссии, [мм]			
	Со ступенчатой коробкой передач		Автоматическая	
	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
<i>E</i>	100	50	100	50
<i>F</i>	–	50	–	–
<i>G</i>	–	50	–	–
<i>H</i>	–	130	–	130
<i>J</i>	–	160	–	120

На рисунке 3.21 представлена общая антропометрическая схема с расчетными точками (таблица 3.15).

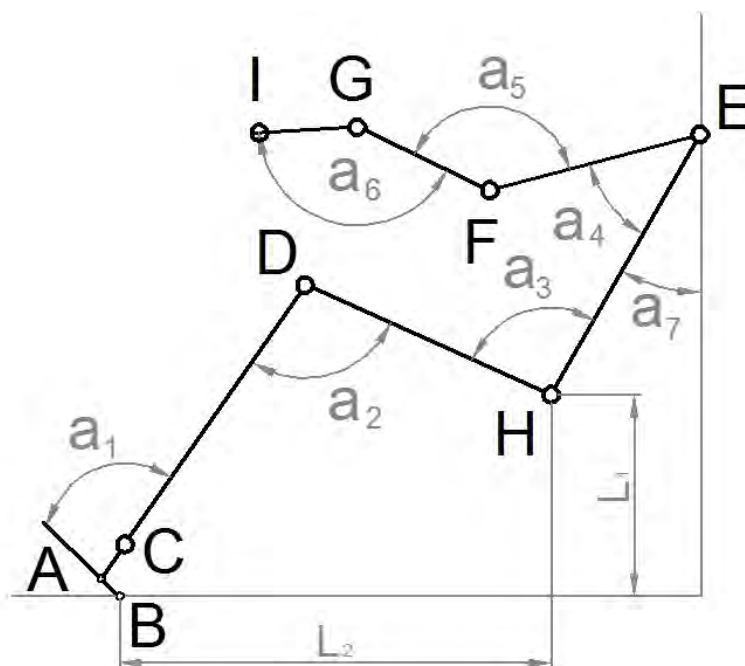


Рисунок 3.21 – Общая антропометрическая схема с расчетными точками

Таблица 3.15 – Расчетные точки посадки водителя и пассажира

Расчетная точка	Наименование
<i>A</i>	Контакт стопы и площадки педали
<i>B</i>	Пятка стопы
<i>C</i>	Центр голеностопного сустава
<i>D</i>	Центр коленного сустава
<i>H</i>	Центр тазобедренного сустава
<i>E</i>	Центра плечевого сустава
<i>F</i>	Центр локтевого сустава
<i>G</i>	Центр кистевого сустава
<i>I</i>	Контакт ладони и рукояти управления

Вышеизложенные регламентированные требования предъявляются к ТС категорий *M* и *N*, к большинству ТС, входящих в сегмент МТС, данные требования не предъявляются. Для повышения конкурентоспособности отечественных МТС с легкоавтомобильным или грузовым кузовом (создание качественного антропометрического пространства кузова МТС) необходимо использовать дизайнерам и эргономистам как регламентированные требования.

3.3.1. Разработка методики выбора рациональных посадочных схем в дизайне малогабаритных транспортных средств

Посадочная схема водителя и пассажиров образует комплекс общих требований, обеспечивающих распределение функций между ними и ТС. Положение водителя и пассажира является важным фактором в формировании внешнего вида и компоновочных решений ТС, чтобы повысить эффективность процесса проектирования, нуждается в определении основных параметров и эргономических требований.

Проектировщик (дизайнер, эргономист, конструктор), разрабатывая место водителя, оперирует информацией о назначении ТС, требованиями стандартов, субъективными представлениями об удобстве водителя и пассажиров, а также опирается на опыт предыдущих проектировщиков.

Эргономические требования должны обеспечивать рациональную устойчивую посадочную схему водителя для комфортного распределения физических усилий при эксплуатации.

Требования по обитаемости ТС должны обеспечивать: снижение воздействия на водителя и пассажиров вредных физических факторов.

Требования технической эстетики должны обеспечивать высокий уровень потребительских свойств ТС и их составных частей, управляемых, обслуживаемых и используемых водителем и пассажирами.

Посадочное место водителя должно обеспечивать удобство эксплуатации с минимальным усилием при управлении и с максимальным обзором и контактом с сиденьем [337].

Под компоновкой посадочной схемы водителя и пассажиров подразумевают основные геометрические параметры, характеризующие его положение относительно колёсной базы, и размещения органов управления. Общую компоновку традиционно начинают с размещения двухмерных манекенов водителя и пассажира, для чего применяют [337]. Размещение

водителя начинается с построения на чертеже линий границ пола, высоты сидения и перегородок арочного пространства колес, которые используют в качестве базы для координирования размеров, определяющих посадку водителя. Найденное положение шаблона фиксируют на чертеже. Если углы между отдельными элементами шаблонов не выходят из указанных выше пределов, то выбранные положения сиденья могут быть признаны удовлетворительными.

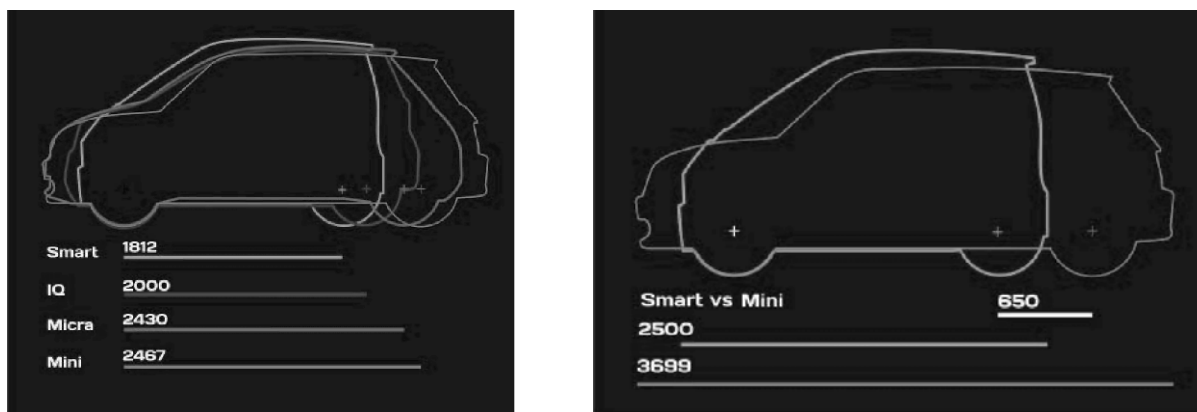
Моделирование посадочного места в МТС осуществляется с помощью двухмерного манекена 95-го перцентиля (ГОСТ 20304-90 или *DIN 33408*). Вопрос масштаба исключается, т. к. моделирование посадочного места осуществляется в профессиональной компьютерной программе, позволяющей подготовить посадочную схему МТС в любом масштабе без потери точности.

Существует два основных подхода к эргономическому проектированию ТС [138; 148; 149; 163; 198]: от заданного пространства к человеку и от человека к проектированию пространства. Первый подход: пространство организуется, исходя из заданных параметров, обусловленных стандартами, техническими заданиями, нормами безопасности и пр., далее предметная область, связанная с человеком, вписывается в пространство и корректируется исходя из условий, поставленных выше. Второй подход: параметры «человек» и его «рабочая область» являются точкой отсчета в проектировании пространства. Теоретически два этих подхода имеют право существовать независимо друг от друга. На практике применяется два подхода параллельно, но приоритет имеет первый подход. Данный подход имеет очевидные минусы: выполнение заданных требований при ухудшении удобства человека.

Обусловленное большим количеством требований, пространство водителя и пассажиров вписывается в созданную конструкторами компоновку, и если в мировой практике при разработке экстерьера компромисс между дизайнерами и конструкторами может склоняться в пользу дизайна, то эргономическое пространство МТС подчиняется отработанным схемам

(рисунки 3.22, 3.23). Схемы зависят от назначения ТС, его колесной базы и ценовой категории. Чем дороже ТС, тем больше приоритета при проектировании получает водитель и пассажиры, тем больше эргономического пространства ТС и тем больше внимания уделяется удобству. Чем меньше и дешевле ТС, тем наиболее актуальным становится ограничивать пространство пассажиров и водителя. Связанно это с классом и категорией ТС – особо малым, для которого важным становится внешние габаритные параметры ТС. Часто рассматривается посадочная схема, когда основное использование ТС предполагает двух человек (водитель и один пассажир). Как возможное, на уровне комфорта значительно ниже, использование еще двумя пассажирами, жертвуя при этом пространством багажника. Проведем анализ существующих МТС в аспекте эргономического пространства.

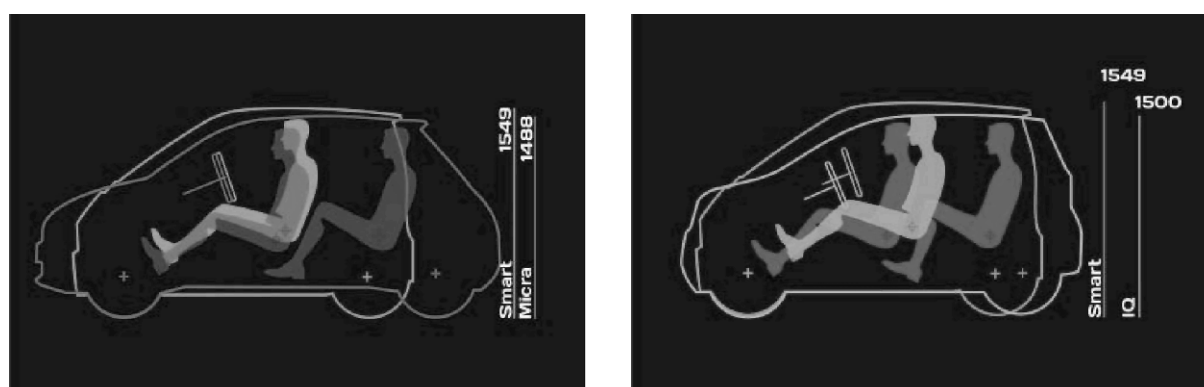
Рассмотрим положение водителя в автомобиле в аспекте колесной базы. На рисунке 3.22а изображен сравнительный анализ четырех наиболее характерных городских МТС: *Mercedes Smart ForTwo*, *Toyota IQ*, *Nissan Micra* и *Mini*. На рисунке малую колесную базу имеет Smart, а большую базу имеет Mini. Mini менее подходящий для сравнения из выбранных четырех МТС, так как больше относится к малому классу по цене и по параметрам. Однако анализ данного сравнения имеет определенную ценность, Mini имеет разницу в колесной базе в сравнении со *Smart* 650 мм (рисунок 3.22б), при этом вмещает внутри 4 человека, а Smart – 2. Mini имеет более удобную посадку водителя, пассажира и больший объем багажника. Другую нишу среди представленных МТС занимает *Toyota IQ*, которая при незначительных различиях от Smart по базе и габаритным параметрам, имеет 4 посадочных места, однако удобство пассажиров значительно проигрывает *Micra* (рисунок 3.23), а практически отсутствующий багажник – *Smart* (рисунок 3.24). Анализ МТС по высоте (рисунки 3.23а, 3.23б) выявил закономерность: разработчики, уменьшая габаритные параметры ТС, располагают водителя в максимально вертикальное положение, что закономерно создает и более высокую посадку.



а

б

Рисунок 3.22 – Сравнительный анализ автомобилей по колесной базе



а

б

Рисунок 3.23 – Сравнительный анализ посадки водителя и пассажиров по высоте

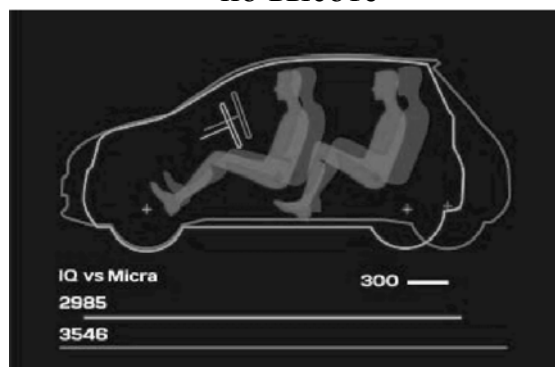


Рисунок 2.24 – Сравнительный анализ посадки водителя и пассажиров

Выводом к сравнительному анализу МТС и посадок водителя и пассажиров, служат следующие цифры: при увеличении типичного автомобиля особо малого класса на 650 мм, по базе, на 1200 по габаритным параметрам, в среднем на 50 мм по высоте, ТС, которое способно решать узкий круг задач, превращается в ТС способный с относительным комфортом перемещать до 4

человек с багажом по городу. Тенденция постоянного несовершенства ТС в данном сегменте, приводит к постоянному увеличению габаритных параметров ТС при рестайлинге, что увеличивает потребительскую привлекательность товара.

Задачи по проектированию посадочной схемы водителя и пассажиров решаются на этапе общей компоновки ТС. В ТЗ формируются основные параметры компоновки посадочных мест водителя и пассажиров: область эксплуатации ТС; принципиальная компоновочная и структурная схема; предварительные технические параметры и характеристики; требования к архитектурно-пластическому решению; дополнительные спецтребования [337].

На этапе анализа ТЗ на разработку МТС необходимо определить доминирующий фактор при эргономическом проектировании (экономичность, вместительность, максимальный объем багажника и т. д.). На последующем этапе ведется формирование проекта и детальный анализ структуры интерьера ТС со ссылкой на ТЗ [138; 148; 149; 163; 198].

Необходимо провести анализ групп факторов эргономического проектирования МТС (таблица 3.16 и рисунок 3.25).

Итогом компоновки антропометрического пространства является определенная схема точек габаритных размеров (высота, ширина и длина) пространства, согласованных с концепцией формообразования внешней формы кузова ТС; параметры объемов элементов, составляющих и образующих структуру кузова ТС [337].

Таблица 3.16 – Группы факторов эргономического проектирования МТС

Наименование	Характеристика
Компоновочное решение	<ul style="list-style-type: none"> — колесная база — тип двигателя — расположение двигателя и агрегатов — габаритные параметры ТС — количество и расположение пассажиров в интерьере — объем багажника
Безопасность	— необходимые условия безопасности водителя

	<ul style="list-style-type: none"> — необходимые условия безопасности пассажиров — необходимые условия безопасности пешеходов
Антропометрическое решение	<ul style="list-style-type: none"> — габаритные параметры интерьера — материалы исполнения — объем багажника — расположение водителя и пассажиров — форма и расположение органов управления — обзорность
Формальное решение	<ul style="list-style-type: none"> — форма сидений — форма внутренних облицовочных панелей — форма органов управления
Дополнительные опции	<ul style="list-style-type: none"> — возможность перевозки специального багажа — наличие и расположение ящиков и ниш — деление интерьера на функциональные зоны — трансформация интерьера — расширение функций интерьера

ВОДИТЕЛЬ

ПАССАЖИРЫ ЗАДНЕГО РЯДА



Рисунок 3.25 – Факторы, влияющие на посадочную схему водителя и пассажира в МТС

Для оценки и выбора антропометрического пространства кузова МТС Б.М. Фиттерман [515] определил следующие удельные величины, представленные в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Удельные величины для оценки и выбора антропометрического пространства МТС

Наименование удельной величины	Формула
1. Комфортабельность ТС (S_y). Отношение площади	$S_y = S/n$, [м ² /пасс] (2)

горизонтальной проекции ТС ($S = D \times Ш$) к числу пассажиров (n)	
2. Коэффициентом использования базы ТС (K). Отношение полезной длины антропометрического пространства (C) (от тыльной стороны спинки заднего сидения до нажатой до отказа педали сцепления) к длине базы ТС (B), характеризующее компактность и степень рациональности компоновки. Чем больше K , тем лучше компактность и степень рациональности компоновки ТС	$K = C/B$ (3)
3. Рациональность компоновочного решения ТС и прочностные качества конструктивного решения ТС оцениваются отношением снаряженного веса ТС (G_o) на 1 м длины базы ТС (B)	$G_{\delta} = G_o/B$, [кг/м] (4)
4. Рациональность компоновочного решения ТС и влияние внешней формы кузова на его вес оценивается отношением снаряженного веса ТС (G_o) на 1 м ² горизонтальной проекции ТС ($S = D \times Ш$)	$G_{np} = G_o/S$, [кг/м ²] (5)

По компоновочному решению кузова МТС автомобильного типа для городских условий эксплуатации рациональным решением является однообъемный кузов с повышенной обзорностью и маневренностью ТС, также при равной габаритной длине ТС обладает максимальной площадью антропометрического пространства.

3.3.2. Методика антропометрического моделирования мотоциклетной посадочной схемы малогабаритных транспортных средств

Основную нишу занимают МТС для спорта и отдыха, туризма, охоты, служб полиции и МЧС, и езды по городу. В большинстве это открытые структуры кузова и рамы МТС с мотоциклетной посадочной схемой (МПС),

рассчитанные на перевозку одного или двух человек (мопеды, трициклы, квадрициклы (мотовездеходы – *АТV*), снегоходы). Ограничением в эксплуатации данного вида ТС может стать сезонность использования данной конструкции, хотя многие модели проектируются со способностью модификации под различные условия и времена года.

Законодательные требования на антропометрические данные МПС отсутствуют в отличие от автомобильной посадочной схемы (АПС) [92; 94; 243], что выявляет актуальность разработки метода антропометрического моделирования МПС МТС. МПС имеет ряд радикальных отличий от АПС.

В мотоциклетном типе сидений водитель/пассажир обжимает сиденья бедрами для устойчивого положения. Данный тип сидений позволяет упростить морфологию сиденья и обеспечить компактное антропометрическое пространство за счет тандемного размещения водителя и пассажиров, что делает его рациональным для МТС.

По функциональному назначению мотоциклов – шоссейно-спортивных, туристических, чопперов, универсальных (двойного назначения), скутеров и эндуро (кросс) – соответственно выделяют шесть групп мотоциклетных посадочных схем.

1. Посадочная схема водителя для туристических мотоциклов подобна посадочной схеме водителя для классического мотоцикла при меньшей высоте сиденья от полотна дороги.

2. Посадочная схема водителя для чоппера не рассматривается в связи несоответствия эргономическим рекомендациям.

3. Посадочная схема для кроссового мотоцикла с «прямой» спиной водителя и высоким рулем. Для дополнительного гашения колебаний, передаваемых подвеской, подножки расположены близко к вертикали водителя.

4. Посадочная схема водителя для универсального мотоцикла подобна посадочной схеме водителя для мотоциклов для бездорожья и шоссейных

мотоциклов, обеспечивая маневренность и проходимость.

5. Посадочная схема водителя для мопеда является сочетанием посадок водителя на чоппере и классическом мотоцикле. Морфология сиденья мопеда располагает водителя как на стуле без обхватывания бедрами седла и облегчает процесс посадки женщинам на ТС.

Рассмотрена классическая схема мотоцикла с двумя колесами и без коляски. Основные размеры представлены на рисунке 3.26.

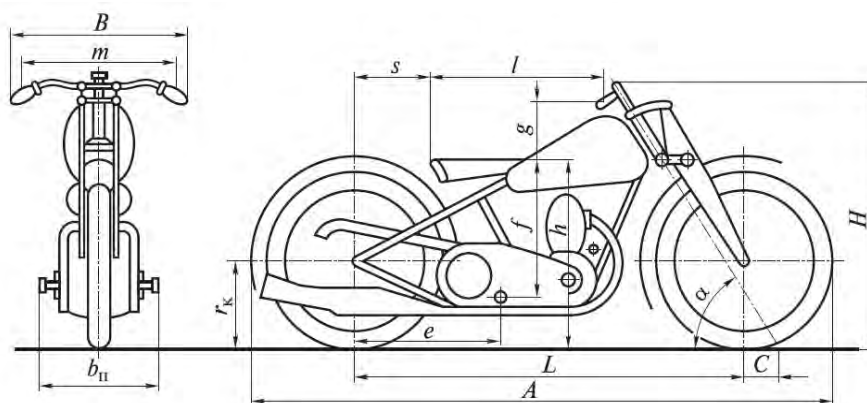


Рисунок 3.26 – Основные размеры мотоцикла

A, B, H – наибольшие длина, ширина, высота мотоцикла; b_n – ширина по подножкам; L – база мотоцикла; C – вылет передней вилки; r_k – радиус качения ведущего колеса; α – угол наклона рулевой колонки; h, g, m, s, e, f – размеры, характеризующие посадку водителя

Компоновка мотоцикла обычно отличается компактностью, расположением в линию переднего и заднего колес. За передним управляемым колесом с подвеской и рулем расположен бензобак. За бензобаком находится седло. Под бензобаком и седлом установлен двигатель со сцеплением и коробкой передач. За ними располагается заднее ведущее колесо с подвеской и приводом через заднюю передачу.

Основные размеры мотоцикла делят на три группы:

- габаритные размеры (рисунок 3.26): A, B, H – наибольшие длина, ширина, высота, b_n – ширина по подножкам.

- размеры, характеризующие посадку водителя (рисунок 3.26): h, g, m, s, e, f (последние два размера характеризуют положение подножки);

- размеры, определяющие проходимость и маневренность: дорожный просвет (k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 – рисунок 3.27), радиусы поворота ($R_H - R_{II}$ – рисунок 3.28, а) ширина коридора ($R_n - r_n$ – рисунок 3.28, б), угол бокового наклона (γ –

рисунок 3.28, в). Кроме того, к конструктивным параметрам относятся L – база мотоцикла, C – вылет передней вилки, B – ширина колеи, r_k – радиус качения ведущего колеса, α – угол наклона рулевой колонки. Различают сухую, снаряженную (рабочую), полную (ходовую) массы мотоцикла [93; 421].

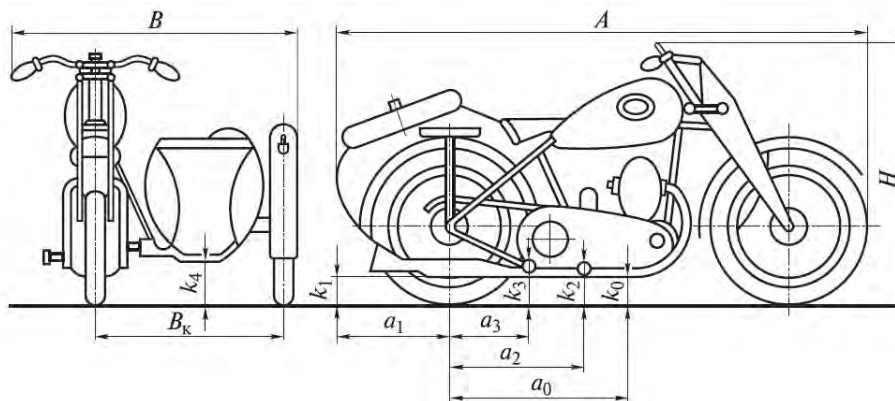


Рисунок 3.27 – Основные размеры мотоцикла с боковым прицепом
 A, B, H – наибольшие длина, ширина, высота мотоцикла; B_k – ширина колеи; k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 – дорожный просвет измеряемый в точках a_0, a_1, a_2, a_3

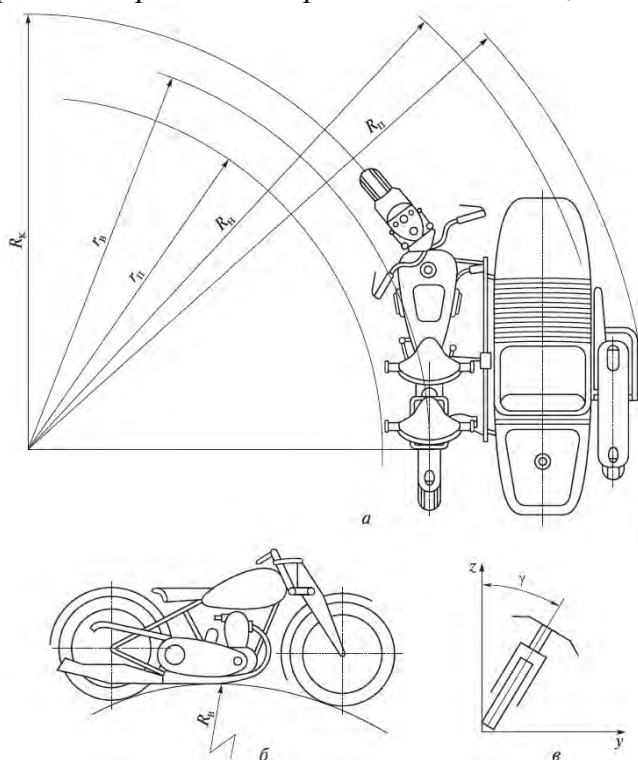


Рисунок 3.28 – Размеры, определяющие проходимость и маневренность мотоцикла: a – вид сверху; $б$ – вид сбоку; $в$ – вид спереди (мотоцикл-одиночка на повороте); R_k – минимальный радиус поворота; R_n, r_b – радиусы поворота по наружному и внутренним колесам; $R_п - r_п$ – ширина коридора; $R_б$ – продольный радиус проходимости; γ – угол бокового наклона

По условиям эксплуатации МТС рациональнее позаимствовать посадочные схемы у классического мотоцикла или скутера – мотоциклетная и

мопедная посадочные схемы МТС.

Моделирование мотоциклетной посадочной схемы заключается в моделирование трех посадочных точек – посадочного треугольника, формирующего положение водителя или пассажира на ТС (рисунок 3.29). В МТС с мотоциклетной посадочной схемой выбор правильных углов этого треугольника должен обуславливаться назначением ТС в соответствии с рекомендациями и требованиями эргономики.

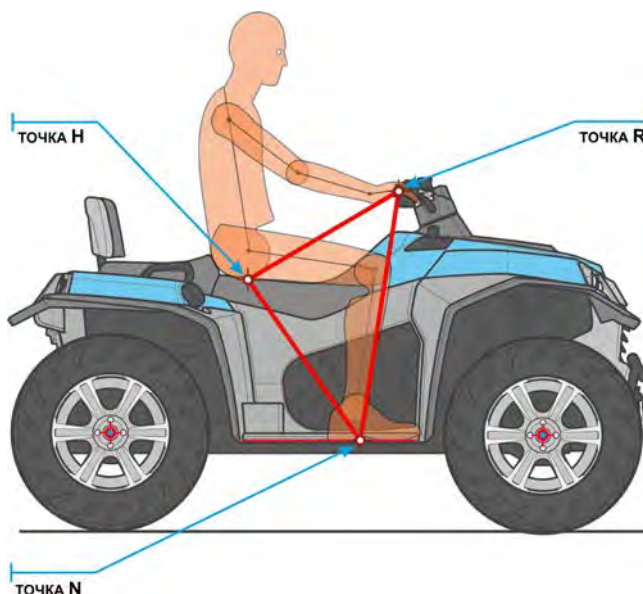


Рисунок 3.29 – Посадочный треугольник в мотоциклетной схеме

МПС имеет ряд радикальных отличий от автомобильной. В частности, в мотоцикле нет понятия интерьер и экстерьер. Водитель переносом центра тяжести влияет на движение ТС, в связи с этим тело водителя в разных режимах езды имеет свою позу (рисунки 3.30-3.35).

В системе МТС-Водитель вес водителя является значимым фактором, влияющим на управляемость. С помощью переноса веса пилота загружается или разгружается передняя/задняя часть МТС, компенсируются центробежные силы и центр масс.

Высокий центр тяжести, короткая колесная база и небольшая ширина МТС весьма склонна к переворотам. В отличие от мотоцикла, который при падении летит отдельно от водителя, МТС в большинстве случаев накрывает

водителя. При прохождении поворота на мотоцикле его можно наклонить вовнутрь радиуса поворота и побороться с центробежной силой. На МТС приходится максимально использовать вес водителя.

В основе грамотной посадочной схемы находятся расслабленные руки. В любой момент движения водитель может отпустить их, поскольку его держат в седле ноги [149].

Положение стоя необходимо для понижения центра тяжести. Когда основной вес водителя расположен на высоком седле, перемещение центра тяжести менее эффективно, вес, приходящийся на подножки в стоящем положении при перемещении центра тяжести человека значительней.

В положении стоя с помощью колен амортизируются удары, идущие от неровностей рельефа дороги. При правильной стойке колени слегка согнуты, локти разведены в стороны, а спина немножко прогнута и расслаблена. Прямая спина в положении сидя и условиях активной езды может привести к травмам межпозвонковых дисков и к компрессионному удару позвоночника.

Нагрузка на заднюю ось колеса используется при начавшемся буксовании задних колес и торможении. Точка *N* перемещается к задней оси колес, корпус водителя смежается максимально назад, увеличивая центр тяжести в задней части транспортного средства. Точка *N* перемещается в максимальное переднее положение, для удержания водителя в седле.

1. Средняя стойка водителя используется при движении по прямой, чтобы заранее просматривать и оценивать траекторию движения. Центр тяжести водителя распределяется в центре МТС для большей устойчивости в положении стоя. Ноги слегка согнуты в коленях, точка *N* перемещается назад для удержания водителя в МТС (рисунок 3.30).

2. Передняя стойка водителя применяется при ускорении, подъемах в гору, а также для загрузки передних колес. Корпус водителя перемещается вперед, перенося центр масс на переднюю ось колеса. Точка *N* смещается в заднее максимальное положение, для удержания водителя в МТС (рисунок

3.31).

3. При движении в гору под небольшим углом корпус водителя перемещается вперед, перенося центр масс в переднюю часть МТС. Точка *N* смещается в заднее максимальное положение, для удержания водителя в МТС (рисунок 3.32).

4. Движения в гору под большим углом преодолеваются с переносом корпуса в противоположную сторону к уклону. Корпус водителя максимально перемещается в переднюю часть МТС, перенося центр масс и нагружая передние колеса. Точка *N* смещается в заднее максимальное положение, для удержания водителя в МТС (рисунок 3.33).

5. Движение под уклон с малым углом перемещения корпуса и центра тяжести в заднюю часть МТС. Точка *N* перемещается в максимальное переднее положение, для удержания водителя в седле (рисунок 3.34).

6. Движение под уклон с большим углом осуществляется переносом корпуса в заднюю часть МТС с вытянутыми руками, немного согнутыми в локтях. При этом упора на руки нет, их можно отпустить и держаться ногами. Чем круче спуск, тем больше смещение корпуса водителя назад (рисунок 3.35).

В проведенном анализе двумерного манекена при эксплуатации МТС мотоциклетного типа вес тела водителя является ключевым фактором в управлении. Для удержания МТС в рабочем положении водителю необходимо совершать телодвижения, компенсирующие раскачивание, а для этого ему необходимо отклоняться в стороны и опора под ногами имеет большое значение в данной морфологии. Устойчивость расположения водителя обеспечивается его удержанием за руль МТС, а так же ноги водителя являются опорной поверхностью и держат его в седле. При передвижении и маневрировании по неровностям имеет место большая степень раскачивания МТС.

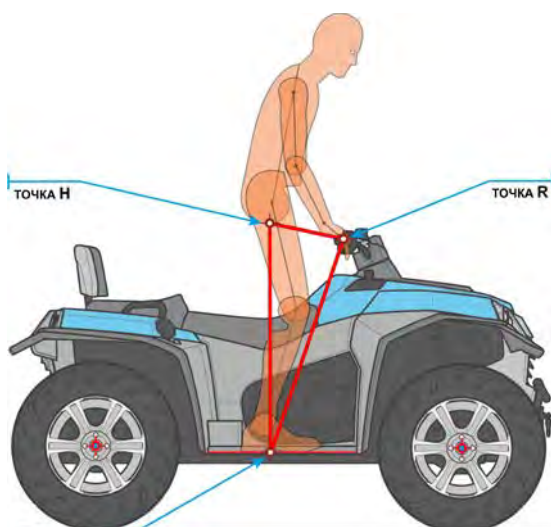


Рисунок 3.30 – Средняя стойка

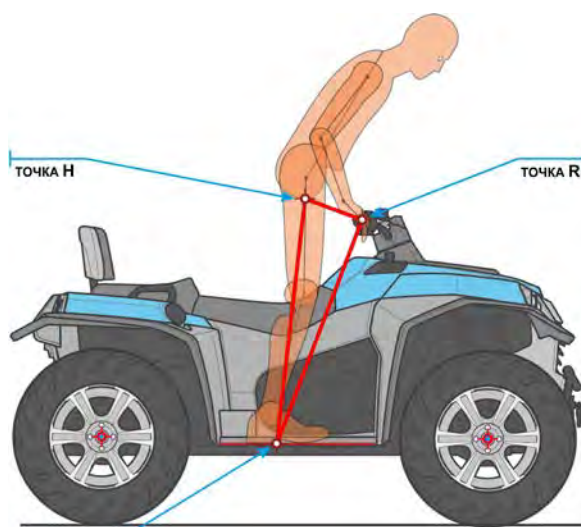


Рисунок 3.31 – Передняя стойка

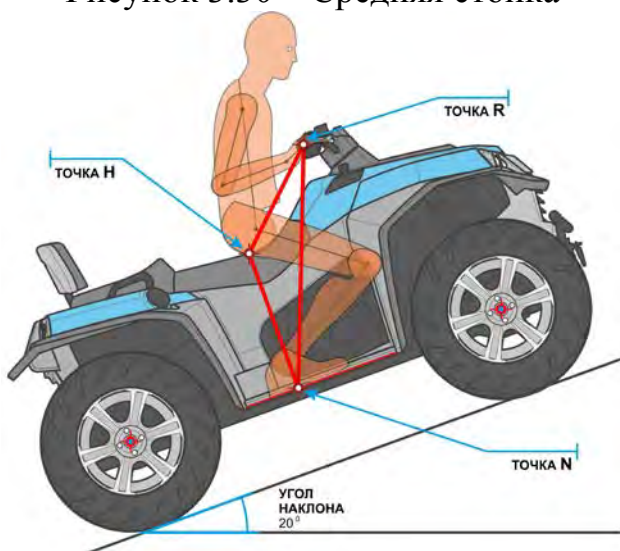


Рисунок 3.32 – Движение в гору под малым углом градиента

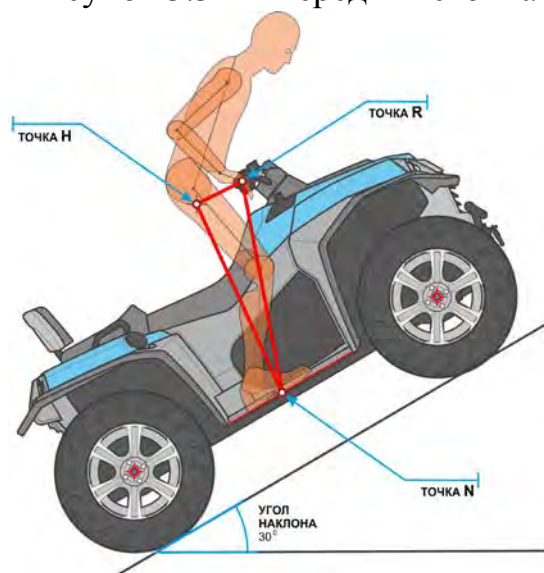


Рисунок 3.33 – Движение в гору с большим углом градиента

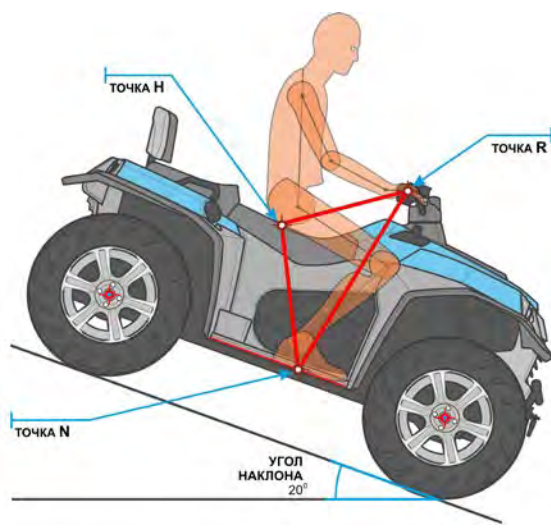


Рисунок 3.34 – Движение под уклон с малым углом градиента

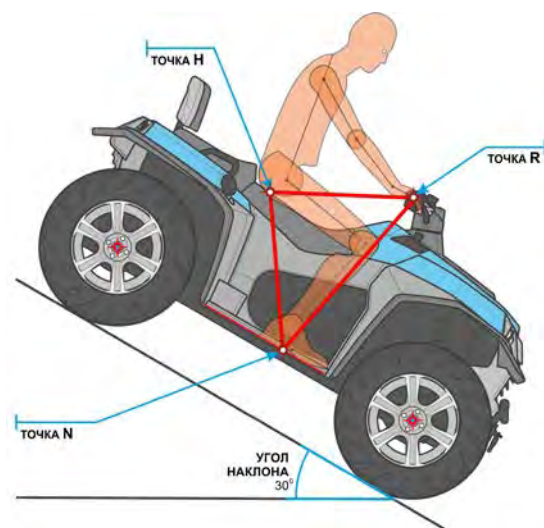


Рисунок 3.35 – Движение под уклон с большим углом градиента

Методика антропометрического моделирования посадочной схемы МТС

Этап моделирования начинается с эскизного предложения. Данный алгоритм является базовым в моделировании посадочной схемы МТС. При построении необходимо пользоваться таблицей рекомендованных параметров.

Анализ и сравнительный анализ существующих моделей МТС

1) анализ проектных посадочных треугольников различных моделей МТС определенного типа и функционального назначения,

2) формирование таблицы рекомендуемых параметров по каждой позиции посадочной схемы водителя и пассажира МТС на основе параметров моделей МТС (примеры-таблицы 3.18-3.20).

Таблица 3.18 – Рекомендуемые параметры для моделирования МПС двухместных квадрициклов

Наименование параметра	Значение параметра, [мм]
1. Диаметр колеса	635 – 660
2. Высота от точки θ до линии пола	20 – 80
3. Высота сидения до точки H	550 – 590
4. Длина от точки θ до точки H	900 – 1000
5. Длина от переднего колеса до точки N	340 – 370
6. Длина от переднего колеса до носка пятки водителя	120 – 180
7. Высота руля до точки R	810 – 860
8. Длина точки θ до точки R	380 – 490
9. Высота от точки H до точки H_2	65 – 120
10. Длина от точки H до точки H_2	320 – 420
11. Длина от точки H_2 до оси заднего колеса	130 – 170
12. Высота от точки N до точки N_2	90 – 140
13. Длина от точки N до точки N_2	255 – 300
14. Длина от заднего колеса до пятки стопы пассажира	60 – 100
15. Длина от точки H_2 до точки R_2	50 – 100
16. Высота от точки H_2 до точки R_2	-15 – 40
Колесная база	1440 – 1490
Высота седла	880 – 910
Дорожный просвет	260 – 290

Таблица 3.19 – Рекомендуемые параметры для моделирования МПС двухместных снегоходов

Наименование параметра (шага)	Значение параметра, [мм]
1. Длина лыжи	1084 – 1200
2. Угол между линией пола и поверхности земли	7 – 10°
3. Высота до точки H	726 – 760
4. Длина от точки θ до точки H	1300 – 1612
5. Длина от точки θ до точки N	1107 – 1357
6. Длина от лыжи до стопы водителя	453 – 656
7. Высота до точки R	970 – 1100
8. Длина точки H до точки H_2	335 – 445
9. Длина от точки H_2 до оси заднего ролика	370 – 670
10. Длина от точки H_2 до точки R_2	0 – 100
11. Длина от точки θ до точки R	740 – 1016
12. Длина от оси заднего ролика до точки N_2	570 – 940
13. Длина от точки N_2 до поверхности земли	290 – 380
14. Длина от точки H_2 до поверхности земли	748 – 903
15. Длина от точки R_2 до поверхности земли	730 – 1004
Длина от оси заднего ролика до оси лыжи	2450
Высота седла	720 – 830

Таблица 3.20 – Рекомендуемые параметры для моделирования МПС мопеда

Наименование параметра (шага)	Значение параметра, [мм]
1. Высота до точки R	1005
2. Высота до точки H	640
3. Диаметр колеса	450
4. Высота до точки N	400
5. Высота от поверхности земли до днища	130 – 240
6-7. Колесная база	1000 – 1200
Н / О	640 / 230
Высота седла	580 – 710

Моделирование посадочной схемы водителя

3) определение начала координат (точка θ), выбор диаметра колеса или длины лыжи по сравнительной таблице параметров. От диаметра колеса

зависит дорожный просвет, также влияют хода подвесок. Тип резины имеет характерный протектор, обусловлено это назначением и проходимостью МТС. Резина, выбранная большего диаметра, приводит к увеличению колесной базы,

4) определение линии пола МТС горизонтальным размером от точки θ .

На данной операции можно условно заложить дорожный просвет. От линии пола необходимо иметь конструктивный зазор, связывающий раму и подножки. Конструктивный зазор составляет 50-60 мм,

5) определение высоты сидения вертикальным размером от линии пола.

Размер зависит от агрегатной части МТС, в частности от высоты двигателя, конструктивных зазоров и подушки седла водителя,

6) определение точки H горизонтальным размером от точки θ при предварительном расположении манекена 95-го перцентиля, опирая его стопой на линию пола. Данный размер влияет на развесовку и колесную базу МТС,

7) определение точки N горизонтальным размером от диаметра окружности колеса. Регулирование местоположения стопы по выбранному диаметру колеса (пропорция: смещение на 0,5" точки на каждый добавленный 1" колеса). Местоположение точки H и манекена необходимо сместить назад,

8) определение доступного размера от диаметра окружности колеса до носка стопы. Проверка конструктивного грязевого зазора и хода ноги водителя в переднем положении (грязевой зазор переднего колеса составляет 40-80 мм),

9) определение допустимого вертикального размера от точки θ до высоты руля. Моделирование горизонтальной линии высоты руля,

10) определение точки R горизонтальным размером от точки θ (среднее положение руля по рукояткам). Регулирование местоположения рук и спины манекена по выбранному диаметру колеса (пропорция: смещение на 0,5" точки на каждый добавленный 1" колеса). Руки должны находиться в расслабленном положении, для более устойчивого управления МТС. Спину необходимо немного прогнуть для более удобной посадки и долгой езды на МТС. Местоположение точки R необходимо сместить назад по горизонтальной

линии,

11) моделирование проектного посадочного треугольника ΔHNR .

Переходим к этапу моделирования посадочной схемы пассажира.

Моделирование посадочной схемы пассажира

12) моделирование горизонтальной линии седла пассажира по вертикальному размеру от точки H . Данная высота обусловлена конструктивно, так как седла водителя и пассажира отдельные. Легкий вес седла пассажира делает обслуживание МТС довольно простым. Подушка седла пассажира выше, для снижения компрессионных ударов, так как пассажир не всегда успевает среагировать в отличие от водителя. Чем больше размер, тем выше центр тяжести пассажира,

13) определение точки H_2 по горизонтальному допустимому размеру от точки H и по вертикальной линии до их пересечения, предварительному расположению манекена 95-го перцентиля, опирая его стопой на линию пола. Данный размер влияет на колесную базу, радиус поворота, маневренность и комфортное перемещение водителя по седлу,

14) определение расположения заднего колеса по рациональному размеру от точки H_2 до точки оси заднего колеса. Пассажир должен находиться в базе МТС. Чем дальше он будет от базы заднего колеса, тем устойчивей к переворотам будет МТС,

15) определение высоты подножки по допустимому размеру от линии пола. Пассажир сидит выше, ногами обхватывает контур седла за счет этого держится. Высота подножки нужна для увеличения длины пола водителя и хода ноги для маневрирования,

16) определение точки N_2 стопы пассажира на линии подножки по горизонтальному допустимому размеру от точки N до точки N_2 ,

17) проверка грязевого зазора заднего колеса по горизонтальному размеру от диаметра окружности заднего колеса до пятки стопы пассажира. Задний грязевой зазор должен быть больше переднего,

18) определение допустимого горизонтального размера от точки H_2 с моделированием вертикальной линии рукояток посадочного места пассажира,

19) определение точки R_2 рукояток для пассажира по вертикальному размеру. Регулирование местоположения рук. Руки пассажира должны находиться в расслабленном состоянии и не составлять в локтевом суставе прямую линию. Таким образом, снимаются нагрузки и компрессионные удары при движении. Рукоятки помогают пассажиру удерживаться в седле при маневрировании.

20) моделирование проектного посадочного треугольника $\Delta H_2 N_2 R_2$.

В итоге колесная база является результирующим размером, а не задающим. Колесную базу обычно подгоняют по агрегатам в техническом проекте. Высота по седлу – это тоже результат, зависящий от конструктивных элементов МТС, хода подвесок между линией пола и дорожным просветом (рисунок 3.36).

Полученные проектные посадочные треугольники необходимо проанализировать с существующими аналогами и определить те или иные антропометрические качества посадки водителя и пассажира МТС.

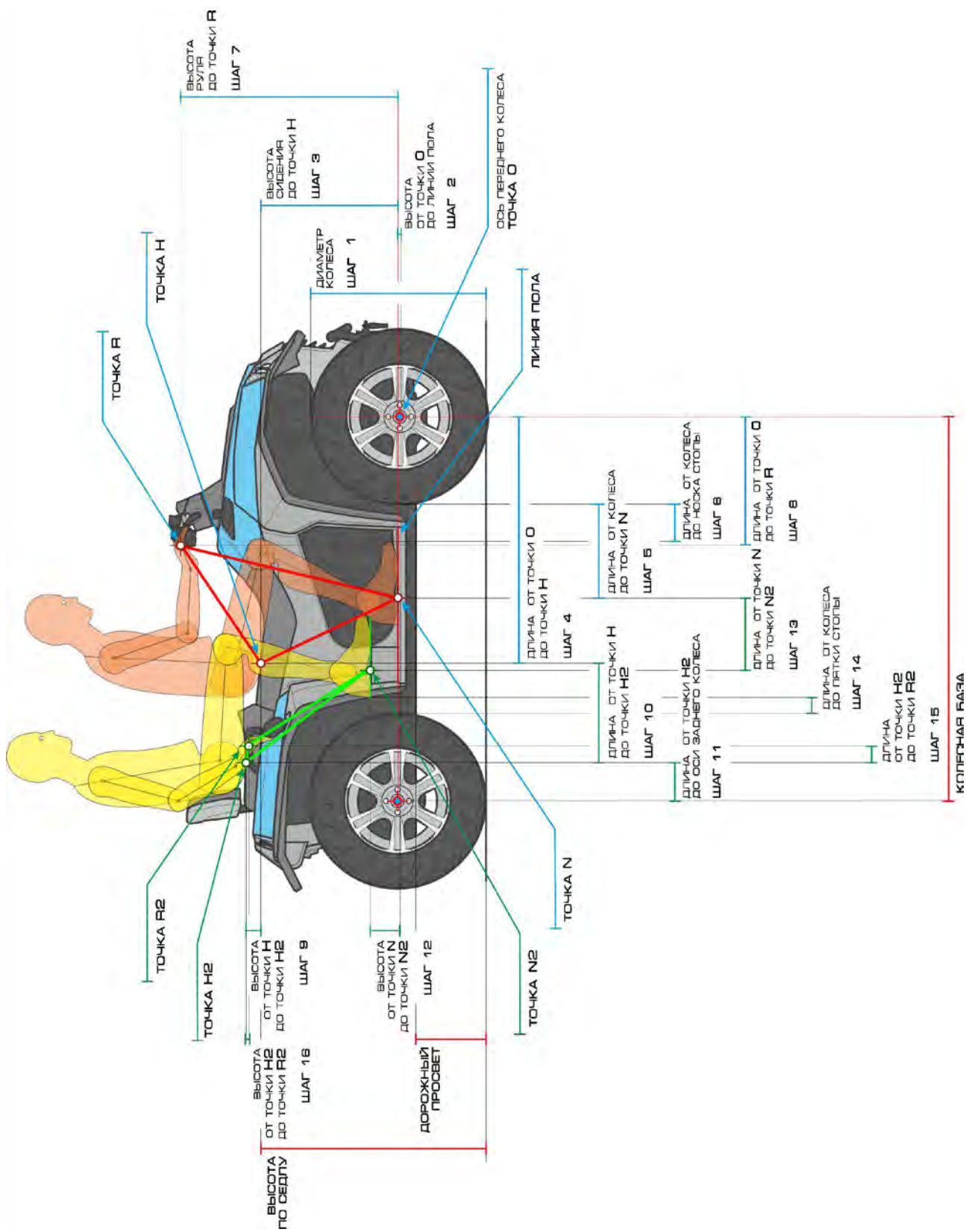


Рисунок 3.36

3.4. Методологические особенности компоновочного проектирования в дизайне малогабаритных транспортных средств

Морфологические показатели МТС влияют на его потребительские (эксплуатационные) свойства. Данные свойства требуют анализа и классификации. На рисунке 3.37 показан перечень свойств, характеризующих МТС. На этапе дизайн-проектирования необходимо дифференцировать свойства по важности и определить количественные показатели компоновочной схемы МТС.

Целью данного проектного процесса является получение совокупности показателей компоновочной схемы МТС, используемых для обоснования неформальных творческих решений и дальнейшего проектирования МТС. Для обеспечения изложенных эксплуатационных свойств для МТС с рассмотренными компоновочными схемами силовых агрегатов рациональны и перспективны параллельные КЭСУ [5] и электрические ЭСУ. На рисунке 3.38 представлен алгоритм компоновочного проектирования на этапе дизайн-проектирования МТС на основе анализа и моделирования посадочных схем и схем компоновок узлов и агрегатов, выполненных в данной работе.

3.4.1. Методика выбора рациональных компоновочных схем в дизайне малогабаритных транспортных средств

Обоснование базовых проектных параметров МТС с КЭСУ. По результатам исследования автомобильного рынка создается ТЗ, которое отражает функциональное назначение и цель создания нового ТС, основные художественные характеристики и конструктивные параметры, перечень эксплуатационных свойств проектируемого ТС. При разработке МТС с эксплуатацией в городских условиях необходимо учитывать специфические требования эксплуатации и целевой группы.

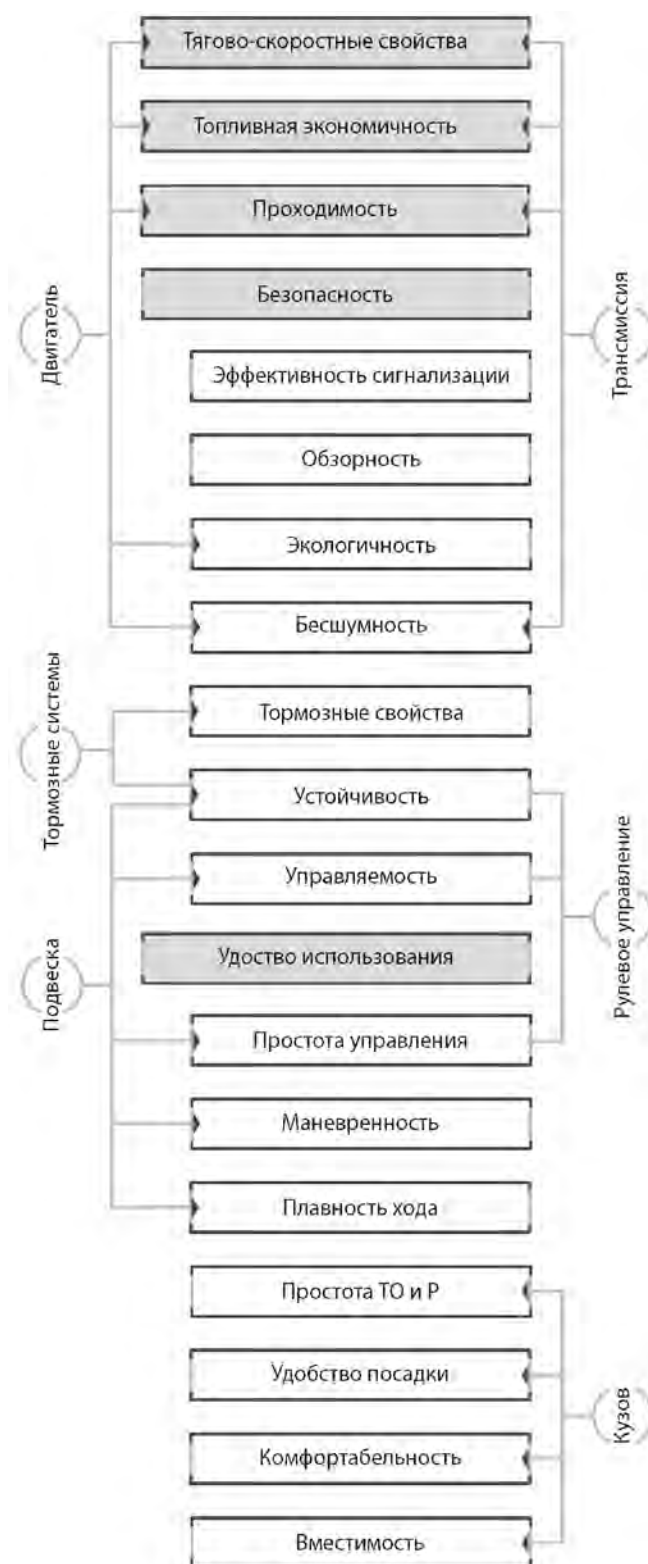


Рисунок 3.37

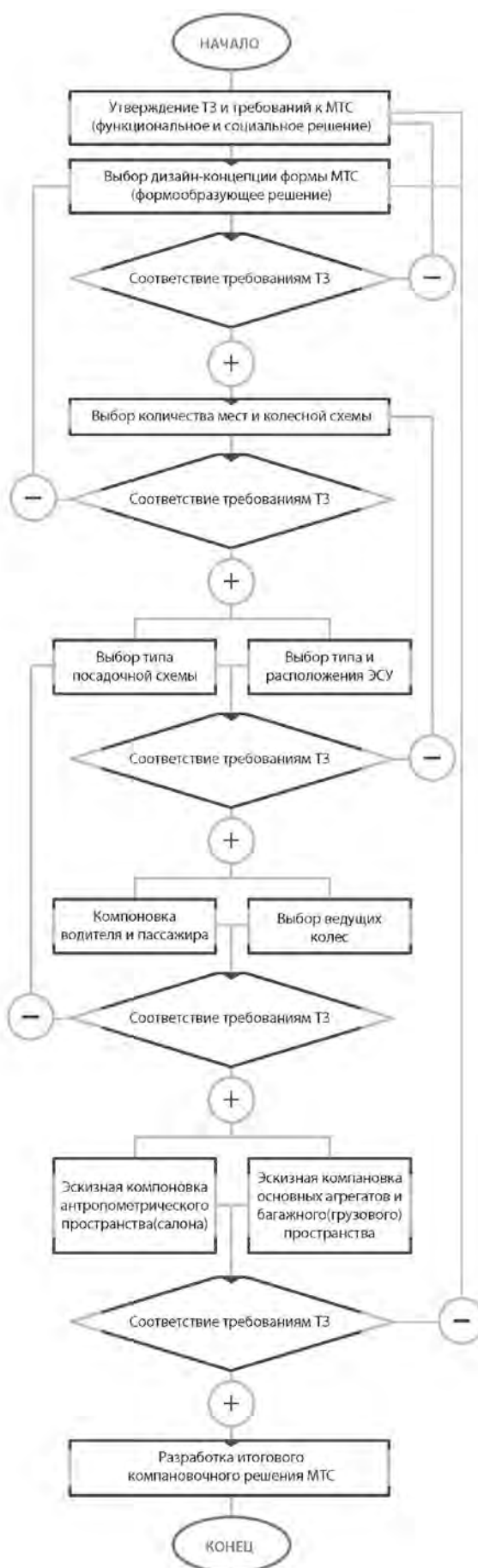


Рисунок 3.38 – Алгоритм компоновочного проектирования в дизайне МТС

Городские условия эксплуатации ТС характеризуются большими транспортными потоками, малыми скоростными режимами и ограниченным парковочным пространством. МТС с КЭСУ для городских условий эксплуатации должен обладать следующими характеристиками: максимальная скорость 60-70 км/ч (скорость ТС ограничена ППД в городе на уровне 60 км/ч); достаточная динамичность; компактность и маневренность (удобство парковки и транспортировки); достаточная обзорность с места водителя (безопасность движения и простота управления).

Особенность отечественной эксплуатации ТС требует обеспечить возможность увеличения максимальной скорости движения до 90-100 км/ч для частичной эксплуатации на магистральных дорогах МТС с КЭСУ (поездки на дачные участки и в сельскую местность).

Динамичность и скоростные режимы МТС позволяют потребителю психологически ощущать себя равноправными участниками дорожного движения вместе с ТС более высоких классов и категорий. При выборе габаритных параметров и компоновочного решения МТС, влияющих на положение центра тяжести и объем антропометрического пространства, необходимо чтобы данные параметры отвечали требованиям устойчивости движения ТС.

МТС необходимо обеспечить за счет большой высоты достаточный багажно-грузового пространства и удобства посадки и выхода из салона, т.к. городская эксплуатация ТС характеризуется частыми остановками в пунктах назначения, связанными с выходом из ТС и транспортировкой малогабаритных грузов.

Высокая экологичность производства и утилизации сегмента МТС в сравнении с ТС категории *M* подтверждается малыми массогабаритными показателями и отсутствием токсичных материалов изготовления. Повышение экологичности эксплуатации МТС обеспечивается использованием КЭСУ и ЭД.

Показатели внешнего и внутреннего шума у МТС с КЭСУ в сравнении с

обычными ТС будут ниже (установившиеся режимы работы маломощного ДВС).

Другие требования целевой группы отечественных потребителей к МТС с КЭСУ, которые необходимо проработать на этапе дизайн-проектирования:

- эстетичность кузова (достаточно выразительная и целостная форма кузова в экстерьере и интерьере);
- эргономичность (проработанная посадочная схема и в целом антропометрическое пространство);
- ремонтпригодность (унифицируемость агрегатов с другими отечественными автотранспортными средствами, удобство доступа в агрегатно-силовое пространство, простота конструкции);
- возможность эксплуатации в зимнее время года и в дождливое время (кузов автомобильного типа, герметичность, отопление и вентиляция салона);
- проходимость (мощность КЭСУ должна обеспечить уверенное движение по российским дорогам);
- прагматичная комфортабельность (потребитель должен иметь выбор по комплектации и отделке МТС с КЭСУ, что влияет на объем производства и продаж сегмента МТС).

МТС с КЭСУ должен удовлетворять общим требованиям нормативных документов: устойчивость движения; легкая управляемость (гидроусилитель руля, автоматическая КПП или вариатора); безопасность.

На устойчивость МТС будут влиять расположение центра тяжести, профиль поперечного сечения, форма, сцепление колес с дорогой. Четырехколесный МТС обеспечит более высокую проходимость, меньшую высоту центра тяжести и рациональные компоновочные решения в сравнении с трехколесной схемой.

Безопасность на дороге МТС должны обеспечить пластичный бампер, надежные тормоза, качественное сцепление с дорогой. Достаточно прочная структура кузова обеспечит безопасность водителя и пассажира и защиту

силовых агрегатов. Демпфирующая передняя часть кузова должна эффективно гасить удар. Для повышения активной безопасности необходимо решить такие вопросы как: удобство посадочной схемы водителя и пассажира (которая влияет на утомляемость), эргономическая компоновка органов управления, обзорность, управляемость, надежность, – в конструкции ничего не должно быть отвлекающего.

Экономические показатели МТС с КЭСУ: малый расход топлива (малые затраты на сопротивление воздуха, малый вес, КЭСУ); малая материалоемкость; малые затраты на обслуживание и ремонт (малые нагрузки агрегатов).

Эффективный и экономичный городской режим «разгон-торможение» обеспечивается КЭСУ: работа экономичного ДВС на установившихся скоростях с дополнением при разгоне крутящего момента от НЭ через ЭД, а при торможении идет рекуперация энергии в НЭ (ЭД-генератор).

Как было отмечено выше, сочетание в компоновочной схеме (морфологической структуре) МТС двух новых тенденций мирового автомобилестроения – преимущества МТС и КЭСУ для МТС, увеличение производства МТС – позволит создать конкурентоспособный ТС с потребительскими свойствами, отсутствующими у выпускаемых ТС серийно в настоящее время в России.

Влияние выбора компоновочного решения на устойчивость МТС. Важными потребительскими качествами являются качества по безопасной эксплуатации ТС. Одним из них является устойчивость ТС как элемент активной безопасности. ТС, обладающее достаточной устойчивостью к изменению условий дорожного движения, создает комфортные условия для водителя (снижает утомление и пр.). Устойчивость классифицируют на продольную и поперечную. Поперечная устойчивость ТС теряется под действием боковых сил (поворот, боковой ветер и др.).

Компоновочное решение МТС влияет на формирование поперечной устойчивости ТС. Чем меньше колесная база ТС, тем больше центробежная сила, усиливающая нестабильность движения. Данным ТС сложнее управлять, приходится постоянно корректировать траекторию движения рулевым колесом, что приводит к утомлению. ТС с избыточной поворачиваемостью более опасны в аспекте безопасности.

Рассмотрим влияние компоновки МТС на поворачиваемость. На увод колес влияют следующие факторы: расположение центра тяжести вдоль оси ТС; наличие тягового усилия на колесе, т.е. тип привода автомобиля; наличие дифференциала повышенного трения; жесткость подвески, геометрия и тип подвески; подруливание подвески; угол развала колес; давление в шинах.

Важным фактором является тип привода ТС, т.к. от выбора типа привода зависит компоновка агрегатов и тип подвески. Если ТС переднеприводный, то двигатель располагается спереди и центр масс смещен к передним колесам. Вышеизложенное показывает увеличение угла увода передних колес по отношению к задним. Нагруженные тяговым усилием колеса имеют больше угол увода, чем у ведомых колес [6].

В заднеприводном ТС сложнее обеспечить достаточную поворачиваемость, т.к. задние ведущие колеса имеют больший увод, чем ведомые передние. Необходимо разгружать задние колеса, сближая центр тяжести к переднему мосту максимально близко. В МТС разгрузить задние колеса можно сближением водителя и пассажира к переднему мосту (должны располагаться рядом). Задний мост практически невозможно сделать подруливающим. Регулирование возможно углами развала передних колес и жесткостью подвесок. Размещение двигателя влияет на положение центра тяжести. Если центр тяжести находится над передними колесами, увеличивается длина ТС. Данное компоновочное решение рационально применить при поперечном расположении водителя и пассажира относительно оси ТС. В продольном (тандемном) расположении водителя и пассажира

рационально располагать двигатель под сиденьем, т.к. центр масс нагруженного ТС будет ближе к передним колесам.

В полноприводном ТС, где тяга по осям распределяется равномерно, поворачиваемость стремится к нейтральной. Обеспечить достаточный коэффициент поворачиваемости можно углами развала колес.

Чем меньше колесная база ТС, тем быстрее произойдет потеря управления ТС – это является недостатком МТС. В зависимости от типа привода отличаются и способы ликвидации данного заноса.

Компоновочное решение МТС с задним приводом нерационально в аспекте устойчивости, т.к. сложно добиться идеальной поворачиваемости ТС, а, следовательно, его устойчивости на больших скоростях. При заносе заднего моста ТС склонно к быстрому развороту, т.е. при таком маневре сложно избежать потери управления. Рационально в аспекте устойчивости компоновочное решение с передним приводом (более устойчивый и прост в управлении). ТС с полным приводом обладают лучшей устойчивостью на дороге, но в результате сложного компоновочного решения его габаритные размеры и развесовка по осям не рациональна для МТС.

МТС характеризуется маневренностью и относительной малоскоростностью. Рациональным в данном случае является компоновочное решение МТС с задним расположением силового агрегата и передними управляемыми колесами. МТС должно быть маневренным (способность ТС изменять свое положение на минимальной площади) и относительно малоскоростным. Маневренность характеризуют минимальный радиус поворота наружного управляемого колеса (R_H) и минимальная ширина коридора (A) (минимальный радиус поворота внутреннего неуправляемого колеса (R_B), a и b – максимальный выход частей ТС за пределы траектории движения).

$$A = R_H - R_B + a + b, \quad (6)$$

Отношение колеи и базы ТС, угол поворота управляемых колес определяют радиусы поворота колес. Отношение базы к колее для двухместного МТС изменяется в зависимости от способа посадки водителя и пассажира. Принципиально два решения посадки: продольная посадка (тандемная) [493; 494] и поперечная посадка относительно оси автомобиля. При продольной посадке МТС получается узким и длинным (рисунок 3.28) [493; 494], отношение базы к колее примерно 1,7. При поперечной посадке водителя и пассажира ТС уменьшается колесная база и увеличивается колея. Отношение базы к колее составляет примерно 1. Для определения общей маневренности необходимо использовать обобщенный критерий – минимальную площадь, необходимую для маневра, например, для выезда со стоянки (рисунок 3.39). Для двухместного МТС с продольной посадкой водителя и пассажира площадь, необходимая для совершения данного маневра будет на 6,5% меньше площади, необходимой аналогичному МТС с поперечной посадкой.

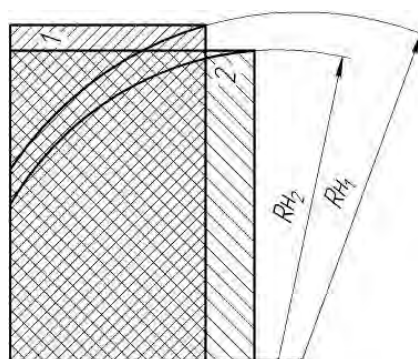


Рисунок 3.39 – Соотношение площадей необходимых для совершения маневра:

- 1 – для двухместного МТС с продольной посадкой;
- 2 – для двухместного МТС с поперечной посадкой

Моделирование схем центра масс для компоновочных схем МТС

Рассмотрим влияние расположения узлов и посадки пассажиров в МТС на положение центра его тяжести. При выборе компоновочного решения МТС необходимо правильно определить показатели массы ТС и его узлов и агрегатов. За основу для сравнительного анализа компоновочных схем МТС

было принято положение центра его масс. Компоновка узлов и агрегатов, посадочная схема водителя и пассажира влияет на положение центра тяжести в ТС.

Для определения координат центра масс используется метод аналогий, т.е. определение массы деталей ТС по справочным данным, в которых приведены средние значения весовых показателей аналогичных агрегатов существующих ТС. Ориентировочные значения массы агрегатов МТС показаны в таблице 3.21. Используя данные значения, составляется ведомость, определяется примерная масса ТС и вычисляется координата центра масс ТС, нагрузка, приходящаяся на оси.

Для моделирования координат центра тяжести ТС необходимо на компоновочной схеме проектируемого ТС указать точки центров тяжести основных агрегатов и пассажиров (рисунок 3.40), что будет использоваться для определения распределения нагрузки по осям [20; 28; 77 и др.].

Таблица 3.21 – Значения масс основных элементов конструкции

МТС автомобильного типа

<i>Наименование</i>	<i>Значение, кг</i>
ДВС с КПД, с согласующим редуктором или генератором	70 – 80
Главная передача	4 – 6
Полуоси	4 – 6
Передняя подвеска	40 – 50
Задняя подвеска	40 – 50
Колесо	6 – 8
Рулевое управление	20 – 25
Электрооборудование (штатный аккумулятор)	15 – 20
Аккумуляторная батарея (1 модуль)	24
Электродвигатель (мотор-редуктор / мотор-колесо)	18 – 22 / 10 – 12
Преобразователь напряжения и контроллер	15 – 20
Топливный бак	20 – 25
Кузов (включая неучтенные части конструкции)	80 – 100
Система охлаждения	6 – 9

(радиатор, вентилятор, кожухи, трубки)	
Водитель/пассажир (манекен)	75,6

На плоской компоновочной схеме ТС наносятся точки центров масс отдельных его частей, пассажиров и водителя, т.к. точные координаты данных точек и значения масс неизвестны; расчеты приближительны, но они носят сравнительный и оценочный характер.

По уравнению (7) определяется координата центра тяжести L_a ТС:

$$L_a = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + m_3 l_3 + \dots + m_n l_n}{m_a}; \quad (7)$$

Массы, приходящиеся на передний и задний мосты ТС, определяются по колесной базе:

$$m_{n0} = \frac{m_a l_3}{l_a + l_3}; \quad m_{z0} = \frac{m_a l_a}{l_a + l_3}, \quad (8)$$

где l_a и l_3 – расстояние от центра тяжести до переднего и заднего моста соответственно.

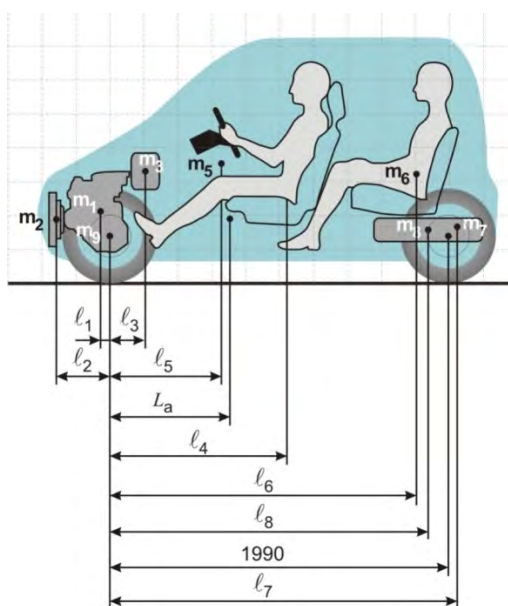


Рисунок 3.40 – Определение координат центра тяжести МТС

m_1 – силового агрегата; m_2 – радиатора, вентилятора; m_3 – электрооборудования; m_4 – пассажира на переднем сиденье и водителя; m_5 – кузова и неучтенных деталей; m_6 – пассажиров на заднем сиденье; m_7 – задней подвески с рабочей тормозной системой; m_8 – багажа, запасного колеса; m_9 – передней подвески; m_{10} – электромоторов; m_{11} – аккумуляторных батарей; m_{12} – топливного бака

На этапе дизайн-проектирования МТС достаточно получить приближительные показатели и дать оценку определенному варианту

компоновочного решения с позиции развесовки по осям для дальнейшей проектной работы, исключая грубые ошибки.

Проведено моделирование координат центров масс для рациональных вариантов компоновочных схем МТС с разных позиций (рисунок 3.41), что позволяет дизайнеру проводить оценку компоновочных решений и определить направление для дальнейшего проектирования.

Данный показатель используется для определения численных показателей параметров эксплуатационных свойств. На основе существующих моделей исследуемого типа ТС находятся рекомендуемые диапазоны показателей эксплуатационных свойств. При проектировании ТС необходимо выполнение такого условия, при котором данные показатели должны находиться в пределах предлагаемых диапазонов. Исследуемые параметры МТС, влияющие на характеристики эксплуатационных свойств, представлены в таблице 5. Для каждой из приведенных групп МТС предлагается принять один из предложенных вариантов компоновочных схем МТС.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА МАСС КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ МТС

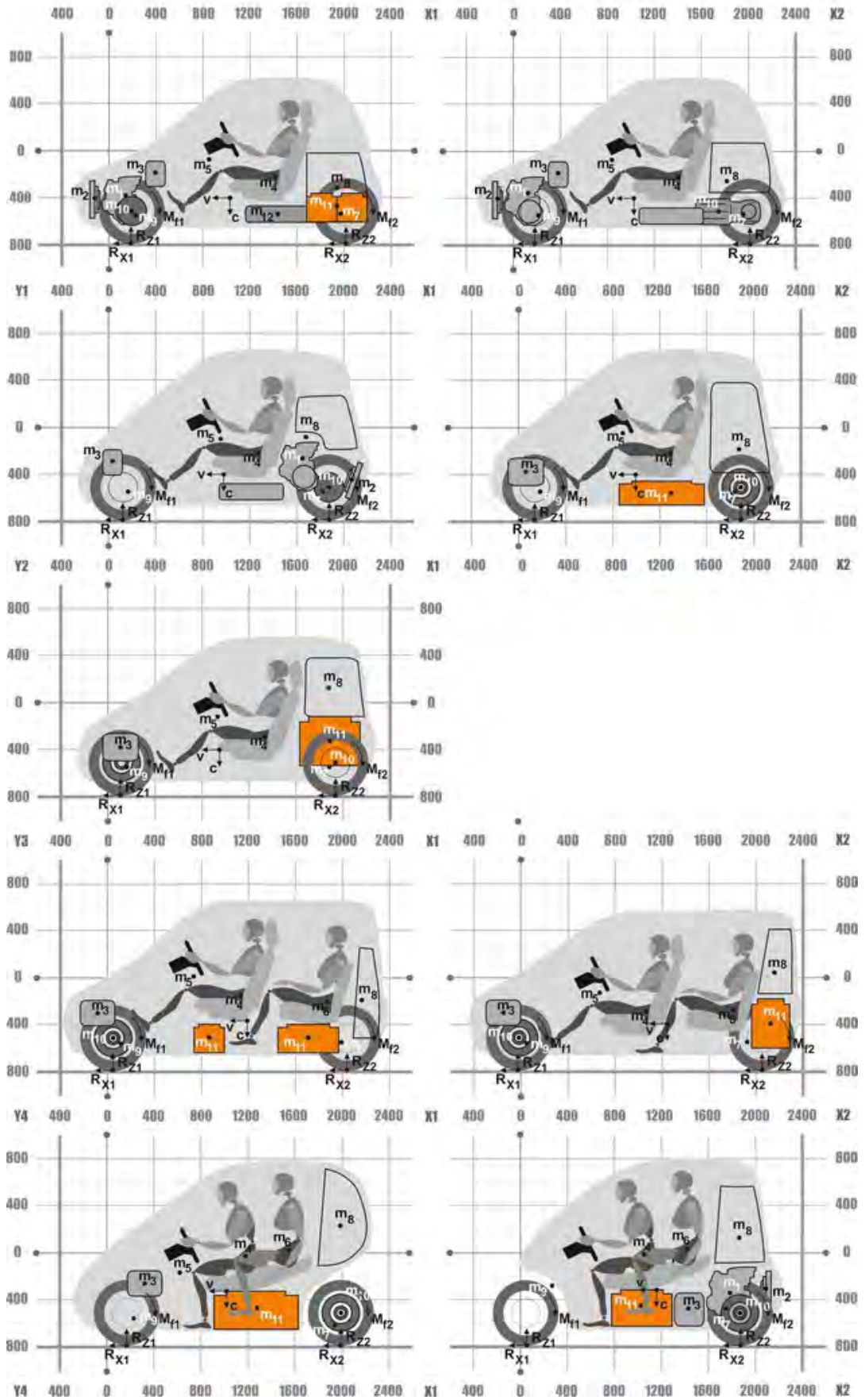


Рисунок 3.41 – Определение центра масс компоновочных решений МТС

3.4.2. Методические рекомендации компоновочного проектирования электрических малогабаритных транспортных средств

В настоящее время существует тенденция к смене ДВС на ЭД на ТС для передвижения по городу. Компактные и маневренные электрические ТС (ЭТС) становятся альтернативным способом передвижения для городских жителей, но конструктивные недостатки АКБ снижают популярность ЭТС. Конструктивные особенности разных вариантов электропривода электромобилей требуют научно обоснованного подхода на этапе дизайн-проектирования ЭМТС для выбора рациональной компоновочной схемы ТС.

По выше разработанной классификации МТС необходимо проводить выбор рациональной компоновочной схемы в ЭМТС с учетом назначения, класса ТС, условий эксплуатации и особенностей компоновочных решений (по приоритетности проектной задачи).

Значительная масса НЭ является недостатком для ЭТС. В МТС основная масса приходится на АКБ, водителя и пассажира, что определяет высокое значение отношения массы АКБ к массе ЭТС и линейность величины пробега [43].

В настоящее время существует несколько видов НЭ и отсутствует единое рациональное решение для эффективного ЭТС с позиций всех требований.

В процессе проектирования МТС решается проблема максимального использования внутреннего пространства ТС. НЭ занимают значительную часть пространства, что требует рациональной компоновки агрегатов ЭСУ. Рациональное решение для МТС – использование мотор-колес. Использование мотор-колес упрощает компоновку ТС и освобождает внутреннее пространство, но ухудшает плавность хода, управляемость и снижает комфортабельность.

К основным проектным морфологическим показателям ЭТС можно отнести собственную массу ЭТС (без АКБ), запас хода, тип АКБ, полную массу ЭТС, энергоемкость АКБ. Проведен анализ тяговых ЭД для ЭТС и в

таблице 3.22 приведены основные характеристики ЭТС для тягового привода электромобиля. В таблице 3.23 проведен анализ разных типов АКБ по их характеристикам с позиций стоимости, удельной энергоплотности и энергоемкости, а также надежности.

Таблица 3.22 – Классификация ЭД

	Двигатели постоянного тока			Двигатели переменного тока		
	Последовательные (серийные)	Параллельные (шунтовые)	Смешанные (компаундные)	Синхронные вентильные	Асинхронные	Вентильно-индукторные
Тип возбуждения	Электромагнитное постоянного тока	Электромагнитное постоянного тока	Электромагнитное или от постоянных магнитов	Постоянные магниты	Электромагнитное переменного тока	Независимое электромагнитное или самовозбужденное
Способ регулирования скорости	Реостатное или импульсное,	Реостатное или импульсное	Реостатное или импульсное	Импульсное, или трапецеидальным напряжением	Частотное, импульсное	Импульсное, или трапецеидальным напряжением
Режим торможения	Противоключением, динамическое	Рекуперативное, динамическое и противоключением	Рекуперативное, динамическое и противоключением	Рекуперативное, противоключением	Рекуперативное, динамическое и противоключением	Рекуперативное
Осуществление реверса	Изменением направления тока в якоре	Изменением направления тока в якоре	Изменением направления тока в якоре или обмотке возбуждения	Изменением последовательности включения обмоток	Изменением последовательности включения обмоток	Изменением последовательности включения обмоток

Таблица 3.23 – Параметры основных типов тяговых АКБ

Наименование	Удельная емкость, Вт·ч/кг	Удельная плотность, Вт·ч/дм ³	Удельная мощность, Вт/кг	Температурный режим, °С	Ток нагрузки относительно ёмкости (С)	Цикл жизни, заряд/разряд	Экспонента Пекерта (<i>n</i>)
Свинцово-кислотные (Lead Acid)	30...60			-40...+40		1000...1500	1,2...1,3
Никель кадмиевые (NiCd)	45...65	50-150	150..500	-50...+40		1000	
Никель металл-гидридные (NiMH)	60...72	около 150		-60...+55		300...500	
Литий Ионные (Li-ion)	110 ... 230			0 ... +60	до 500С	600	менее1,05
Литий полимерные (Li-pol)				-20...+40		500...600	
Никель Цинковые (NiZn)	около 60	до 255		-30...+40		250...370	
Натрий никель-хлоридные (NiNaCl)	250...330	до 500		+300		более 1000	
LiFePO4	90...110		3000			2000	

Электропривод для МТС можно разделить на две группы: традиционные схемы и схемы с мотор-колесами. Для рационального выбора электропривода на этапе дизайн-проектирования МТС был проведен сравнительный анализ традиционной схемы ЭД (передача мощности на колеса посредством традиционной трансмиссии) и ЭД, объединенных с колесами (мотор-колесами) по основным недостаткам и преимуществам обеих схем (таблица 3.24).

Таблица 3.24 – Преимущества и недостатки компоновочных схем электропривода

Оцениваемый параметр	Схема электропривода с полуосями	Мотор-колесо
Конструктивная сложность	+	–
Общее количество узлов	–	+
Масса	–	+
Удобство компоновки агрегатов ТС	–	+
Неподдресоренная масса	+	–
Влияние дорожных неровностей на долговечность электромотора	+	–
Отсутствие механического дифференциала	–	+
Степень влаго- и грязезащищенности	+	–
Источник шума	–	+
Себестоимость изготовления	+	–
Возможность управления каждым колесом в отдельности	–	+
Управление ведущими колесами	–	+
Комфорт в управлении ТС	+	–

3.5. Вывод по главе 3

1. Сформулированы группы факторов моделирования компоновочной и посадочной схемы ТС в процессе дизайн-проектирования кузова ТС (формообразующие факторы: – художественное, структурное и антропометрическое решение кузова; эксплуатационные факторы – компоновка узлов и агрегатов, шасси, рыночная ниша), позволяющие провести моделирование рациональной посадочной и компоновочной схемы МТС с

формообразующих и эксплуатационных позиций.

2. Рассмотрена типология антропометрических схем в динамике, рассмотрены формирующие их факторы, а также сформулированы зависимости наиболее рациональных схем.

3. Определены и охарактеризованы направления современного эргономического решения МТС: автотранспортное, мототранспортное, комбинированное (авто- и мототранспортное), формирование нового оригинального эргономического решения сегмента МТС. Разработанная классификация эргономических схем МТС по параметрам посадочных схем (мопедные, мотоциклетные, легкоавтомобильные и грузоавтомобильные); по параметрам компоновки органов управления (тип управления) и параметрам посадочного места (тип посадки) водителя МТС позволяет дизайнеру, эргономисту и конструктору повысить эффективность проектной деятельности.

4. Проведена классификация и моделирование современных посадочных схем МТС с поперечным и продольным расположением водителя и пассажира; 3- и 4-колесных компоновочных схем МТС с разными видами ЭСУ (ЭД, ДВС, КЭСУ (ЭД+ДВС), альтернативными источниками энергии (АИЭ) и с их различным расположением. Проведен сравнительный анализ и выявлены преимущества, недостатки посадочных и компоновочных схем МТС.

5. Сформулированы группы факторов эргономического проектирования МТС: 1) компоновочная группа (колесная база, тип ЭСУ, компоновка ЭСУ и агрегатов, пропорциональные и габаритные показатели ТС, количество и расположение пассажиров в салоне, багажно-грузовое пространство); 2) группа безопасности (условия безопасности водителя, пассажиров и пешеходов); 3) антропометрическая группа (габаритные показатели пространства салона, материалы исполнения, посадочная схема, пластика и компоновка органов управления, обзорность и комфорт); 4) формообразующая группа (стилевое решение салона, форма сидений, внутренних облицовочных панелей и органов

управления); 5) группа спецопций (перевозка спецбагажа; дополнительные ящики и ниши; трансформация и зонирование салона; многофункциональность элементов салона); 6) группа альтернативных эргономических решений; 7) группа автоматизации и упрощения управления ТС.

6. По разработанным геометрическим моделям проведен сравнительный анализ посадочных схем МТС, в результате которого определена рациональная схема 4-колесная двухместная схема с продольным расположением водителя и пассажира, обеспечивающая малую колею, управляемость, устойчивость и маневренность ТС.

7. Разработаны методики выбора посадочных и компоновочных схем МТС, позволяющие дизайнеру научно обоснованно выбрать рациональное схему уже на этапе дизайн-проектирования МТС.

8. Определены основные три точки, формирующие МПС В-П. Введено понятие «посадочный треугольник» МПС. Определены параметры, формирующие МПС МТС. Разработаны методические рекомендации по антропометрическому моделированию МПС В-П в разных позициях. В результате колесная база МТС является результирующим размером, а не задающим. Колесную базу обычно подгоняют по агрегатам в техническом проекте. Высота по седлу – это тоже результат, зависящий от конструктивных элементов МТС, хода подвесок между линией пола и дорожным просветом.

9. Разработана методика антропометрического моделирования МПС водителя и пассажира МТС, заключающийся в поэтапном моделировании посадочных треугольников МПС и их анализом с существующими аналогами для определения антропометрических качеств МПС в целом.

ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В мировой практике автомобильного дизайна за многие годы сложился традиционный дизайн-процесс по разработке новой модели ТС. Электронное трехмерное моделирование в дизайне ТС является уже одним из основных средств реализации художественной концепции формы. Выявляется актуальность методологического обоснования традиционного и современного проектного моделирования в дизайне ТС.

Дизайнерская практика строится на постоянном обновлении форм ТС, переосмыслении взаимодействия и структурообразовании объектов и пространства. Снижение сроков моделирования будущего ТС является актуальной задачей. Эта задача позволяет решить внедрение междисциплинарных принципов в процессе проектирования ТС.

Целью главы является описание принципов проектного моделирования МТС, выявление междисциплинарных связей в изучении современных принципов проектного моделирования для решения задач устойчивого дизайна и поисках новых решений форм МТС, исследование новых видов проектного моделирования ТС на примере актуального сегмента ТС – МТС.

Разработанные и описанные ниже принципы электронного трехмерного моделирования МТС позволяют грамотно выбирать рациональный способ моделирования в конкретной проектной ситуации, искать новые способы воплощения идей, развивать новое мышление и инновационный подход к моделированию МТС.

В процессе дизайн-проектирования ТС особое место занимает поверхностное моделирование. Требования к поверхностному моделированию постоянно возрастают одновременно с удешевлением технологий быстрого прототипирования, развитием системного дизайна (где одна ЭГМ

одновременно на рекламу, выставку, макет, производство и т.д.). В процессе дизайн-проектирования необходимо стремиться к снижению срока проектирования, снижению количества материальных ресурсов (компьютерный анализ на прочность, аэродинамику и д.р.), что влечет за собой преследование важной цели – снижению стоимости конечного изделия. Данные задачи в настоящее время активно решаются с помощью высококачественных поверхностных моделей ТС.

Поверхности класса «А» в настоящее время наиболее востребованы в процессе проектного моделирования ТС. Сферы применения данных поверхностей многогранны. Особое место занимает кузов ТС, который непременно создается с помощью поверхностей класса «А», чтобы достичь высокого качества бликов и светотени. Они применяются в сквозном дизайн-проектировании ТС, в котором создается модель для изготовления методами быстрого прототипирования, высокореалистичной визуализации и медиа-представления. Изложенное требует разработки методологических основ проектного моделирования поверхностей класса «А» на основе анализа формы по поверхностям определенного класса качества, оценки и проверки качества поверхностей, в том числе поверхностей класса «А».

4.1. Методика электронного геометрического моделирования малогабаритных транспортных средств

В настоящее время основу трехмерного моделирования составляют методы: 1) метод конструктивного представления (*C-REP*): использование булевых операций для представления сложной модели из элементарных объектов; 2) метод графического представления (*B-REP*): представление модели в результате поэтапного процесса преобразования примитивов [409].

В дизайне, в частности в автомобильном дизайне, электронное трехмерное моделирование разделяется на виды по наличию истории

построения и по элементам построения (таблицы 4.1, 4.2) [576; 577; 582; 590].

Таблица 4.1 – Виды 3D моделирования по наличию истории построения объекта

<i>Виды</i>	<i>Описание</i>	<i>Пример ПО</i>
Параметрическое моделирование	Моделирование по набору заданных варьируемых параметров операций	<i>CATIA</i>
Непараметрическое моделирование	Моделирование без сохранения параметров построения (истории построения)	<i>Rhinoceros</i>
Смешанного типа	Историю построения в любой момент можно удалить/отключить	<i>Alias Studio Tools</i> <i>Rhinoceros + Grasshopper</i>

Таблица 4.2 – Виды 3D моделирования по элементам построения

	<i>Вид</i>	<i>Элементы построения</i>	<i>Программы</i>	<i>Модель</i>
1	Полигональное моделирование	Полигон, кривая, (<i>poly, nurbs, mesh</i>)	<i>Alias, 3D max, Maya, Rhino</i>	Полигональная
2	Каркасное моделирование	Точка и линия (<i>line & point</i>)	<i>Alias ST, AutoCAD, CATIA, IsemSurf</i>	Каркасная
3	Поверхностное моделирование	Точка, линия, поверхность (<i>surface</i>)	<i>Alias ST, AutoCAD, CATIA, IsemSurf</i>	Поверхностная
4	Твердотельное моделирование	Твердое тело (<i>solid</i>)	<i>Alias ST, AutoCAD, CATIA, IsemSurf, SolidWorks</i>	Твердотельная
5	Конечно-элементное моделирование	Узел, конечный элемент, сетка (<i>point, lines, mesh</i>)	<i>Ansys, Rhino + Kangaroo</i>	Конечно-элементная
6	Генеративное моделирование	Компоненты, связи между компонентами	<i>Rhino + Grasshopper</i>	Генеративная

В практике автомобильного дизайна виды моделирования используются в синтезе, формируя определенный принцип для создания формы ТС. В результате анализа применения видов моделирования сформулированы и разработаны четыре принципа моделирования:

- 1) традиционный,
- 2) инверсионный,
- 3) генеративный,
- 4) интерактивный [171].

В автомобильном дизайне используются *традиционный* и *инверсионный* принципы, в основе которых геометрическое моделирование.

Традиционный принцип:

- 1) творческое рукотворное (*Sketch modeling*) или полигональное моделирование (*Polygonal and mesh modeling*);
- 2) поверхностное моделирование (*Surface modeling*);
- 3) твердотельное моделирование (*Solid modeling*);
- 4) прототипирование (*Prototyping*).

Данный принцип обеспечивает моделирование концепт-артов, концептов и итоговых форм кузова ТС с разной сложностью геометрии. Критерии выбора традиционного принципа моделирования: оболочковая структура формы кузова, не фрактальная, не требует изменений во времени и пространстве; исходными данными для моделирования являются эскизы и чертежи. Графические модели можно классифицировать по следующим критериям: форма (набросок, рисунок, эскиз [289; 335; 433; 482]; чертеж, схема [83; 482]), функция (набросок, поисковый рисунок, эскиз, демонстрационный рисунок [289; 335; 433]); технический рисунок; схема; чертежи детали, сборки, общего вида, компоновки, теоретического, габаритного [83; 85; 482]) изображения.

Инверсионный принцип:

- 1) традиционное (рукотворное) макетирование (*Modeling*);
- 2) трехмерное сканирование (*3D scanning*);
- 3) поверхностное моделирование класса «А»/«В» (*Surface modeling*);
- 4) твердотельное моделирование (*Solid modeling*);
- 5) прототипирование (*Prototyping*).

Инверсионный принцип моделирования по этапам имеет сходства с традиционным, однако, для создания поверхностной модели используются данные, полученные сканированием рукотворного макета или прототипа на трехмерном сканере. Формообразование базируется на результатах трехмерного сканирования, т.е. исходными данными является поле точек или полигональная модель. Подходит для моделирования кузова приближающихся к заключительной стадии производства или для рестайлинга существующей формы кузова. Данный принцип более трудоемкий, по сравнению с традиционным, в связи с тем, что требуется создать макет или иметь в наличии готовый прототип, затрачивать время на сканирование, однако достигается максимальная приближенность параметров кузова к реальному объекту или макету. Критерии выбора инверсионного принципа моделирования: по ТЗ в качестве исходных данных для проектирования – пластилиновый макет, форма не фрактальная, не требует изменений во времени и пространстве, но сложная закрытая оболочковая. Объемные модели можно классифицировать по следующим критериям: форма изображения (темплет, модель, макет, опытный образец [80; 483]), стадия разработки объекта изображения (проектный и рабочий макеты [80]), этап выполнения изображения (черновой и чистовой макеты [103; 433]), функция изображения (поисковый, доводочный и демонстрационный макеты [103; 433]).

В *традиционном и инверсионном* принципах моделирования наиболее важную роль имеет этап поверхностного моделирования. Основой автомобильного дизайна является сложное поверхностное моделирование. Требования к поверхностному моделированию постоянно возрастают одновременно с удешевлением технологий быстрого прототипирования; проведением достоверного численного анализа на прочность, аэродинамику и пр.; применением системного дизайна (где одна модель одновременно идет на создание рекламы, выставки, на производство). Данные задачи в настоящее время решаются с помощью высококачественных поверхностных моделей.

Полисоставное поверхностное моделирование. Дифференциация полисоставных поверхностей. Любая модель состоит из множества различных элементарных поверхностей, что приводит к необходимости стыковать различные по происхождению поверхности друг с другом. Достижение визуально неразличимого стыка матовой или полуматовой поверхности достигается в классе «B», однако при наличии глянцевой поверхности визуально неразличимого стыка и плавного перехода блика требуется построение поверхностей класса «A».

Способы соединения поверхностей между собой:

- двумя прямыми линиями образующими плоскую поверхность – *skin* (класс «C»);
- фаской с заданными радиусом или радиусами (если угол между поверхностями 90°) – *round* (класс «B»);
- свободной фаской (если угол между поверхностями не 90°) – *surface filet, freeform blend* (класс «B» или «A» в зависимости от выбранных опций);
- поверхностью созданной двумя *blend*-кривыми, выровненными относительно исходных поверхностей по определенной кривизне (класс «B» или «A» в зависимости от выбранных опций);
- функционалом автоматического замыкания поверхностей (*align*), когда одна поверхность автоматически стыкуется относительно неподвижной другой по кривизне $G2$ (класс «A»);

Главным критерием качества полисоставной поверхности является её *непрерывность* (*непрерывность кривых, создающих данную поверхность и непрерывность ребер поверхности*). Различают несколько уровней непрерывности (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Уровни непрерывности («Continuity») поверхностей

<i>Виды непрерывности</i>	<i>Описание</i>	<i>Применение</i>
Прерывистая	Между двумя фрагментами	Отрицательное явление при

поверхность	непрерывности существует разрыв (иногда расстояние между поверхностями может быть визуально неразлично)	моделировании полисоставных поверхностей. Исключением является разделение полисоставной поверхности на отдельные детали и создания эстетического стыка, например, между частями кузова ТС
Непрерывность по координате – $G0$ $G1$ – в ПО <i>Alias</i> <i>ST</i> это <i>position continuity</i> .	Два фрагмента имеют общую кромку (т.е. сопряжены без разрыва), но при этом данная кромка ребро. В данном случае при переходе через кромку сопряжения координаты непрерывны	Используется для создания ребер, граней на поверхности моделируемого объекта (рисунок 4.1)
непрерывность по касательной $G1$ $G1$ – это <i>tangent continuity</i> (в начертательной геометрии касательная).	Два фрагмента имеют общую кромку и при этом сопряжены гладко (ребро на поверхности отсутствует). В этом случае при переходе через кромку сопряжения непрерывными являются координаты и касательные (первые производные), но с разными радиусами	$G1$ используют при построении видовых матовых либо полуматовых поверхностей, потому что переход от одной поверхности к другой визуально видимый, резкий, несмотря на то, что поверхности касательны друг к другу (рисунок 4.2). Популярное соединение в производстве промышленных изделий низкого и среднего класса любой формы: пылесосы, фены, микроволновки и т.д.
Непрерывность по радиусу кривизны $G2$	Два фрагмента имеют общую кромку и при этом сопряжены «гладко с непрерывностью по кривизне» - ребро на поверхности отсутствует, мы имеем непрерывность по кривизне (непрерывность $G2$). $G2$ – одна поверхность переходит в другую по	Обеспечивает плавные визуально неразличимые полисоставные поверхности, что и требуется для поверхности класса «А». Применяется при моделировании глянцевых и высокогляцевых сложных поверхностей

	касательной и радиус начала равен радиусу конца первичной поверхности, но равна только точка начала в этом и есть отличие от $G3$	
	$G3$ – когда одна прямая (или поверхность) переходит в другую по касательной и радиус начала равен радиусу конца $primate$ кривой (или поверхности), и равна не только точка начала, но и некоторые точки после	При данном соединении одна поверхность переходит в другую без видимого стыка, что и требуется для поверхности класса «А» (рисунок 4.3) [304]

Дифференциация полисоставных поверхностей по визуальному качеству:

– *Поверхность класса «А»* (это полисоставная поверхность с применением непрерывностей высокого порядка $G2$ и $G3$ в местах плавного перехода и $G0$ для моделирования ребер). При визуализации характеризуется качественными стыками поверхностей и естественными цельными бликами по всей своей поверхности (рисунок 4.1). Применяется для моделирования гляцевых видовых поверхностей кузова (высококачественная визуализация, прототипирование и серийное производство).

– *Поверхность класса «В»* (использование непрерывности во всей модели не выше $G1$). При визуализации обладает неразличимыми стыками, но приобретает некоторое искажение бликов (рисунок 4.2). Применяется в производстве функциональных объектов интерьера и экстерьера кузова ТС.

– *Поверхность класса «С»* (использование непрерывности во всей модели не выше по $G0$). При визуализации характеризуется низким визуальным качеством стыков и ломаными бликами. Используется при проектировании агрегатов и узлов (рисунок 4.3) [404].

В сложной глянцевой видовой поверхности, например, кузова ТС, встречаются все виды непрерывности $G0$, $G1$, $G2$ применение каждого из них зависит от поставленных задач перед дизайнером и того, как будет разбита сложная поверхность на простые. Задача дизайнера при моделировании сложной поверхности в классе «А» дробить модель на простые поверхности и добиваться визуального эффекта цельной оболочки, т.е. когда блик переходит от одной части полисоставной поверхности до другой гладко, изменяя свое направление и характер в соответствии с художественной задачей, а не с проблемами моделирования.

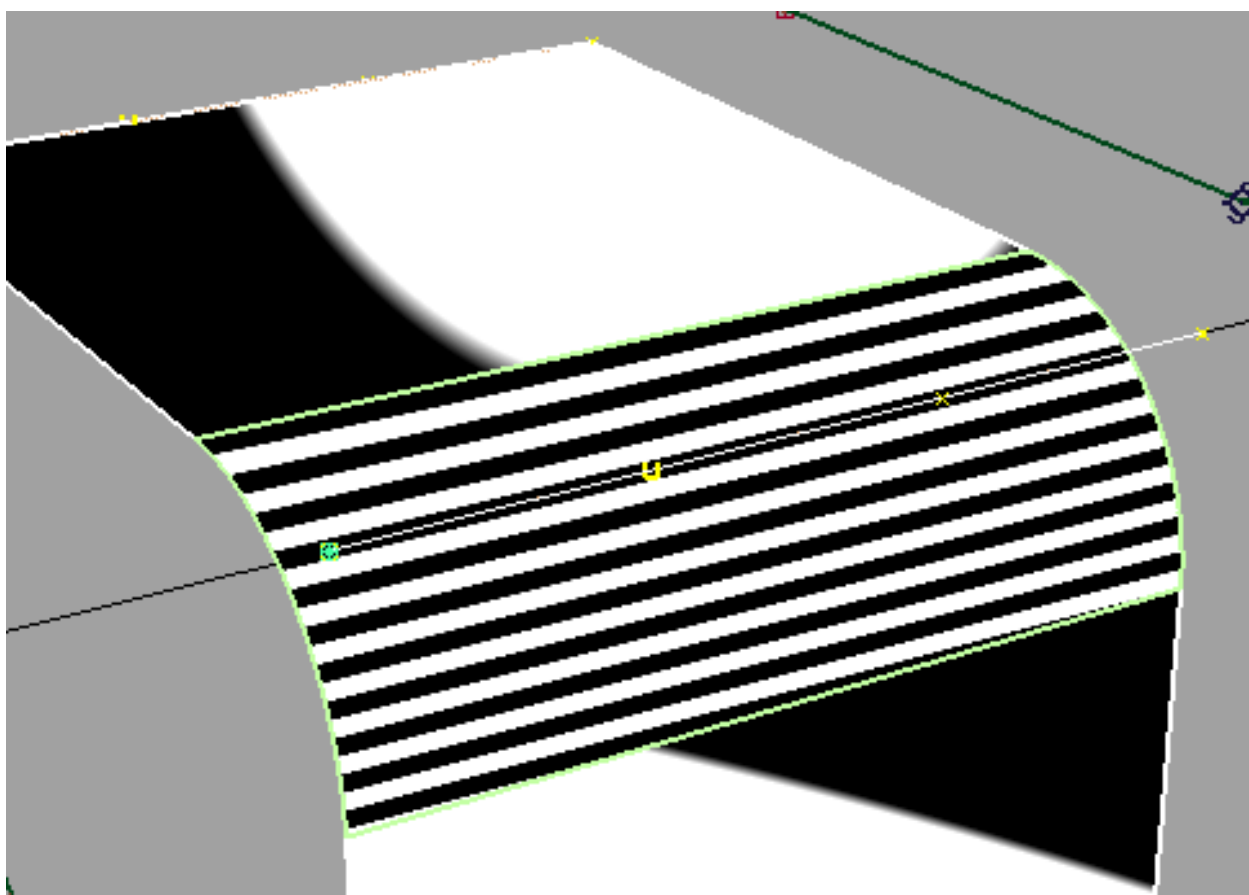
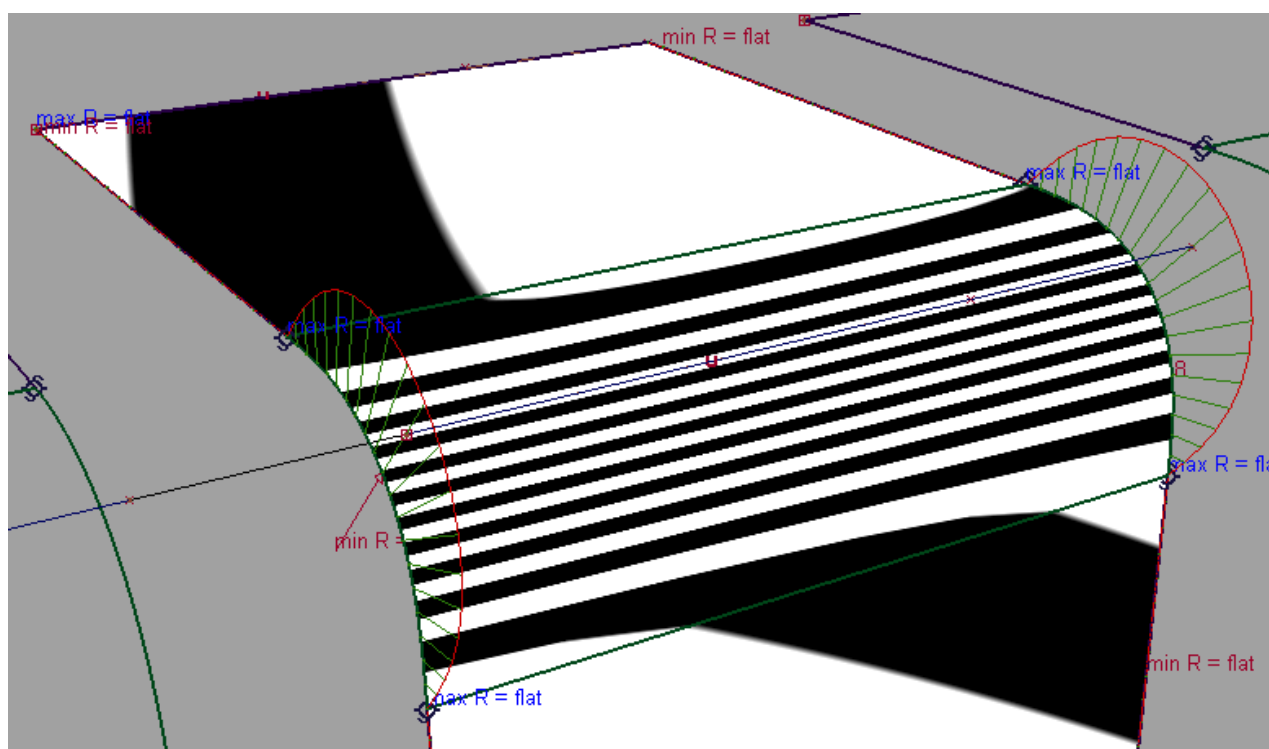
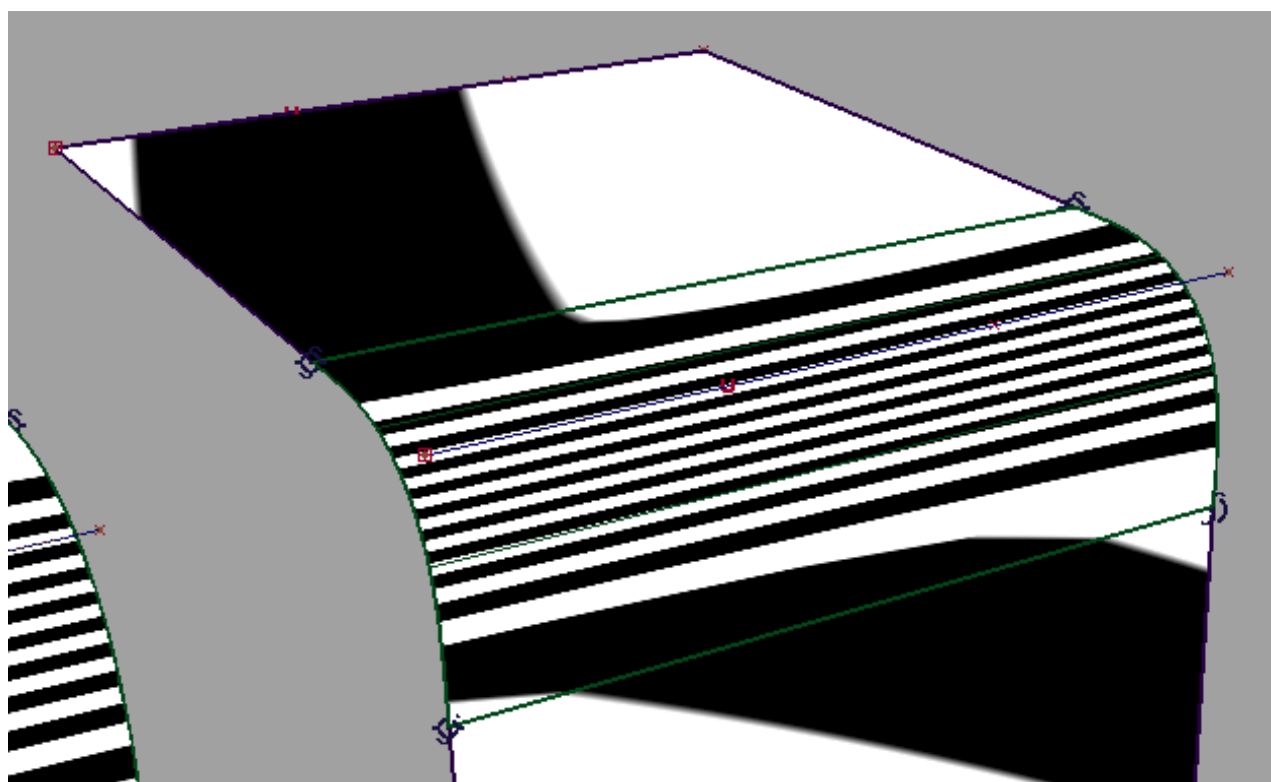


Рисунок 4.1 – Фаска (*filet*) $G0$ continuity

Рисунок 4.2 – $G1$ communityРисунок 4.3 – $G2$ community

Поверхность класса «А» является полисоставной поверхностью из двух или более поверхностей с сопряжением между собой по $G0$, $G1$, $G2$, с помощью которых происходит осознанное управление и моделирование

бликов, с целью качественной презентации объекта и последующего сквозного моделирования. Целесообразными объектами моделирования поверхностей класса «А» являются сложная вогнуто-выпуклая формы кузова ТС с видовыми плоскостями и закрытой оболочковой объемно-пространственной структурой. Кузов легкового автомобиля, где требуется нюансная проработка формы и высококачественные поверхности. В других случаях моделирование поверхностей класса «А» будет экономически нецелесообразно в связи с затратой большого количества времени.

В сложной глянцевой видовой поверхности кузова легкового автомобиля встречаются все виды непрерывности $G0$, $G1$, $G2$ применение каждого из них зависит от поставленных задач перед дизайнером и того, как будет разбита сложная поверхность на простые. Задача дизайнера при моделировании сложной поверхности в классе «А» дробить модель на простые поверхности и добиваться визуального эффекта цельной оболочки, т.е. когда блик переходит от одной части полисоставной поверхности до другой гладко, изменяя свое направление и характер в соответствии с художественной задачей, а не с проблемами моделирования.

Анализ поверхностей. Для иллюстрации и анализа того, как будут выглядеть реальные поверхности, используются различные способы анализа кривых и поверхностей. Однако наиболее информативными для выявления и анализа поверхностей класса «А», «В» и «С» являются «Анализ эпюры кривизны» («*Curve curvature*») и «Изофотный анализ» («*Isophot analysis*»).

Эпюрный анализ построен на оценке радиусов кривизны. Эпюра кривизны характеризуется перпендикулярными к касательным на анализируемой кривой, прямыми (количество которых можно задать рукотворно) и высотой данных поперечных прямых, которые отражают кривизну поверхности и выявляют наличие радиусов кривизны или их отсутствие.

Данный вид анализа кривых и ребер поверхностей основан на выявлении неровностей. Эпюра кривизны увеличивает выпуклости, впадины и изгибы кривой. Она также показывает изгиб кривой. Диалоговое окно позволяет изменять размер и плотность «поперечных прямых». Возможностью анализа является выявление и графическое представление максимального и минимального радиуса кривизны (рисунок 4.4).

Изофотный анализ появился до появления компьютеров и был основан на освещении объекта через поверхность, прорезанную длинными равноудаленными полосками, через которые равномерно проникал свет, образуя изофоты. Изофотный анализ моделирует рефлекторные линии (рисунок 4.5). Данный вид анализа дает полное представление о распространении и форме бликов на поверхности моделируемого объекта, и позволяет с высокой точностью визуально различать поверхности класса «А».

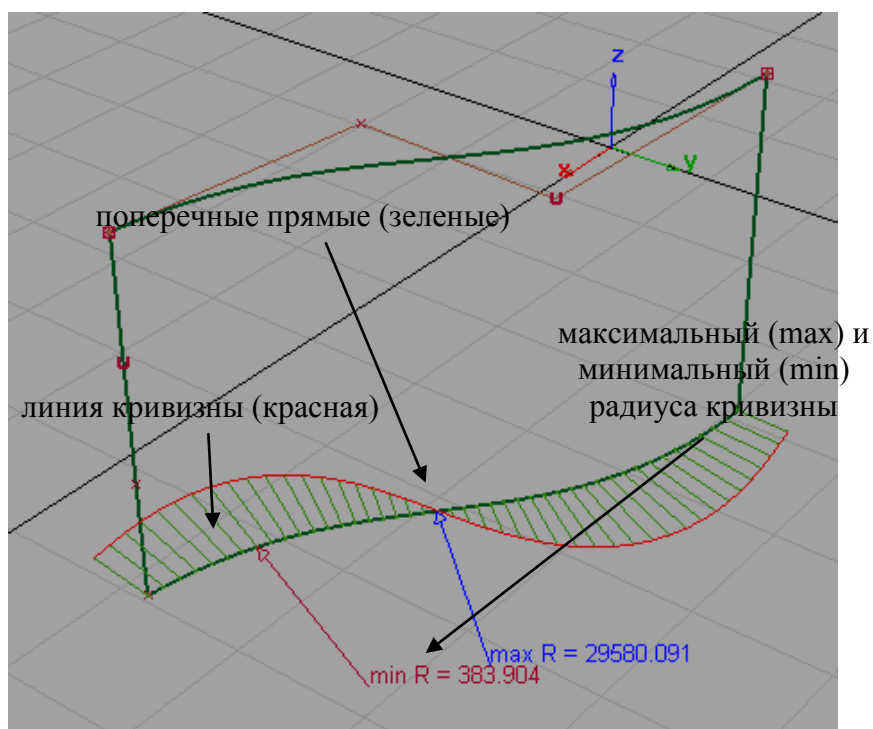


Рисунок 4.4 – Анализ кривизны поверхности или кривой

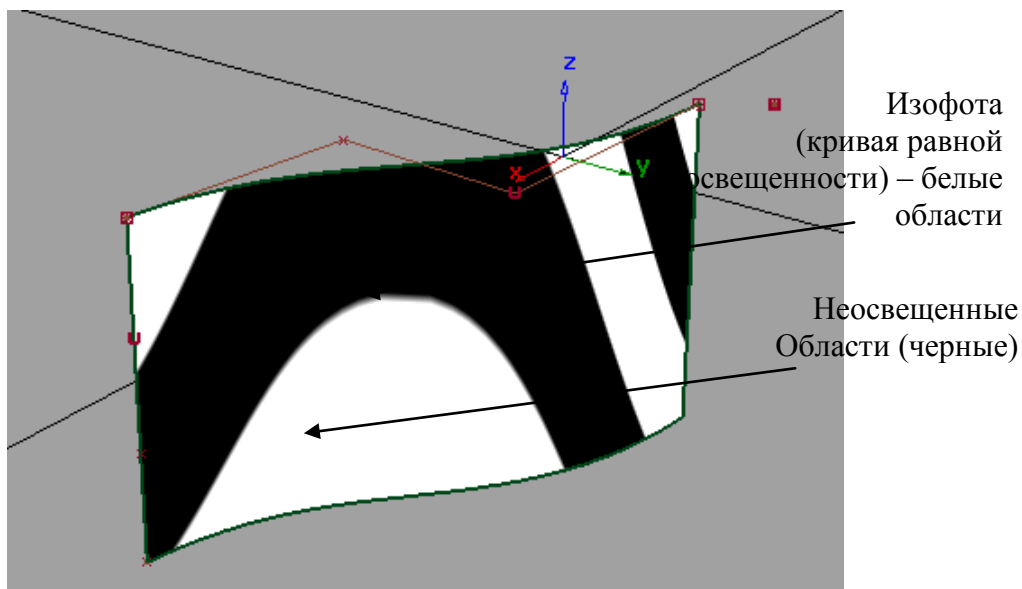


Рисунок 4.5 – Изофотный анализ поверхности

Следует обратить внимание на иллюстрации характера изменений кривизны (характер эпюры кривизны) в реализации различных соединений поверхностей.

Рисунок 4.6 показывает непрерывность по координате – $G0$. На поверхности хорошо видны изломы по кромкам сопряжения; рефлекторные линии совершенно не согласованны, на эпюре кривизны скачки.

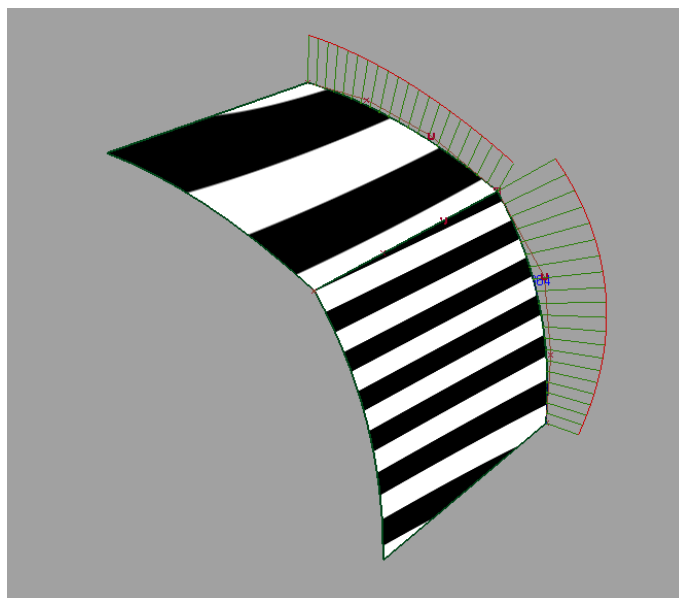


Рисунок 4.6 – Непрерывность по $G0$

Рисунок 4.7 представляет непрерывность по касательной – $G1$. Как видим, изломы по кромкам сопряжения присутствуют, рефлекторные линии имеют

взаимно упорядоченный вид, но по кромкам сопрягаемые изломы содержат скачки. Это означает, что кривизна изменяется непрерывно.

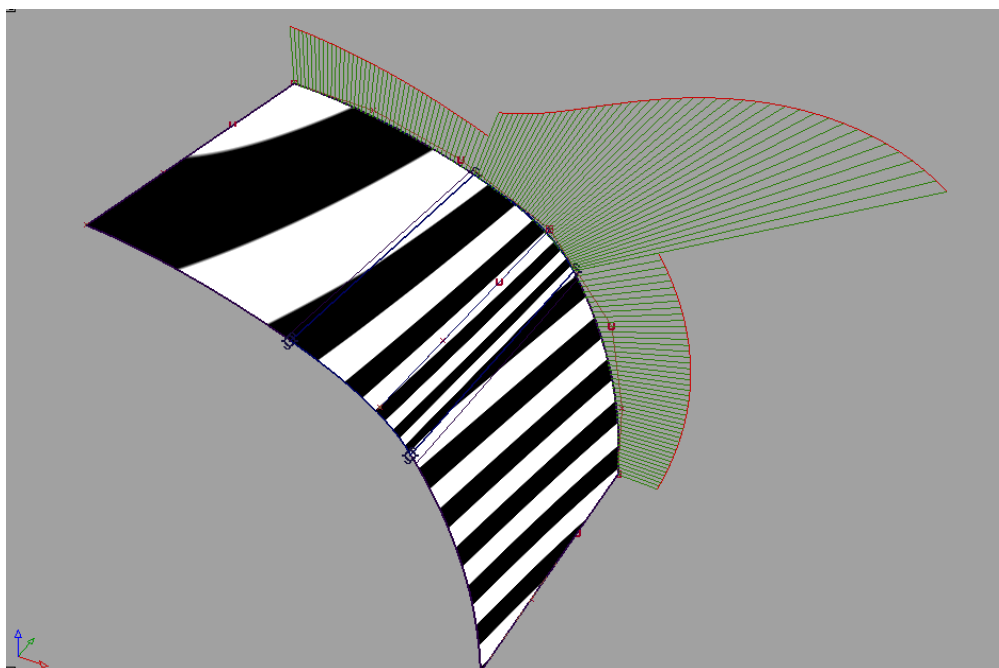
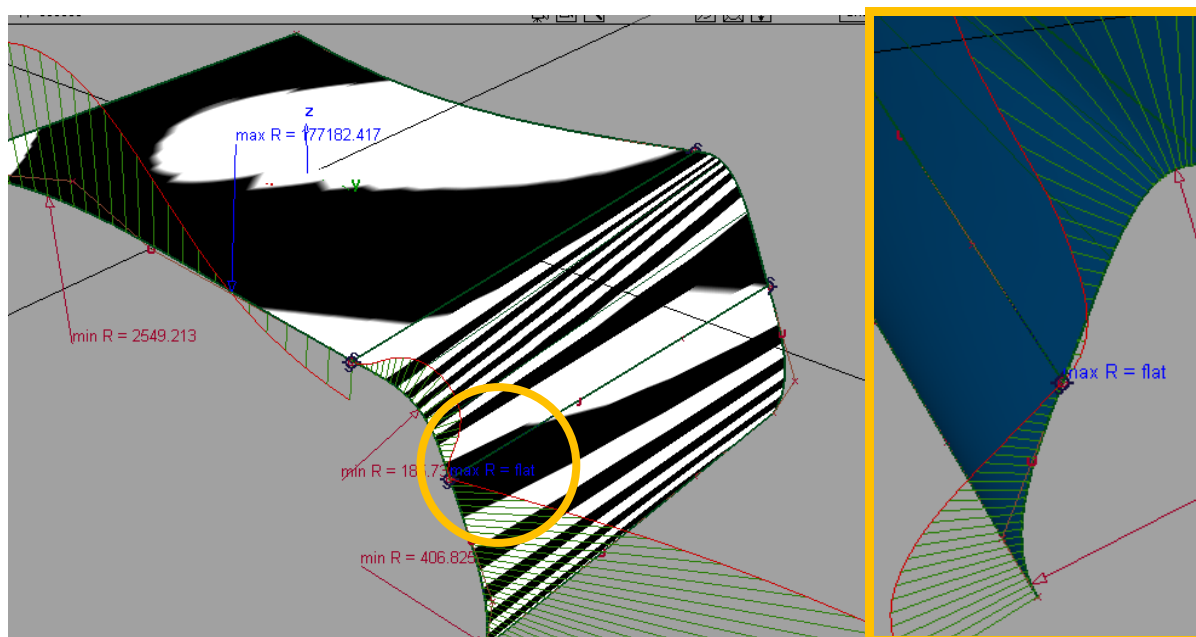


Рисунок 4.7 – Непрерывность по $G1$

При непрерывности типа $G2$ непрерывными являются координаты и три первых производных. Внешний вид рефлекторных линий (как хорошо видно на рисунке 4.8) существенно не изменился, но эпюра кривизны утратила изломы. Это означает, что кривизна изменяется, не только непрерывно, но и гладко [577].



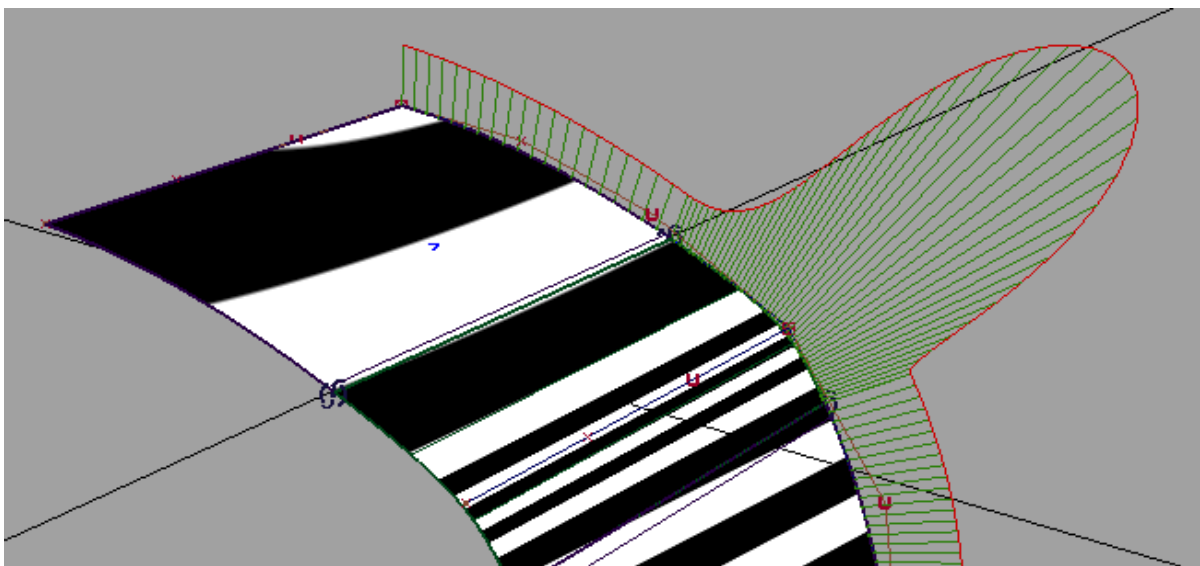


Рисунок 4.8 – Непрерывность по $G2$

Математическое ядро современных *CAD*-программ всегда обеспечивает непрерывность $G2$ внутри одного патча.

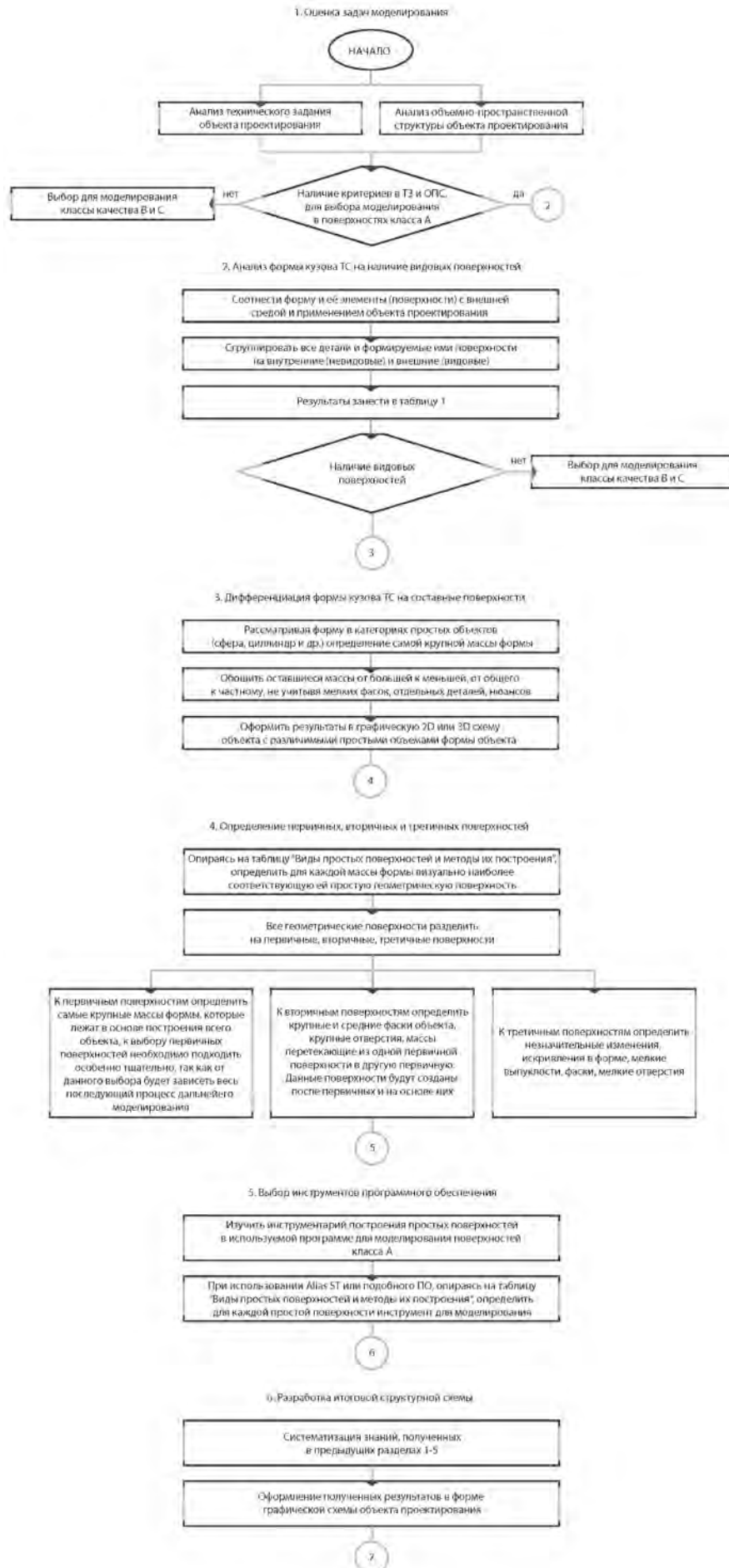
Сформулированы требования и научное обоснование высококачественного поверхностного моделирования [140] – поверхностей класса «*A*» (поверхностей разного качества). В ходе исследования было выявлено: единый термин поверхности класса «*A*», также критериев оценки, принципов построения поверхностей, дифференциация полисоставных поверхностей по визуальному качеству и выявлено три класса поверхностей «*A*», «*B*» и «*C*». Классы характеризуются количественными показателями: наличием или отсутствием определенных типов сопряжений: $G0$ (ребро), $G1$ (скругление, зависимость по тангенсу, по первой производной), $G2$ (сглаживание, зависимость по кривизне, по второй производной), цельностью поверхности (отсутствие непреднамеренных разрывов) – и качественным показателем: материалом – глянцевый/матовый [140].

Особое место занимает формообразование кузова ТС с помощью поверхностей класса «*A*», чтобы достичь достоверных результатов исследования кузова и высокого качества бликов и светотени.

Разработан алгоритм моделирования поверхностей класса «*A*» кузова ТС (рисунок 4.9):

1) аналитический этап поверхностного моделирования (структурный анализ утвержденной итоговой формы кузова в аспекте моделирования): 1.1) оценка задач моделирования по ТЗ и характеру объемно-пространственной структуре кузова ТС; 1.2) анализ формы кузова ТС на наличие видовых и невидовых поверхностей; 1.3) дифференциация формы кузова ТС на составные поверхности; 1.4) определение первичных, вторичных и третичных поверхностей кузова; 1.5) выбор инструментов программного обеспечения моделирования поверхностей класса «А», «В», «С»; 1.6) разработка итоговой структурной схемы поверхностей кузова ТС;

2) синтетический этап поверхностного моделирования (моделирование формы кузова ТС на основе структурного анализа, проведенного выше): 2.1) моделирование кривых первичных поверхностей; 2.2) моделирование первичных поверхностей; 2.3) моделирование кривых вторичных поверхностей; 2.4) моделирование вторичных поверхностей; 2.5) эпюрный и изофотный анализ вторичных поверхностей и стыков; 2.6) рукотворное моделирование – доработка и доводка; 2.7) моделирование кривых третичных поверхностей; 2.8) моделирование третичных плоскостей.



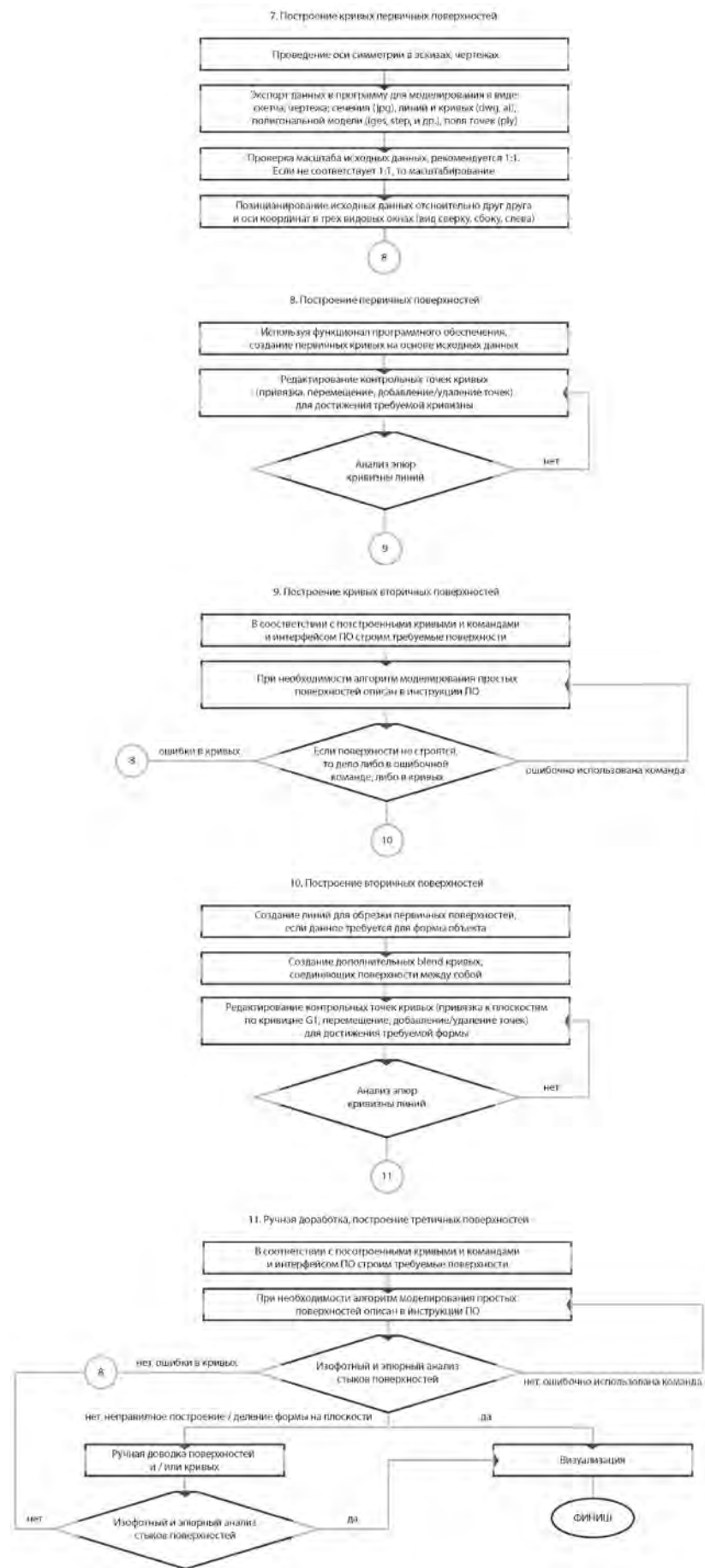


Рисунок 4.9 – Алгоритм моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС

Оценка целей моделирования. Цели моделирования можно определить по ТЗ, если ТЗ не составлено, напрямую с заказчиком проекта. Оценка целей моделирования проводится для того, чтобы определить какое качество модели и в частности качество поверхностей требуется для конкретного проекта, для этого анализируется применение, назначение электронно-геометрической модели, художественный образ, применяемые материалы.

Также важную роль играет форма объекта проектирования, её объемно-пространственная структура (ОПС). Закрытая ОПС наиболее подходит для моделирования в поверхностях «А» и «В» классов. Открытую ОПС рационально моделировать в поверхностях класса «С» либо «В».

Требования к объекту в ТЗ, при наличии которых можно сделать вывод о необходимости применения в объекте поверхностей класса «А»: нюансная проработка формы объекта; анализ рыночной обстановки (анализ аналогов), есть ли потребность в сложных высококачественных поверхностях; применяемые материалы: глянцевые, гладкие (необходимость работы с бликом); сложная оболочковая ОПС объекта или часть ОПС с криволинейными и вогнуто-выпуклыми характеристиками.

Этапы работы: поиск разделов в ТЗ соответствующих применению и назначению модели (не путать с назначением и применением объекта проектирования); анализ ОПС объекта проектирования (по методике Сомова); после анализа ТЗ и ОПС формируется вывод о целесообразности моделирования объекта в поверхностях класса «А», «В», «С». При наличии хотя бы одного вышеперечисленного требования можно сделать вывод о необходимости моделирования с применением поверхностей класса «А». Требования: наличие технического задания, наличие завершенной эскизной формы объекта проектирования.

Анализ формы на наличие видовых и невидовых поверхностей. После того, как было принято решение о необходимости моделировать объект в поверхностях класса «А», требуется дифференцировать детали и плоскости

объекта на видовые и невидовые поверхности, чтобы избежать моделирования невидовых элементов в поверхностях класса «А», т.к. это не целесообразно с точки зрения трудозатрат.

Видовые поверхности – это поверхности объекта, которые находятся снаружи, на виду и формируют внешнюю форму объекта (кузова ТС и внешние каркасные структуры и др.). Невидовые поверхности находятся внутри объекта, например, внутренние детали объектов, внутренние каркасы и др.

Этапы работы: детально рассмотреть итоговую форму объекта; соотнести форму и ее составляющие с внешней средой и применением объекта; разделить все детали и формируемые ими поверхности на внутренние и внешние; результаты занести в таблицу.

В дальнейшем под объектом моделирования будем считать видовые поверхности данного объекта, так как данные поверхности требуют более высокого качества. Требования: наличие формы объекта проекта в виде творческого моделирования.

Дифференциация формы моделируемого объекта на простые поверхности. На данном этапе происходит визуальная разбивка объекта моделирования на простые плоскости, поиск изменения кривизны. В начальной стадии для новичков в моделировании проще разбивать форму объекта на классические геометрические фигуры и их сопряжения (конус, цилиндр, шар и т.д.). Этап необходим для того, чтобы видеть форму объекта в целом и временно не отвлекаться на мелкие фаски, разъемы, стыки деталей и другие второстепенные элементы.

Этапы работы: на основе нескольких чертежей или скетчей объекта с различных ракурсов, рассматривая форму в категориях простых объектов (сфера, цилиндр и др.), определение самой крупной массы формы; обобщить оставшиеся массы от большей к меньшей, от общего к частному, не учитывая мелких фасок, отдельных деталей, нюансов. Возможно, что будет несколько одинаково крупных масс, которые «врезаются» друг в друга, тогда следует

обвести их в отдельности и «врезать» на схеме их друг в друга; оформить результаты в графическую 2D или 3D схему объекта с различными простыми объемами. Требования: наличие формы объекта проекта.

Определение первичных, вторичных, третичных, завершающих поверхностей формы. Требования и типы поверхностей для моделирования поверхностей класса «А»: основное требование к моделированию – как можно меньше и проще поверхности, но достаточно чтобы передать требуемую форму объекта.

Первичные поверхности создаются базовыми поверхностями, которые служат основой для последующего моделирования. Поверхности создаются исключительно из кривых и линий: *curves, lines, points* (каркасное моделирование). Требования: эпюра кривизны должна изгибаться максимум в двух поверхностях (отсутствие многовекторности ориентации кривых в пространстве), степень кривой должна быть не больше 7 (т.е. 8 CV с отсутствием *span* у кривых (*span* – это «провал» в кривой, в случае, когда более 6 CV в кривой 5-й степени). Если кривая 4-й степени и содержит 5 CV и т.п., то ее можно называть качественной Безье кривой.

Вторичные поверхности создаются соединением первичных поверхностей посредством фаски и свободной поверхности (*blend, fillet* и т.д.). эпюра кривизны должна изгибаться максимум в двух поверхностях (отсутствие многовекторности ориентации кривых в пространстве), степень кривой должна быть не больше 7 (т.е. 8 CV) с отсутствием *span* у кривых (*Span* – это «провал» в кривой, к примеру, кривая 5-й степени содержит более 6 CV), моделирование стыка между поверхностями должно быть по третьей производной (G3).

Третичные поверхности создаются первичными и вторичными поверхностями. Требования: минимальное сопряжение по второй производной (G2, желательно G3), рекомендуется отсутствие *span*-ов (допускается до 7), и степень – больше 7.

Завершающие поверхности создаются по разбивке предыдущих

исходных поверхностей (разбиение оболочки кузова ТС на части, капот, двери, багажник и т.д.). Требования: допускается *G1 continuity* и наличие *span*-ов (не влияют на восприятие и не искажают блики при визуализации).

Когда определены простые формы, необходимо разделение объекта на первичные, вторичные и третичные плоскости, т.е. переход объемов формы в геометрические простые плоскости: тела вращения, трубы, тела выдавливания, поверхности по двум кривым и бленд поверхностями.

Этапы работы:

- определить для каждой массы формы визуально наиболее соответствующую ей простую геометрическую поверхность;

- геометрические поверхности разделить на первичные, вторичные, третичные поверхности: к первичным поверхностям определить самые крупные массы формы, которые лежат в основе построения всего объекта, к выбору первичных поверхностей необходимо подходить особенно тщательно, т.к. от данного выбора будет зависеть весь последующий процесс дальнейшего моделирования; к вторичным поверхностям определить крупные и средние фаски объекта, крупные отверстия, массы, перетекающие из одной первичной поверхности в другую первичную. Данные поверхности будут созданы после первичных и на основе них; к третичным поверхностям определить незначительные изменения, искривления в форме, мелкие выпуклости, фаски, мелкие отверстия;

- завершающие поверхности будут необходимы для разбивки объекта на конструктивные детали. Они не влияют на общий процесс моделирования.

Требования: наличие формы объекта проекта.

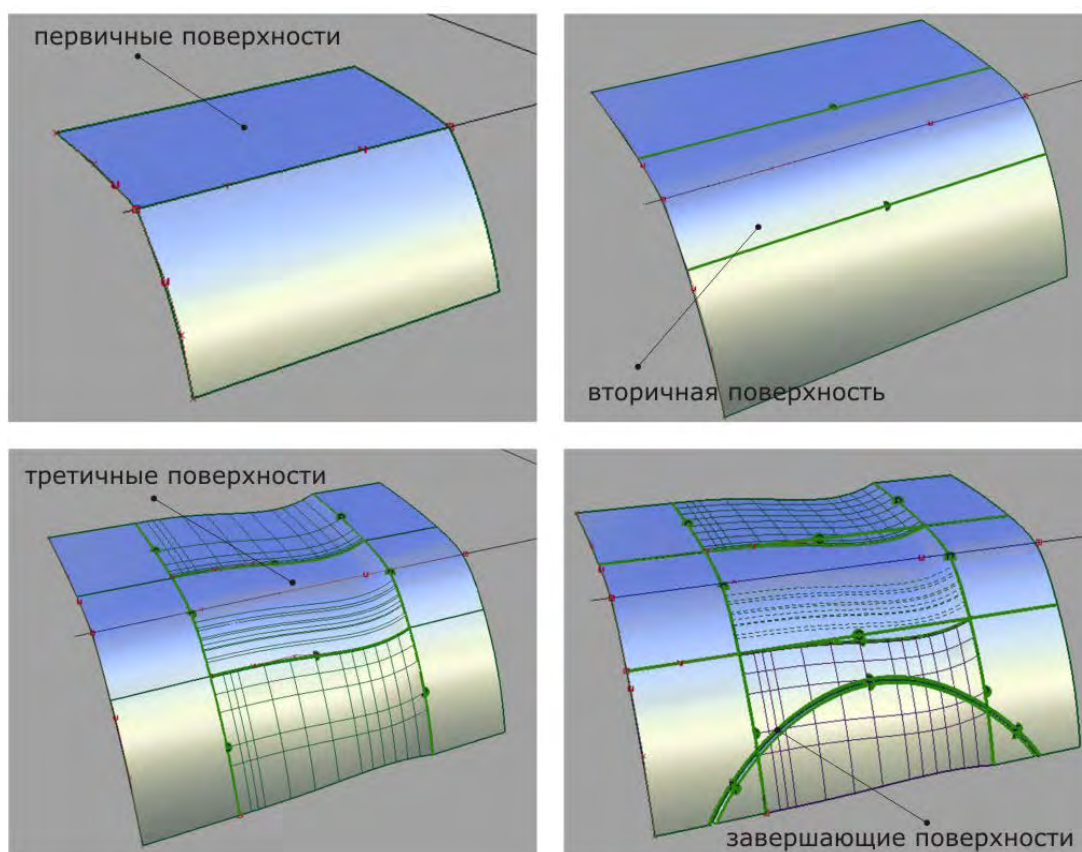


Рисунок 98 – Типы поверхностей

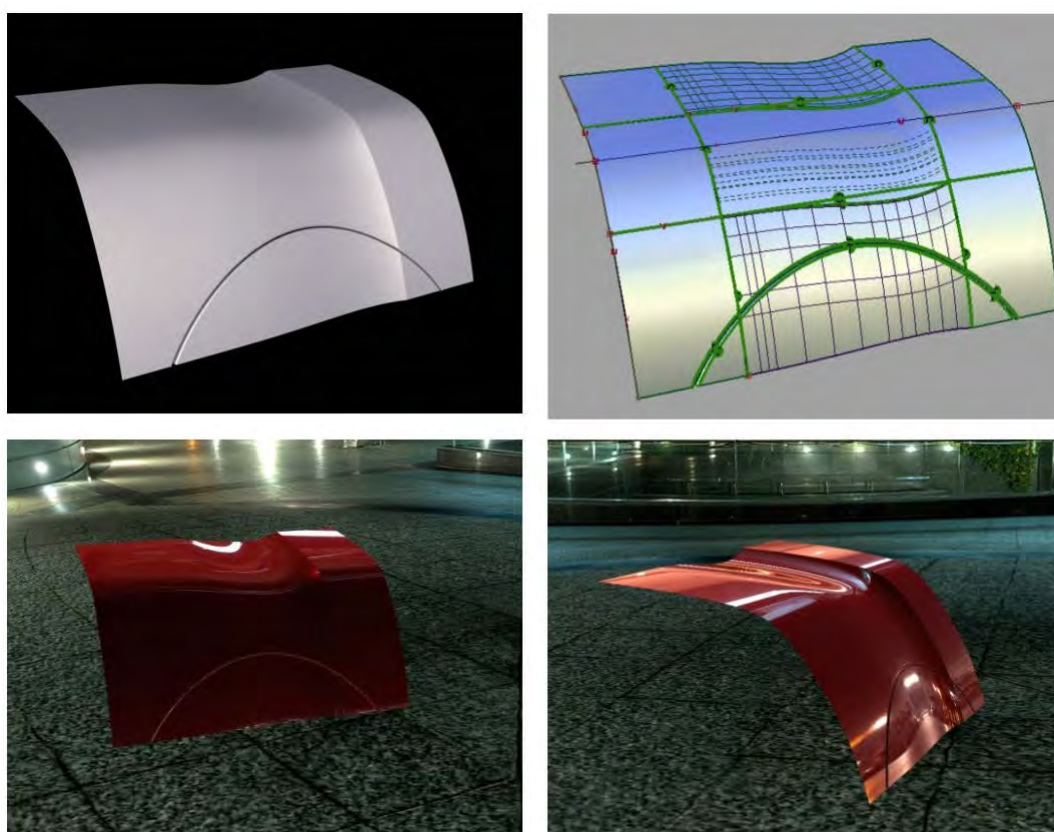


Рисунок 4.10 – Пример визуализации детали,
удовлетворяющих требованиям к поверхности класса «А»

Выбор инструментов программного обеспечения для обеспечения моделирования поверхностей класса «А». Когда определены первичные, вторичные и третичные плоскости формы, необходимо определить, какие методы и инструменты будут использоваться при моделировании поверхностей.

Этапы работы: изучить инструментарий построения простых поверхностей в используемой программе для моделирования поверхностей класса «А». Требования: наличие схемы-таблицы первичных, вторичных, третичных плоскостей, наличие программного обеспечения для моделирования поверхностей класса «А».

Разработка итоговой структурной схемы поверхностей формы. На данном этапе обобщаются результаты предыдущих исследований и выводится структурная схема поверхностей формы моделируемого объекта. Данная структурная схема будет являться основным аналитическим инструментом при моделировании объекта.

Каркасное моделирование первичных поверхностей. Создание основных кривых на основе вида слева чертежа, скетча и др. Редактирование контрольных точек кривых (привязка, перемещение, добавление/удаление точек) для достижения требуемой кривизны. Анализ кривизны линий: выбираем нужную кривую (эпюра кривизны).

Требования: при создании кривых, образующих первичные плоскости, необходимо использовать кривые третьей степени (*curve degree – 3*). Это позволит избежать *span*-ов. Также следует избегать многосторонней ориентации кривой.

Каркасное моделирование вторичных и третичных поверхностей. Создание линий для обрезки первичных кривых, если требуется. Создание дополнительных *blend* кривых, соединяющих поверхности между собой. Редактирование контрольных точек кривых (привязка к плоскостям по кривизне *G1*, перемещение, добавление/удаление точек) для достижения

требуемой формы. Анализ кривизны линий: выбираем нужную кривую (эюра кривизны).

Моделирование первичных, вторичных и третичных поверхностей производится с помощью автоматических команд и в соответствии с командами и интерфейсом программного обеспечения. Требования: специализированное ПО, наличие первичных каркасных кривых.

Эюрный и изофотный анализ вторичных и третичных поверхностей и их стыков. Кривизну линий необходимо проверять по эюре кривизны линий. Требования: при создании кривых, образующих первичные плоскости, необходимо использовать кривые третьей степени (*curve degree – 3*). Это позволит избежать *span*-ов. Также следует избегать многосторонней ориентации кривой.

Рукотворное моделирование. Ручные методы моделирования применяются при невозможности смоделировать сопрягаемую поверхность автоматически. Данные варианты можно разделить на: изменение параметров (опций) выбранного инструмента моделирования; ручное редактирование ключевых узлов, формирующих поверхность (соединение координат узлов друг с другом, перемещение координаты узла и т.д.); повторное проецирование вторичной плоскости на первичную.

Алгоритм рукотворного моделирования: 1) создание сопрягаемой поверхности, при наличии ошибки, т.е. если поверхность не построилась, то начинаем анализировать исходные поверхности; 2) анализ кривизны исходных поверхностей; 3) задание необходимого количества управляющих точек по *u* и *v* координатам исходных поверхностей; 4) редактирование управляющих точек (перемещение либо по координате *u* либо *v*), по направлению уменьшения волны при анализе кривизны, т.е. выпрямление, выравнивание скачков изофоты; 5) повторное создание сопрягаемой поверхности, если удалась анализ и редактирование управляющих точек созданной поверхности с требуемым сопряжением; если не удалась, то повторить результаты.

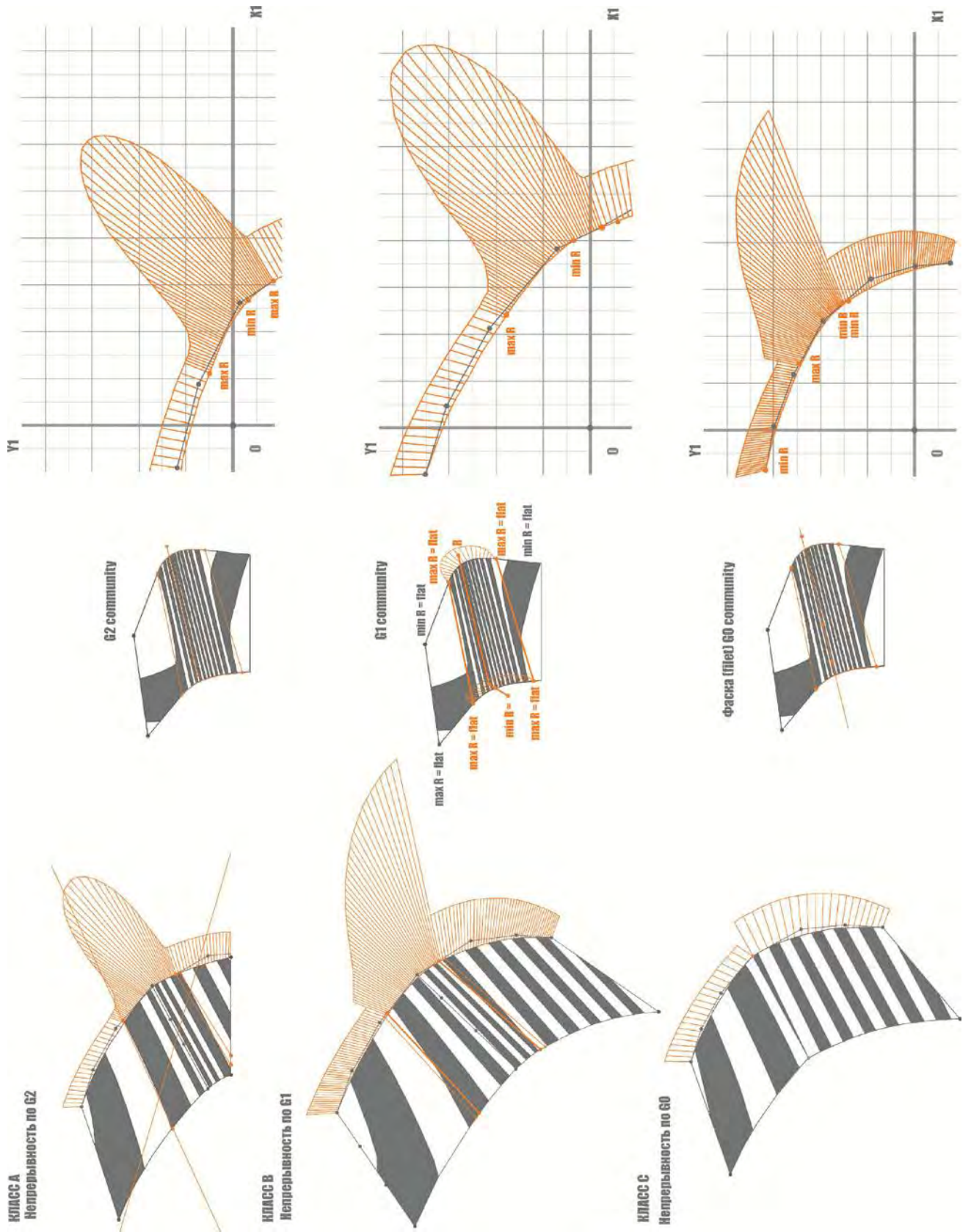


Рисунок 4.11 – Анализ кривизны кривых

Каркасное и поверхностное моделирование завершающих поверхностей

Этапы работ: создание линий на оболочковой полисоставной модели линий разъемов на детали, необходимо строить линии посередине толщины разъема; создание линий происходит методом проекций на плоскость или ручной привязки кривых к поверхности (использование команды кривой на поверхности); создание разъема на поверхности. Требования: наличие завершенной полисоставной поверхности.

Твердотельное моделирование. На данном этапе создается толщина материала. Детали объекта дорабатываются в соответствии с конструктивными требованиями и ограничениями. Твердотельная модель, полученная в результате данного этапа, пригодна для быстрого прототипирования на 3D сканерах и станках с ЧПУ.

Если поверхностная модель создавалась в специализированном ПО, то, возможно, она не будет обладать функционалом для твердотельного моделирования. В данном случае потребуется экспортировать модель в специализированное ПО для твердотельного моделирования.

Этапы работ: обрезка оболочки объекта на детали, по габаритам и по величине выпуклостей и заглаблений, соответствующих выбранной технологии производства; выдавливание оболочки объекта, задание направления выдавливания и толщины объекта; достраивание ребер жесткости, технологических отверстий; экспорт в программы быстрого прототипирования. Требования: наличие поверхностной модели, наличие специализированного ПО.

В процессе опытных дизайнерских и конструкторских работ определились требования к качеству и точности построения ЭГМ (таблица 4.4): нормативные требования к ЭГМ; вид, тип, программные системы создания, система координат расположения, обозначение файла электронных геометрических моделей; параметры, объем файла, качество топологии, применение слоев в структуре, способ описания поверхности электронной математической модели.

Таблица 4.4 – Требования к качеству и точности построения ЭГМ элементов кузова в дизайн-проекте

Наименование требования	Характеристика
Нормативные требования к электронным геометрическим моделям	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 2.051-2006 «ЕСКД. Электронные документы. Общие положения»; - ГОСТ 2.052-2006 «ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения»; - ГОСТ 2.053-2006 «ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения»
Вид электронных геометрических моделей	<ul style="list-style-type: none"> - Математическая (параметрическая) модель; - Конечно-элементная модель; - Полигональная модель
Тип электронных геометрических моделей	<ul style="list-style-type: none"> - Твёрдотельная модель (<i>solid</i>); - Поверхностная модель (<i>surface</i>); - Каркасная модель (<i>curve</i>)
Программные системы создания электронных геометрических моделей	<ul style="list-style-type: none"> - CAD-системы (<i>Computer Aided Design</i>); - CAE-системы (<i>Computer Aided Engineering</i>); - CAM-системы (<i>Computer Aided Manufacturing</i>); - Программные системы визуализации и анимации
Параметры электронной математической модели	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартное графическое отображение модели – модель формата системы, в которой создана модель и модель формата <i>IGES, STP</i> (единые международные стандарты хранения электронной информации); - Единицы измерения – мм; - Рабочий масштаб – 1:1; - Параметры точности модели – линейный допуск 0,005 мм и угловой допуск 0,1°; - Максимальный размер модели – 20000 мм; - Электронная геометрическая модель, разработанная сторонними исполнителями, применяются в дальнейшей работе с собственными параметрами
Качество топологии	<ul style="list-style-type: none"> - Не допускать применение немонотонных

электронной математической модели	<p>поверхностей, имеющих изломы и негладкие образующие линии (за исключением специальных случаев);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Для моделей, описанных поверхностью, не допускать разрывы между элементами и самопересечения элементов; - В геометрии модели должны отсутствовать разрывы с линейным допуском 0,005 мм и угловым допуском 0,1°; - Максимальное расхождение модели с результатами обмеров – 0,02 мм; - Максимальное расхождение установочных (контрольных) точек модели с имеющейся чертежной документацией – 0,02 мм; - Логичная топология модели (поверхности и скругления между ними) с отсутствием поверхностей со сложной геометрией
Объем файла электронной математической модели	<ul style="list-style-type: none"> - Не допускать применение геометрически совпадающих элементов построения в пределах линейных и угловых допусков; - Не допускать включенные элементы анализа геометрии и закрашку элементов геометрии в модели; - Модель должна содержать логичную топологию (иметь четкие основные образующие поверхности, скругления и фаски)
Применение слоев в структуре электронной математической модели	<p>Для различных вариантов формы объекта в формате системы, в которой построена модель, применять определенные схемы размещения информации по слоям</p>
Способ описания поверхности электронной математической модели	<ul style="list-style-type: none"> - Описание поверхности в геометрической модели должно содержать полную информацию о форме объекта; - По согласованию с заказчиком допускается разработка «частичных» электронных

	<p>геометрических моделей, которые не содержат полного описания формы объекта;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Для форм, получаемых листовой штамповкой, разрабатывается электронная геометрическая модель только на одну поверхность, совпадающую с поверхностью, представленной на чертеже; - Для форм, получаемых литьем, формовкой, объемной штамповкой и листовой штамповкой, форм из стекла, толщина материала в которых более 2,5 мм, должна быть разработана электронная геометрическая модель на обе поверхности формы
Система координат расположения электронной геометрической модели	<ul style="list-style-type: none"> - Координатная сетка электронной геометрической модели промышленного изделия в программной системе должна быть позиционирована относительно предполагаемой технологической оснастки (установки); - В качестве глобальной системы координат транспортного средства в электронной геометрической модели должна использоваться координатная сетка, применяемая при разработке компоновки транспортного средства, где координатные оси - линии пересечения трех плоскостей: плоскости симметрии транспортного средства (ZOX); вертикальной плоскости (ZOY); горизонтальной плоскости (YOX)
Обозначение файла электронной геометрической модели	Применение определенной схемы обозначения файла электронной геометрической модели согласно корпоративным требованиям

Определены требования к качеству и точности построения ЭГМ кузова в дизайн-проекте для обеспечения эффективного дизайн-проектирования ТС в аспекте последующей подготовки к производству.

Методика выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании ТС. Совершенствование компьютерной техники, технологий и программного обеспечения обеспечивает электронно-виртуальный уровень развития процесса дизайн-проектирования ТС. Перевод поискового этапа дизайн-проектирования в разный тип электронно-графической информации увеличивает эффективность последующей проектной работы над дизайн-проектом, что приводит к интенсификации процессов дизайн-проектирования в целом. Формирование рационального и эффективного программного обеспечения в дизайн-проектировании является актуальной задачей [196; 197; 328], что требует разработки научно-методических основ выбора программного обеспечения для выполнения дизайнерских задач, в том числе и в дизайн-проектировании ТС (рисунок 4.12).

Необходимо определить критерии рационального выбора функционала программного обеспечения в процессе дизайн-проектирования ТС.

Экономические критерии с позиции приемлемой стоимости программного продукта с определенным набором функционала: цена; лицензия (авторское право); концепция корпоративного САПР предприятия; обучаемость персонала (учебно-методическая и консультационная поддержка и срок обучения).

Технические критерии с позиции наличия функционала: перечень необходимого функционала проектной работы с электронной информацией; специализированный функционал для выполнения отдельных работ в дизайн-проектировании; адаптивный аппарат трансляции электронных данных между корпоративными связями.

Методические критерии с позиции повышения интенсивности и качества дизайн-проектирования: дифференциация процесса электронного геометрического моделирования на двухмерное и трехмерное моделирование, на растровое и векторное моделирование; анализ и оценка электронной геометрии (топология построения, кривизна и согласованность сопряжений, оценочный структурный анализ и пр.); моделирование цвета и света, текстур и

фактур; информационное моделирование; анимационное и презентационное моделирование (создание презентаций и медиароликов).

CAD/CAM/CAE-системы (программные системы) обеспечивают автоматизацию дизайн-проектирования ТС с решением специализированных проектных задач и объединяют в единую сквозную электронно-виртуальную среду моделирования ТС (наличие функционала трехмерного ЭГМ определенной точности математического описания). Программные системы в зависимости от функционала и назначения, в которых варьируются параметры: точность математического описания, адаптивность к трансляциям с другими системами, адаптивность и информативность к профессиональным компетенциям дизайнера для решения проектных задач.

Международная классификация *CAD/CAM/CAE*-систем по специализации функционала: плоско-ориентировочные (функционалы двухмерной электронно-виртуальной проектной среды); объемно-пространственные (функционалы трехмерной электронно-виртуальной проектной среды); системы жизненного цикла (функционалы полного описания продукта от концепции до утилизации – концепция *EPD (Electronic Product Definition)*).

Классификация *CAD/CAM/CAE*-системы по степени автономности: автономные (программные системы, выполняющие полный цикл основных и специализированных проектных задач, при трансляции возможна потеря электронных данных); интегрированные (программные системы, выполняющие работу в единой электронно-виртуальной среде на основе нескольких видов систем и без потери электронных данных).

Факторы функционала, возможности трансляции данных и адаптивность к профессиональным возможностям дизайнера должны учитываться в процессе выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании ТС для создания единой электронно-виртуальной среды, повышающей интенсивность и качество выполнения дизайн-проекта ТС.

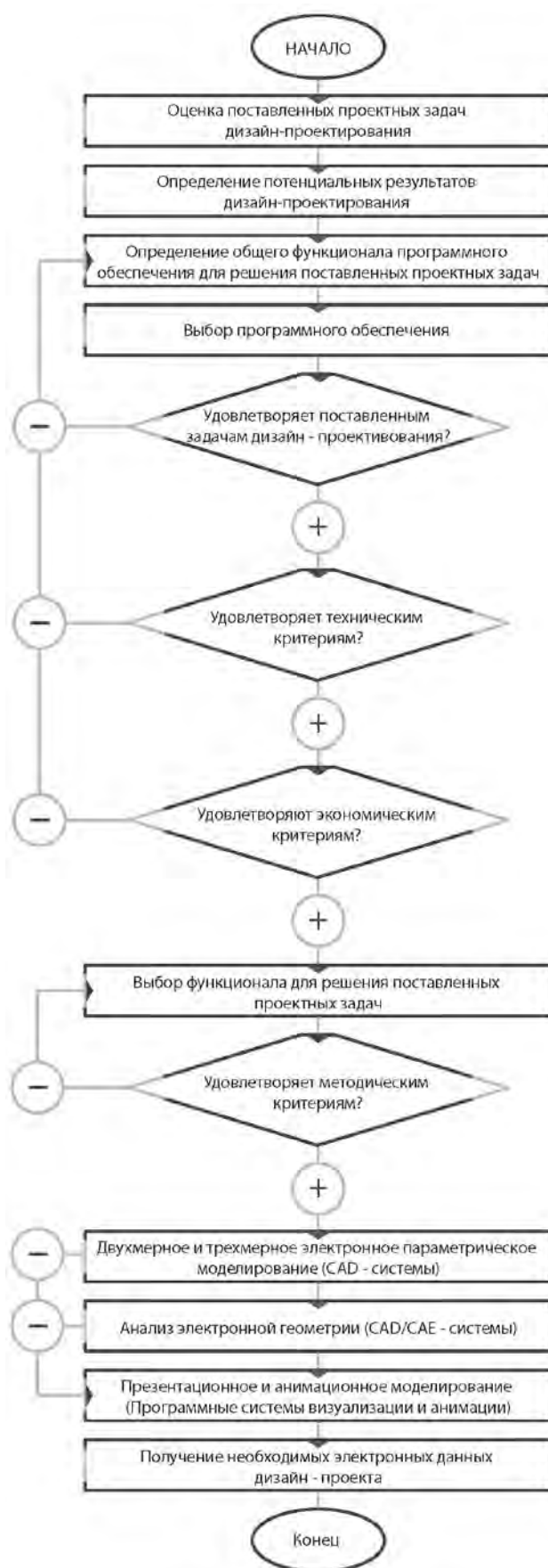


Рисунок 4.12 – Алгоритм выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании ТС

4.2. Методика оценочного структурного анализа кузова малогабаритных транспортных средств

С появлением компьютерных технологий появились новые возможности совершенствования конструкторско-технологического обеспечения дизайн-процесса. В настоящее время имеется возможность синтеза параметрического и творческого моделирования (параметризация типовых деталей (болт, гайка, шайба, муфта и пр.) и отключение параметризации при моделировании сложных деталей кузова (двери, капот, брызговик и пр.). Моделирование сопряжения поверхностей деталей кузова по выбранной дизайн-концепции формы становится затруднительной задачей.

Проектирование механических ТС интегрируется с использованием электронно-виртуальной среды моделирования и инженерного анализа (традиционные и численные методы) [140; 197]. Инструментальные возможности современных программных систем максимально упростили подготовку исходных данных и проведение численных экспериментов. Появляется возможность использовать средства численного анализа в дизайн-проектировании, что определяет актуальность разработки методологических особенностей использования численных средств для дизайн-проектирования ТС.

Целью оценочного структурного анализа кузова в дизайне ТС является получение предварительных прочностных и аэродинамических показателей геометрии кузова численными средствами на этапе дизайна. Использование оценочного структурного анализа с использованием современных специализированных компьютерных программных пакетов ускоряет процесс проектирования и оперативное внесение изменений в уже имеющиеся конструкции ТС. Общие этапы оценочного структурного анализа для решения задач дизайна: 1) моделирование упрощенной ЭГМ кузова ТС для соответствующих принципиальных решений; 2) моделирование конечно-элементной модели (КЭМ, сетки – *FEM* – *FiniteElementModel*) кузова ТС; 3)

оценочный анализ вариантов форм кузова и задания граничных критериев; 4) проверка и оценка по граничным критериям вариантов и обобщение результатов анализа; 5) выбор рационального варианта относительно других вариантов форм кузова ТС.

Для проведения оценочного структурного анализа кузова используются САЕ-системы (исследование прочностных и аэродинамических параметров кузова ТС) [140, 197], обеспечивающие возможность оперативного внесения изменений в структуру ТС. В таблице 4.5 представлен сравнительный анализ шести САЕ-систем по функциональным возможностям разных видов расчета твердотельных моделей (ТМ), поверхностных моделей (ПМ) и каркасных моделей (КМ).

Таблица 4.5 – Сравнение существующих программных систем

	Расчет ТМ	Расчет ПМ	Расчет КМ	Динамический расчет	Модальный расчет	Импорт из программ	Экспорт в программы	Создание КЭМ
<i>Nastran</i>	+	+	+	+	+	+	+	Автоматический / Ручной
<i>Ansys</i>	+	+	+	+	+	+	+	Автоматический / Ручной
<i>LS-DYNA</i>	+	+	+	+	+	+	+	Автоматический / Ручной
<i>Unigraphics</i>	+	+	+	+	+	+	+	Автоматический
<i>АПМ Winmachine</i> (3D structure)	+	+	+	+	+	+	+	Автоматический
<i>DCS.Catia</i>	+	-	-	-	+	+	+	Автоматический

Оценочный структурный анализ целесообразен на этапе окончательного формирования стилевого решения и создания ЭГМ поверхностей кузова ТС. Наиболее необходимым будет использование на данном этапе статического

линейного анализа. Данный анализ позволяет определить наиболее нагруженные места конструкции, распределение усилий от нагрузок и ограничений, выявить характер деформации кузова ТС. Получив такие характеристики, даже приближенные или оценочные, дизайнер может изменить кузов ТС, избежав в дальнейшем принципиальных ошибок и больших затрат на исправление ошибки.

Модальный анализ является простейшим видом расчетов и подходит для использования при анализе структуры кузова ТС на этапе формообразования. Данное средство численного анализа определяет спектры собственных частот разных вариантов структуры определенной формы кузова, что помогает объективно дать оценку структуре по выбранной дизайн-концепции. Вариант с более высокой собственной частотой структуры кузова является более прочным относительно других вариантов.

Статический анализ визуализирует наибольшие деформационные зоны структуры кузова для их модификации, что показывает дизайнеру слабые с позиции прочности в определенной форме кузова ТС. Возможен нелинейный прочностной анализ структуры кузова, который визуализирует отклик структуры на ударные нагрузки, но данное средство численного анализа требует дополнительного времени и квалификации от дизайнера по физике процесса.

Сформулируем методику оценочного структурного анализа (таблица 4.6) кузова МТС на этапе дизайн-проектирования.

Таблица 4.6

Оценочный структурный анализ кузова МТС	
Предварительный аэродинамичный анализ исходной художественной формы кузова	Предварительный прочностной анализ стержневой структуры кузова под дизайн-концепцию формы кузова
Внешняя форма кузова	Внутренняя форма кузова
Целостно-структурированная форма кузова	

На рисунке 4.13 приведен алгоритмоценочного структурного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования ТС.

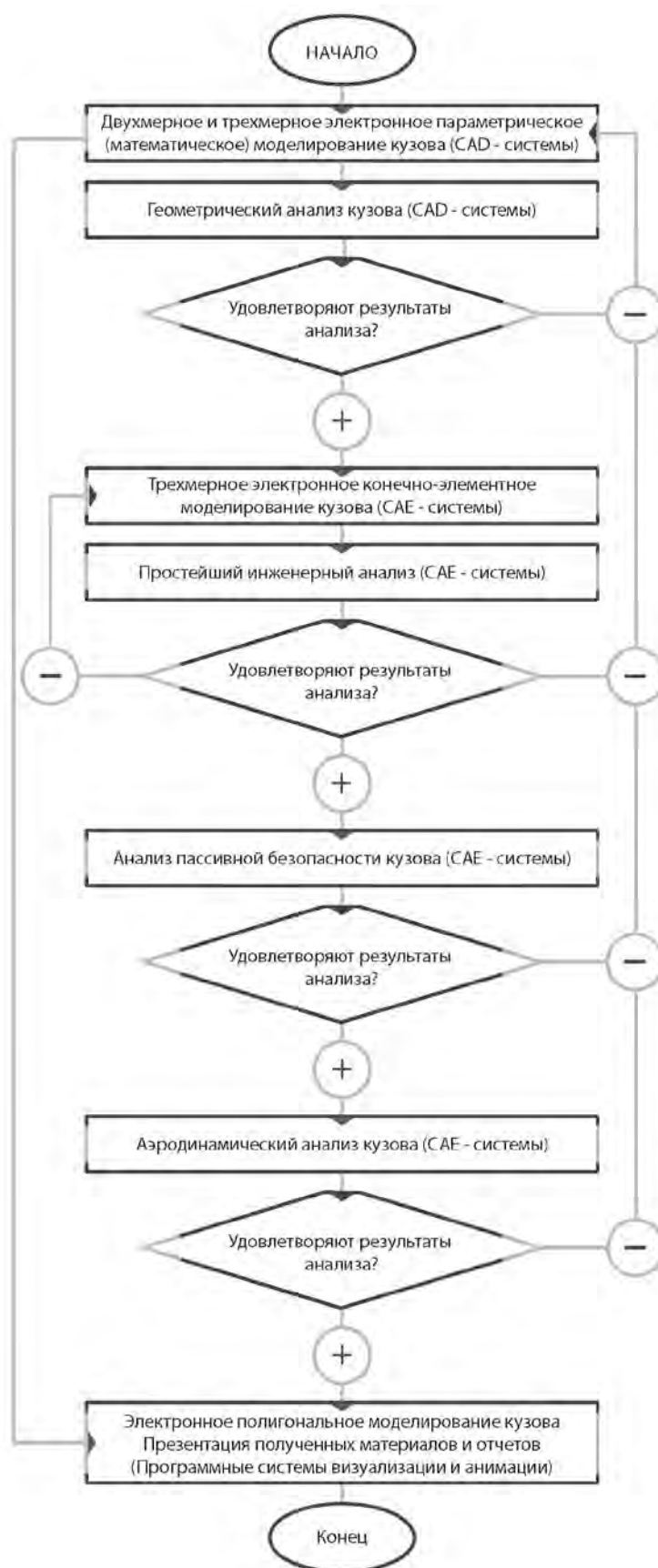


Рисунок 4.13 – Алгоритм оценочно-структурного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования ТС

При проектировании МТС уже на ранних этапах определяется морфологическая несущая структура кузова или рамы. На данной основе можно делать выбор программных средств, в которых будет производиться численный анализ кузова. Чем сложнее конструкция и форма кузова, тем более высокоуровневую программу потребуется использовать. Рационально производить оценочные расчеты и проектировать кузовы в одной программе или в одном пакете, что ускоряет анализ, т.к. отсутствует процесс передачи ЭГМ в другую программу, что, в свою очередь, влечет за собой потерю всей истории построения модели, в случае расчета без дальнейшей модернизации и корректировки кузова (например, проверочный расчет) это неактуально. Примером может служить программный продукт *CATIA*.

ЭГМ разбивается на множество простых элементов, взаимодействующих между собой только в узловых точках [535].

Алгоритм аэродинамического анализа кузова МТС на этапе дизайн-проектирования. При формообразовании кузова МТС необходимо учитывать аэродинамические составляющие (характеристики воздушного потока распределения давления на внешней и внутренней форме кузова ТС) [8; 9; 39; 40; 120; 302 и др.]. Максимальная мощность и конструктивная скорость легких МТС [92; 94; 562] позволяют не проводить полноценные испытания на согласование показателя C_x при формообразовании кузова МТС (при менее 60 км/ч движения ТС в городских условиях увеличение C_x приводит к незначительному снижению топливной экономичности ТС [293]). Что расширяет эстетические возможности дизайнера при формообразовании кузова МТС для оригинальных альтернативных решений и удовлетворения требований на современном рынке транспорта.

Существующие решения тяжелых МТС обладают преимущественно максимальной конструктивной скоростью 75-120 км/ч (анализ производств МТС, см. выше, глава 1), тогда формообразование кузова тяжелых МТС должно согласовываться с показателем C_x , а их поверхностная структура

подвергаться аэродинамической оценке. Средство численного анализа по аэродинамической оценке форм кузова МТС на этапе дизайн-проектирования обеспечивает точность до 30 %. Это позволяет дизайнеру грамотно скорректировать художественную форму кузова МТС уже на стадии выбора и обоснования формы кузова.

Малые скоростные режимы МТС (до 45-50 км/ч) [92; 94; 562] могут обеспечить возможность получить оригинальные стилевые черты формы кузова, выделяя их на автомобильном рынке.

Сформулируем алгоритм оценочного аэродинамического анализа формы кузова МТС. В аэродинамических расчетах задаётся область, где моделируется движение среды. Ограничивающие стенки – границы трубы или поверхность обтекаемого тела. Расчет ведется с МКЭ.

1. Определение n -вариантов дизайн-концепций форм кузова МТС для оценочного анализа. Выбор или проверка определенной дизайн-концепции или дизайн-концепций форм кузова МТС по композиционным требованиям объемно-пространственной структуры [465] (организованность, информативность, выразительность, оригинальность, образность, соответствие стилю и моде, упорядоченность частей). Определение геометрических параметров формы кузова МТС производится при учете гармонизации пропорционально-ритмических характеристик и целостности.

2. Выбор программной системы для моделирования и проведения оценочного анализа.

3. Моделирование и подготовка упрощенной ЭГМ₀ исходной художественной формы кузова МТС. Исключение из анализа и оценки дверей, стекол, зеркал и других стыков (дизайн-концепт МТС). Определение формы МТС в аспекте синтеза дизайн-концепции и аэродинамики.

4. Оценка ЭГМ₀ формы кузова согласно требованиям к точности и топологии. Проверка моделей вариантов дизайн-концепций по соответствующим критериям точности и топологии (раздел выше).

5. Задание исходных данных для оценочного анализа в программной системе (силы, действующие на ТС; набегающий поток).

6. Визуализация обтекания ЭГМ₀ формы кузова МТС воздухом и определение коэффициента лобового сопротивления C_x . Определение траектории потоков, визуализация лентами (перспектива); распределение скорости набегающего потока (горизонтальная и профильная проекции). Анализ исходной художественной формы кузова МТС на характер обтекания воздухом. Определение коэффициента лобового сопротивления C_x кузова. Формулируется вывод по полученным данным и редактируется форма кузова МТС.

7. Моделирование изменений в ЭГМ_n кузова МТС.

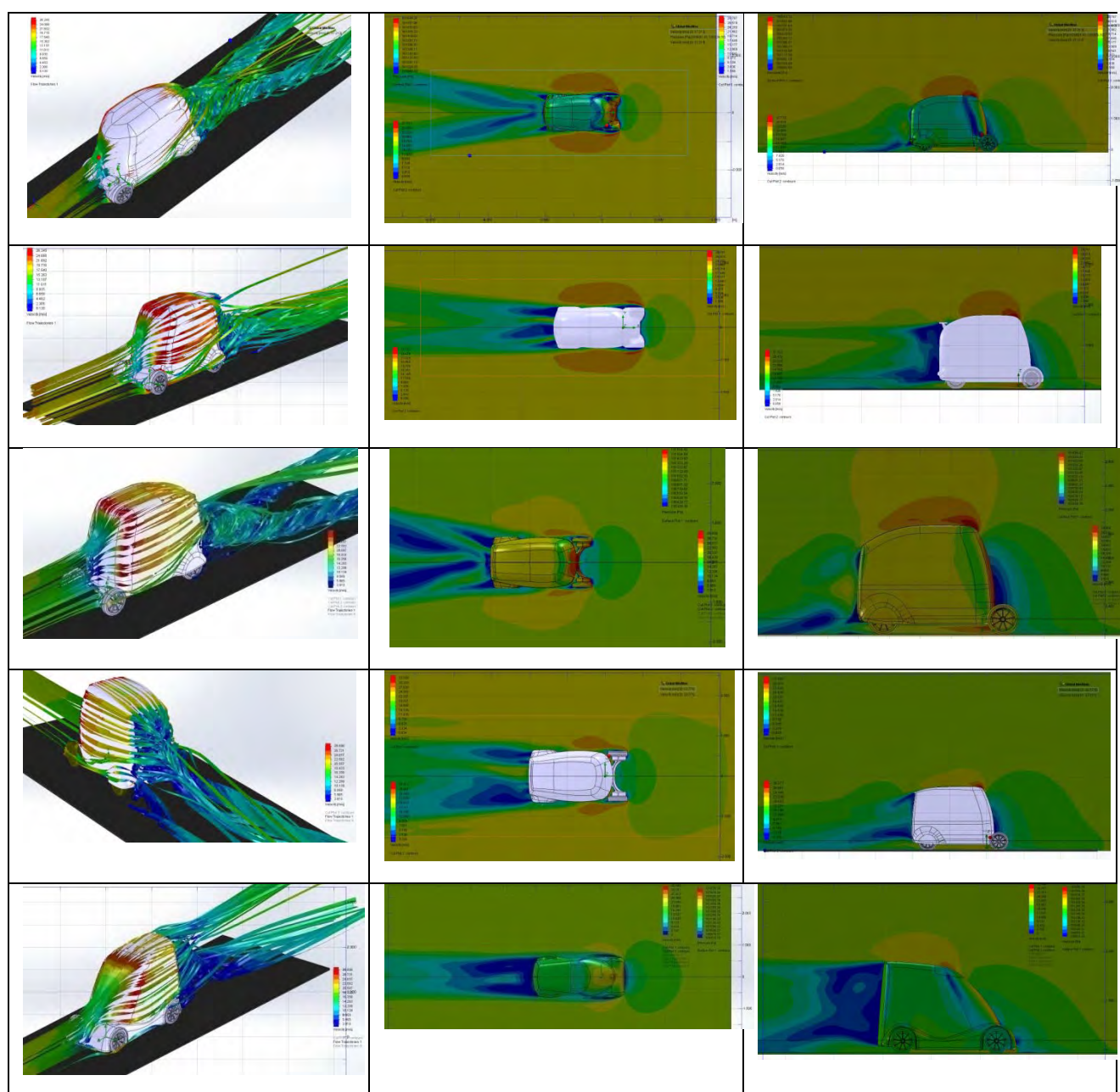
8. Визуализация обтекания ЭГМ_n формы кузова МТС воздухом и определение коэффициента лобового сопротивления C_x . Определить C_x , проанализировать обтекание модели потоком на предмет: минимизации отрывов потока (в идеале поток должен плавно обойти модель и отрыв произойдет только в задней части); анализа зон завихрения в хвостовой части (не допускать сильных вихрей); анализ обтекания передней части модели (минимизировать зоны отрыва и зоны вихрей, поток плавно обтекает переднюю часть); проанализировать зоны давления и разряжения в модели, на предмет размещения зон забора и отвода воздуха; компромисс между C_x , пластическим решением формы кузова и силами, действующими на МТС.

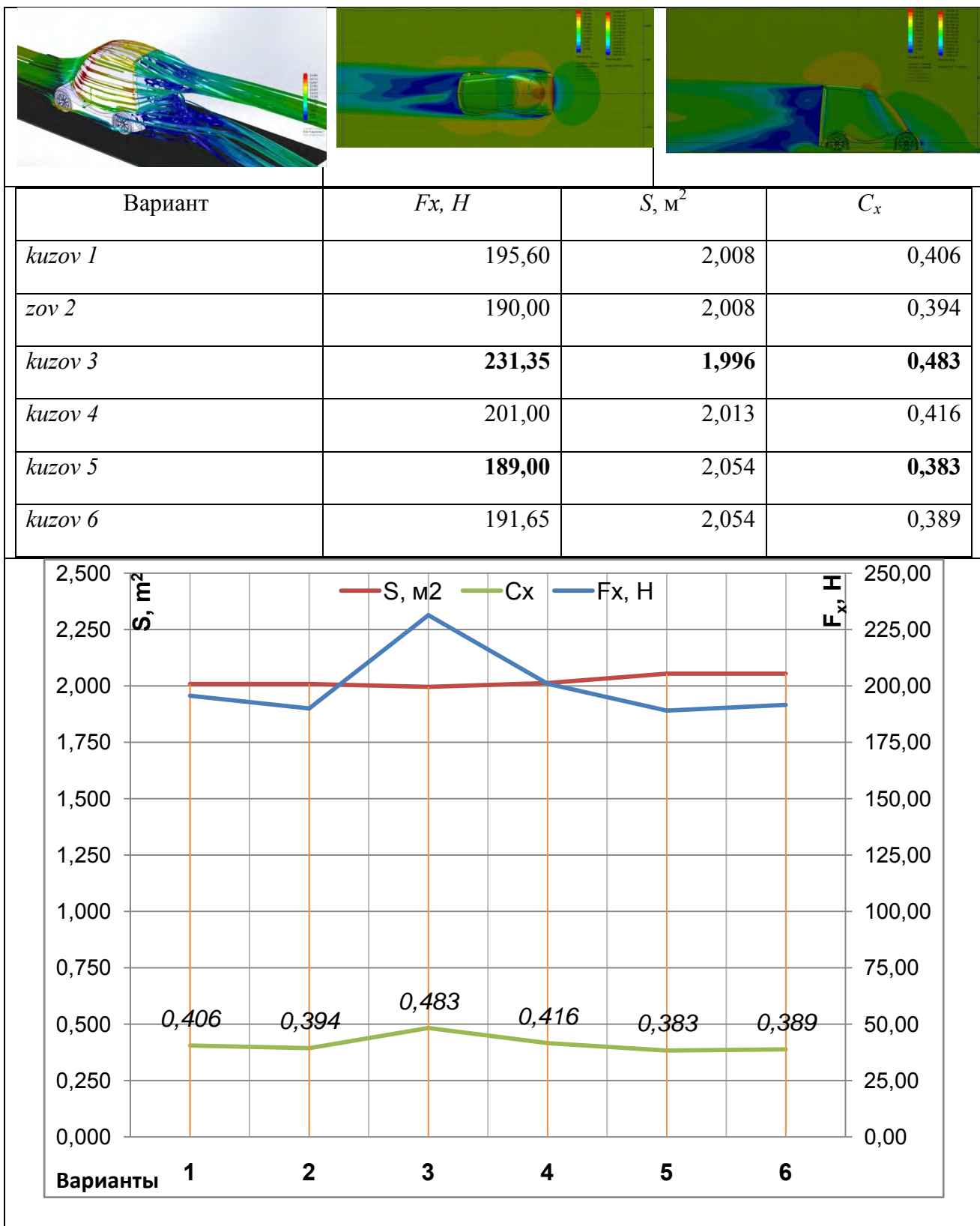
9. Выбор формы кузова МТС на основе оценки полученных результатов (F_x , [Н]; S , [м²]; C_x) по всем изменениям модели кузова МТС. Полученная информация позволяет уточнить и изменить форму кузова МТС согласно композиционным требованиям тектоники [465] (тектоничность, пластичность, функционально-конструктивная обусловленность). Данные операции оценочного уровня по формообразованию кузова МТС (соответствие композиционным требованиям объемно-пространственной структуры и тектоники) могут чередоваться в зависимости от исходных данных и конечных результатов.

10. Целостно-структурированная форма кузова МТС (композиционное формообразование, коэффициент C_x , силы, действующие на ТС). Визуализация принципиального решения модели кузова МТС на этапе дизайн-проектирования. На этапе дизайн-проектирования рационально оценить и определить принципиальную форму кузова в аспекте аэродинамики для дальнейшей проработки инженерами-конструкторами.

В таблице 4.7 приведен пример оценочного аэродинамического анализа поверхностной структуры на этапе дизайн-проектирования МТС.

Таблица 4.7





Алгоритм оценочного прочностного анализа кузова ТС на этапе дизайн-проектирования. Выбор морфологических показателей структуры кузова ТС рационально осуществлять на ранних проектных стадиях (легкость внесения изменений в проектные решения). При дизайн-проектировании

кузова новой модели МТС выбор структуры кузова должен основываться на регламентируемых технико-конструктивных параметрах [92; 94; 562]. Для категорий МТС регламентируется ненагруженная масса до 350 кг (L_6), до 450 кг и до 550 кг для МТС, предназначенных для перевозки грузов (L_7) без учета массы АКБ в случае электрического МТС. Данные требования формируют специфичные структурные решения кузова МТС: так, для категорий $L_1(L1e) - L_5 (L5e)$ не характерно применение структуры кузова автомобильного типа, учитывая соответствующие технико-конструктивные параметры (рисунок 4.15).

КВАДРИЦИКЛ L_6	ТЕХНИКО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТС	МОПЕД
до 350 кг	НЕНАГРУЖЕННАЯ МАССА ТС	-
до 4 кВт	МАКСИМАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ ТС	до 4 кВт
до 50 см ³	РАБОЧИЙ ОБЪЕМ ДВС ТС	до 50 см ³
до 50 км/ч	МАКСИМАЛЬНАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ СКОРОСТЬ ТС	до 50 км/ч

Рисунок 4.15 – Соответствие технико-конструктивных параметров при одобрении квадрицикла $L_6 (L6e)$ с категориями $L_1 (L1e)$, $L_2 (L2e)$ (двухколесный и трехколесные мопеды)

Имеются рекомендации по весу структуры кузова ТС в целом, который должен составлять до 40-50 % [108, 112, 113] и по удельному весу отдельных элементов кузова МТС (ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», таблица 4.8). Наименьший вес ТС обеспечивается компоновочным решением с задним расположением ДВС [515]. Применение КЭСУ (ДВС+ЭД) снижает вес ДВС [5] и в случае ЭД – масса АКБ не учитывается в ненагруженной массе МТС [92; 94; 562].

Таблица 4.8 – Рекомендации по удельному весу отдельных элементов кузова МТС [515]

Наименование элемента кузова	Удельный вес, [%]
1. Каркас и внешняя облицовка*	41-44

2.Двери в сборе	13-17
3.Капот и крышка багажника	Не более 5
4.Сиденья	Не более 13
5.Внутренние детали кузова	17-18
6.Переднее ветрового и заднее стекла	4-5
7.Внешняя отделка и буферы кузова	4

* Без дверей, капота и крышке багажника.

При выборе структуры и получении показателей, отвечающих малой ненагруженной массе МТС, на проектном этапе создания ТС также применяются соотношения веса кузова МТС и данные по удельной мощности (таблица 4.9) [515].

Таблица 4.9 – Соотношения веса кузова МТС

<i>Соотношение</i>	<i>Формула</i>
Вес кузова МТС (G_k) к 1 м ² горизонтальной проекции (S_{zn})	G_k/S_{zn} , [кг/м ²]
Вес кузова МТС (G_k) к 1 м ² полезной площади (S_{nn})	G_k/S_{nn} , [кг/м ²];
Вес сидений (G_c) к пассажиру (n – количество пассажиров)	G_c/n , [кг/пасс]

При выборе структуры и получение показателей, отвечающих малой ненагруженной массе МТС, на проектном этапе создания ТС также применяются соотношения веса кузова МТС и данные по удельной мощности (таблица 4.9) [515]. Перспективным направлением является использование каркасно-панельной структуры для кузова МТС (рисунок 4.15) с позиций быстрой постановки на производство нового кузова и расширение модельного ряда на основе единой структуры; формообразования и утилизации (пассивная безопасность, экономичность, экологичность, эргономичность, эстетичность); рентабельности при мелкосерийном производстве (и даже штучном) [112; 415 и др.].



Рисунок 4.15 – Каркасно-панельная структура кузова МТС

(области структуры: синяя область – центральный силовой кокон; желтая область – фронтальные, кормовые области)

Применение отмеченных закономерностей в практической деятельности дизайна уменьшит объем проектных расчетов при выборе типа структурной модели кузова МТС для обеспечения его малой ненагруженной массы [92; 94; 562].

Каркасно-панельная структура кузова [112] МТС: 1) легкоъемные навесные полимерные панели (поликарбонат, полиэстер, ABS-пластик и пр.) несут формообразующую функцию (художественное решение МТС); 2) силовой стержневой каркас (сталь или алюминиевые сплавы) позволяет применять полимерные материалы перспективных крупногабаритных кузовных деталях кузова.

Технико-конструктивные параметры МТС обеспечивают его преимущества в формообразовании (таблица 4.10, рисунки 4.16, 4.17).

Таблица 4.10

<i>Морфологические характеристики МТС</i>	
Каркасно-панельная структура кузова	
Силовой стальной каркас	Внешние полимерные панели
<i>Базовый элемент структуры</i>	<i>Сменный элемент структуры</i>
Внутренняя структура	Внешняя структура
Вариативность	Эстетичность
Типовое решение	Объемно-пространственное решение

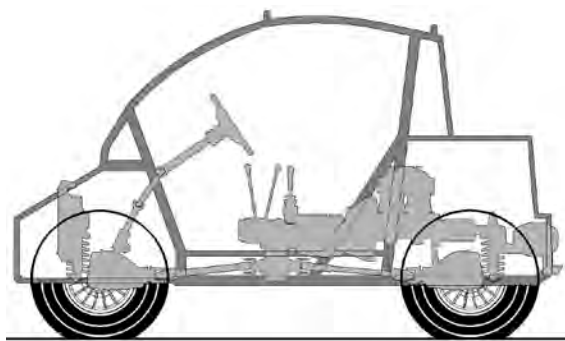
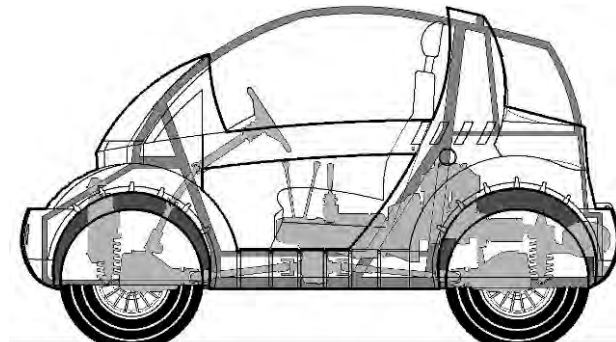
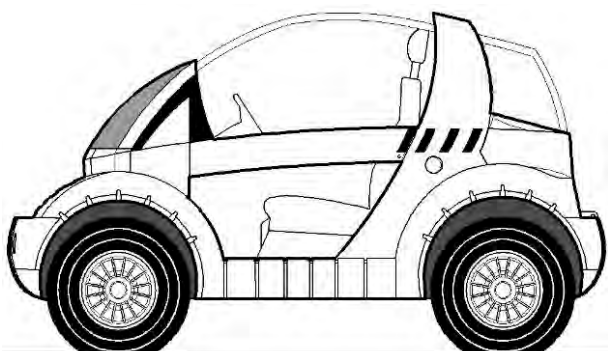
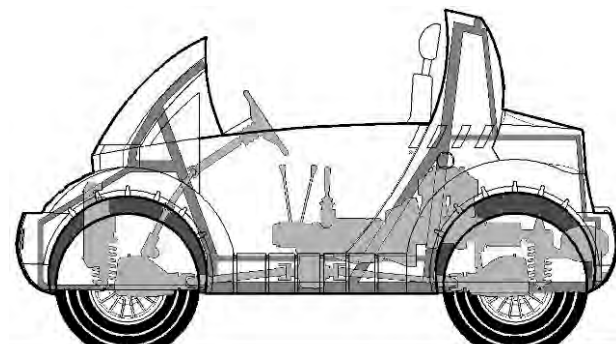
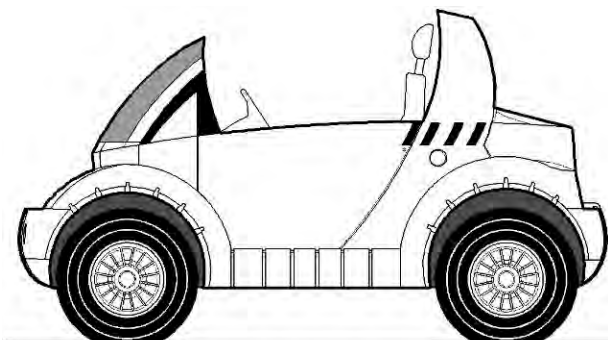
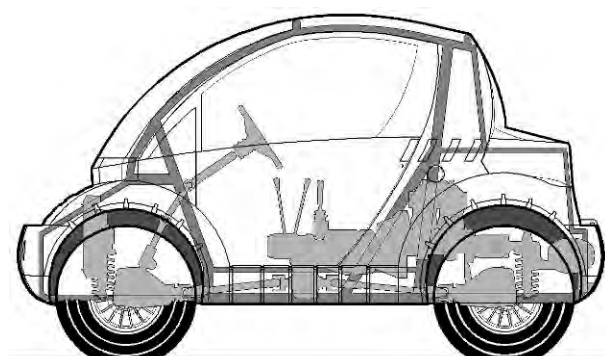
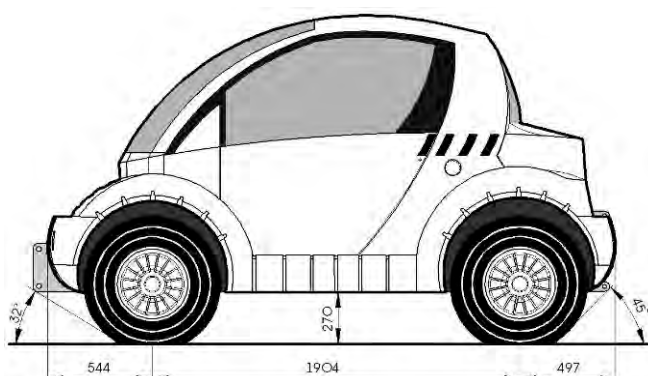
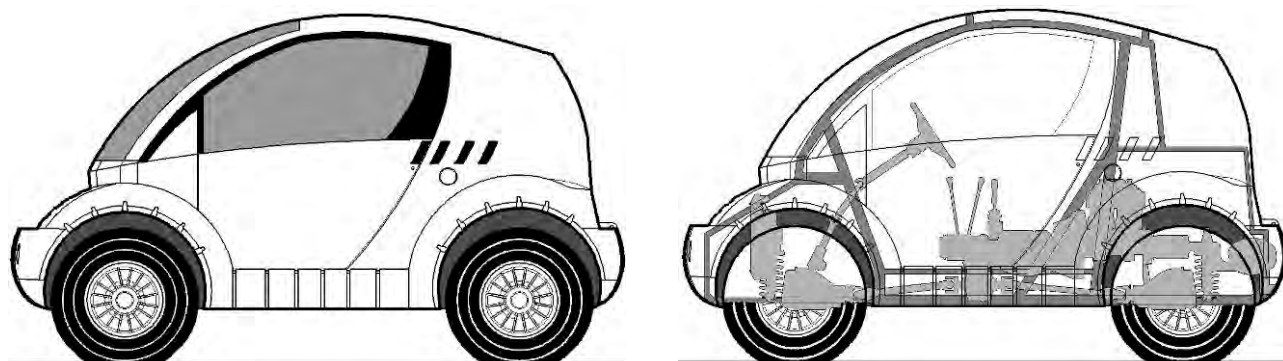


Рисунок 4.17 – Принципиальный базовый каркас с унифицированной компоновочной схемой агрегатов МТС





Рисунки 4.18 – Типоразмерный ряд моделей МТС на основе каркаса с унифицированной компоновочной схемой агрегатов

Каркасная структура кузова и свойства полимеров [145; 152; 220; 574 и др.] позволяют создавать сложные внешние формы кузова МТС и осуществлять быструю переориентацию стилового решения формы по тенденциям автомобильного рынка. Синтез в ТС каркасно-панельной структуры кузова и малых массогабаритных параметров (категории ТС, относящиеся к МТС) увеличивает и расширяет потребительские показатели ТС (рисунок 4.19), что соответствует тенденциям развития мирового автомобилестроения.



Рисунок 4.19 – Потребительские показатели МТС

Каркасная структурная модель кузова МТС в оценочном прочностном анализе представляется как неравнопрочная структура по автомобильному принципу. По нормали к поверхности дороги (ось Z системы координат ТС) действуют основные рабочие нагрузки. Каркасная структурная модель кузова МТС в оценочном прочностном анализе представляется как неравнопрочная структура по автомобильному принципу. По оси Z системы координат ТС к поверхности дороги действуют основные рабочие нагрузки. Формируются силовой кокон (рисунок 4.20 а) и демпфирующие кормовые области (рисунок 4.20 б) структуры кузова. Для оценочного прочностного анализа структуры МТС эффективно используются стержневые элементы (рисунок 4.21), в отличие от трудоемкой конечно-элементной сетки из поверхностных элементов при инженерном анализе кузова легкового автомобиля (рисунок 4.22), для получения достоверных расчетов. Простота стержневой конечно-элементной модели структуры МТС и правильная постановка исходных условий позволяет получать искомые перемещения и напряжения на этапе дизайн-проектирования для оценки и анализа дизайн-концепций форм кузова МТС.

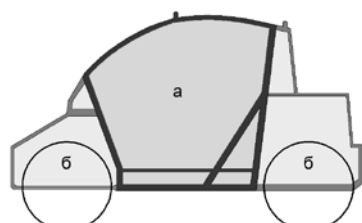


Рисунок 4.20 – Области каркасной конструкции кузова:
а – центральный силовой кокон; б – фронтальные, кормовые области

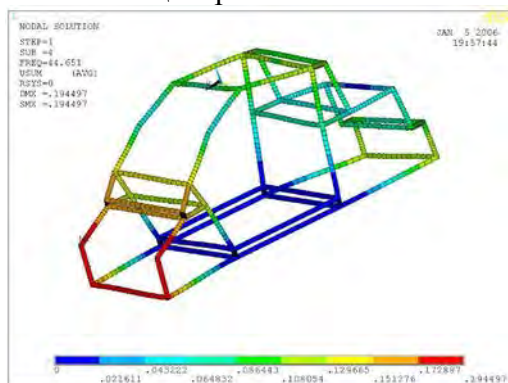


Рисунок 4.21 – Стержневые элементы

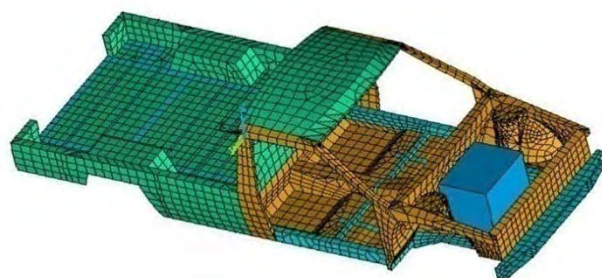


Рисунок 4.22 – Конечно-элементная сетка из поверхностных элементов

На рисунках 4.23-4.27 для простого примера представлены проектные решения кузова МТС одного модельного ряда (модель 1, модель 2) и проведенные оценочные расчеты: в модели 1 максимальные напряжения на 7 % выше, чем в модели 2. Этого достаточно для дизайнера для продолжения работы над структурой модели 1.

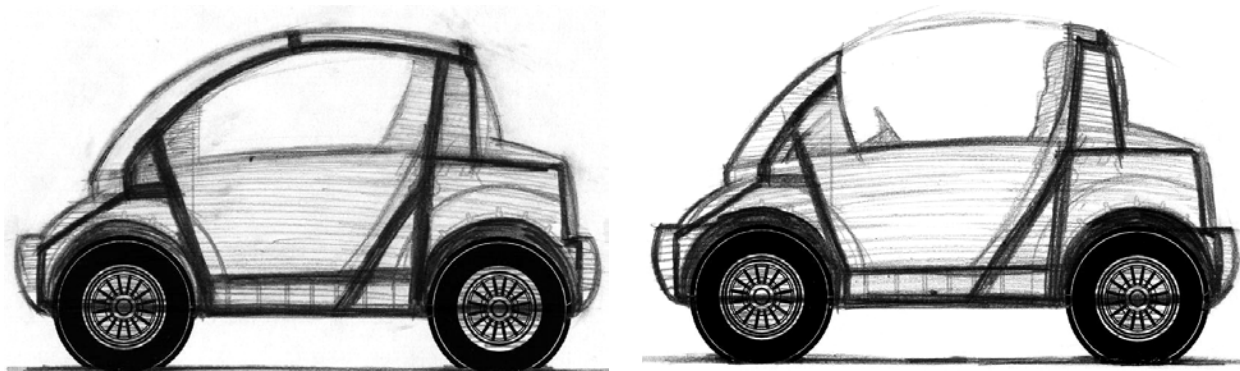


Рисунок 4.23 – Эскизы форм кузова МТС и их предполагаемая структура

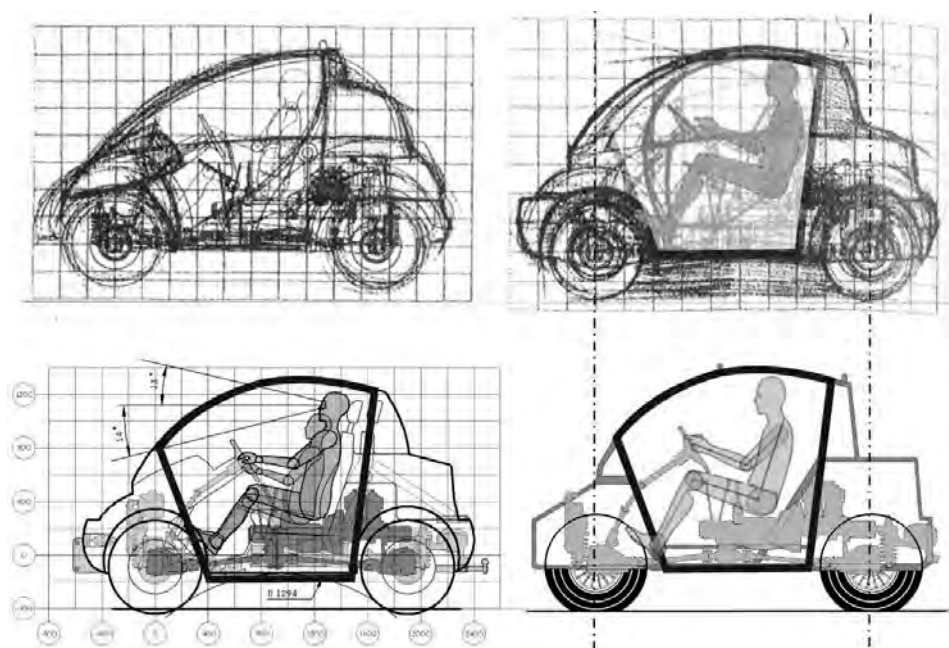


Рисунок 4.24 – Формирование электронных геометрических параметров предполагаемой каркасной структуры кузова МТС

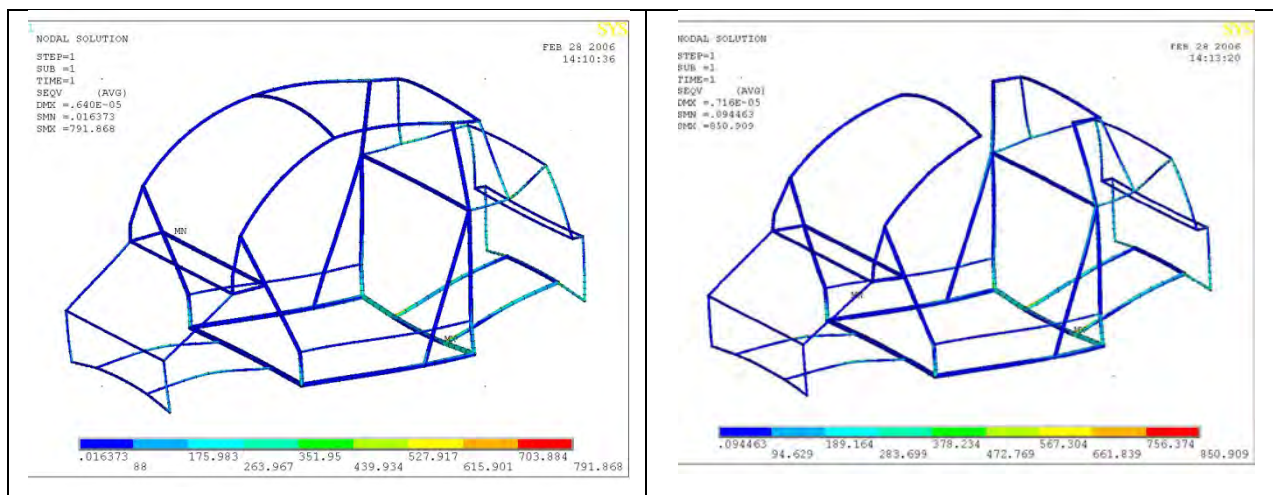


Рисунок 4.25 – Результаты оценочного прочностного анализа
каркасной структуры кузова МТС (модель 1, модель 2)

Анализ каркасной структуры. Рассмотрим ТС в аспекте силовых элементов. Для анализа имеется смоделированная компоновочная схема МТС: 1) каркас (пространственная трубчатая рама); 2) полимерные панели (поверхности); 3) подвеска с рычагами сложной формы; 4) силовой агрегат и трансмиссия; 5) АКБ; 6) места для посадки водителя и пассажиров; 7) грузовая платформа; 8) механизмы управления, провода и трубопроводы.

Объектом численного прочностного анализа является каркас МТС. К пространственной раме крепятся:

- 1) полимерные панели экстерьера и интерьера;
- 2) силовой агрегат с трансмиссией: в данном случае ТС имеет электрический привод. В случае использования ДВС в качестве привода ДВС крепится к раме через сайлент-блоки, КПП в большинстве случаев агрегатирована с силовым агрегатом. МТС с ЭД не нуждаются в КПП, так сами ЭД выполняют эту функцию. Более точный результат можно получить, распределив нагрузку по опорам пропорционально их удалению от центра масс.
- 3) элементы подвески: способ прикрепления элементов подвески к раме. Рычаги литые из сплава к каркасу крепятся снизу через сайлент-блоки, пружина и амортизатор крепятся через кронштейны к каркасу, часто это единый узел, встречаются однако и случаи, когда амортизатор и пружина (рессора) крепятся независимо друг от друга;

4) рулевую колонку и педальный узел для упрощения можно в расчет не включать, так как их массы малы по сравнению с массами силового агрегата и трансмиссии.

Кресла водителя и пассажиров с водителем и пассажирами: заменить массами или нагрузкой в точках крепления.

При создании расчетной схемы необходимо учесть нагрузки от топливных баков, баков для воды, АКБ, перевозимого груза. Не учитывается полимерная облицовка, механизмы управления, провода и трубопроводы.

Для оценочного расчета необходимо: рама, кронштейны крепления подвески, кронштейны крепления силового агрегата, трансмиссии, топливных баков, АКБ, кресел и грузовой платформы. Кронштейны крепления облицовок и трубопроводов не учитывают, так как в силовой работе рамы они не участвуют.

Моделирование расчетной модели. Существует два способа моделирования математической модели каркаса для оценочного расчета.

1. Замена каркаса системой стержней и пластин, т.е. сразу построение модели под МКЭ. Каркас ТС разбивается на стержни и узлы. Стержнями становятся все трубы. Узлами – точки пересечения труб. В МКЭ принято упрощение: все элементы соединяются через узлы. При разбивке каркаса на элементы каждому узлу присваивают номер, далее строят в программе узлы по координатам и характерным точкам (места изгибов). Далее соединяют стержнями построенные узлы согласно ранее разработанной схеме. Во многих программах-решателях есть возможность импортировать построенную схему из другой программы. Задают сечение стержней и материал. Для поисковых расчетов возможно упрощение геометрии рамы для более быстрого нахождения рациональной схемы (замена слабоизогнутых труб прямой или ломаной трубой).

2. Построение твердотельной модели с последующей передачей модели на расчет. Модель строится с учетом толщин труб и листового металла.

Особенно следует обратить внимание на стыковку элементов между собой, между элементами, в области стыковки не должно быть зазоров. Зазор означает, что элементы являются независимыми (сложная стадия моделирования рамы). Модель разбивается на конечные элементы (тетраэдр, гексаэдр).

Модель требует анализа на точность и согласованность элементов, на соответствие сформулированным требованиям, прописанных в разделе выше.

На первых этапах расчета удобнее пользоваться именно линейными МКЭ (стержни), это более простой и более быстрый способ просмотреть различные варианты структуры кузова МТС.

Преимущества пространственной МКЭ – это возможность точно определить поведение объекта с наиболее приближенными к реальности геометрией, элементами и массой.

Для упрощения и ускорения анализа рекомендуется упростить модель каркаса. Следует не учитывать элементы, не влияющие на оценочный прочностной расчет: кронштейны крепления пластиковых элементов, кронштейны электрооборудования, исключение составляют кронштейны и места крепления массивных деталей, таких как: АКБ, ЭД, силовая установка.

Двигатель и трансмиссию заменяют эквивалентной массой или нагрузкой в местах их крепления. Аналогично заменяют – кресла и пассажиров. При этом следует учитывать распределение нагрузки по точкам крепления. Для упрощения подвески возможны два варианта решения:

- 1) моделирование рычагов осуществляется заведомо более прочными, чем элементы самой рамы; пружины и амортизаторы меняются на стержни с заведомо более прочными характеристиками; поворотные кулаки заменяются узлом, в котором совпадают элементы подвески (в узле прикладываются ограничения);

- 2) подвеска заменяется эквивалентными закреплениями.

Силовой агрегат крепится к раме через специальные кронштейны. Для упрощения расчетной схемы принимаем, что распределение массы двигателя равномерно на все точки опоры. Аналогично принимаем такое распределение массы от трансмиссии. Более достоверный результат можно получить, распределив нагрузку по опорам пропорционально удалению их от центра масс.

Рулевую колонку и педальный узел для упрощения можно в расчет не включать, так как их массы малы по сравнению с массами силового агрегата и трансмиссии. При создании расчетной схемы необходимо учесть нагрузки от топливных баков или АКБ.

Для упрощения и ускорения расчетов спроектированного МТС переделать в математическую модель адаптивную для расчетов и программы-решателя в целом. Происходит поиск компромисса между упрощением и достоверностью модели. Кузов МТС заменяется на стержневую или панельно-стержневую структурную модель. Исключением может стать расчет цельного полимерного несущего кузова. В зависимости от структурной модели кузов МТС может быть: несущий штампованный каркас; несущий пластиковый кузов; композитный; комплексный: основа – стальной каркас и внешние полимерные панели (наиболее распространен).

Таблица 4.11 – Упрощение элементов компоновки для расчетной схемы оценочного прочностного анализа каркаса МТС

<i>Элемент</i>	<i>Упрощение</i>
Каркас	Стержневая структура (МКЭ)
Силовая установка и трансмиссия	Точка крепления (масса/нагрузка)
Кресла и пассажиры	
АКБ, топливные элементы, газовые баллоны и топливный бак	
Кронштейны крепления пластиковых элементов и электрооборудования	Не учитываются (исключаются)
Рулевая колонка и педальный узел	

Задание материала. Рама может быть изготовлена из однотипного материала или разные части рамы могут быть изготовлены из разного материала. Основная рама может быть изготовлена из высокопрочной стали, а кронштейны или вспомогательные элементы из более дешевой. Для предварительных расчетов упрощенно принимается один тип стали.

Разбиение на сетку. Выбор типа и параметров конечных элементов. Необходимо задать сечение элементов стержневой модели структуры. В программе в соответствующем разделе выбирается тип конечного элемента и задается его геометрия. В случае МТС, как правило, это труба с сечением «окружность». После выбора типа элементов каждому стержню назначается требуемое сечение. Далее необходимо разбить стержни на конечные элементы. Размер конечных элементов выбирается или заданием размера элемента, или числом элементов на стержне.

Методическими особенностями при задании несимметричных сечений – ориентирование осей в пространстве, расположенные по-разному элементы и будут работать по-разному. Например, двутавр положительно работает на изгибе при расположении центральной стенки параллельно нагрузке и отрицательно при перпендикулярном расположении. В случае с твердотельной моделью разбиение производится на конечные пространственные элементы типа тетраэдр или гексаэдр (рисунок 4.27).

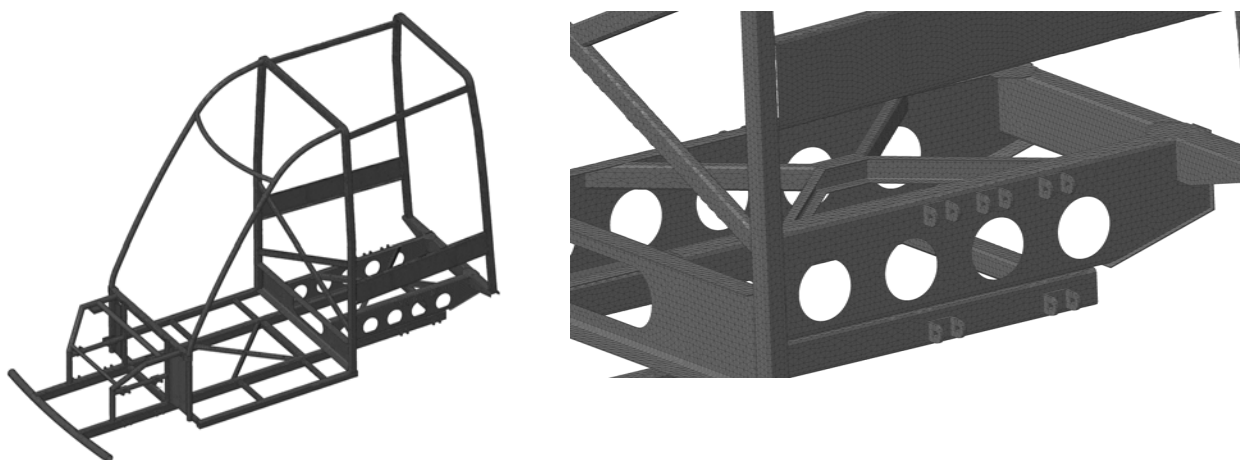


Рисунок 4.27– Общий вид конечно-элементарной сетки каркаса, построенной из элементов тетраэдр в программе *CATIA*

Дополнительно можно задать тип элемента – линейный или параболический (создание промежуточных узлов на сторонах элементов). Параболический тип элемента дает более точный результат, но требует больше ресурсов. Гексаэдр требует высокого уровня точности построения математической модели каркаса (его используют на последних этапах инженерного проектирования).

Требования к структуре полиэлементного построения модели для последующего конечно-элементного разбиения: 1) упрощение структуры и удаление малых элементов структуры, не влияющих принципиально на результаты оценки; 2) моделирование структуры из геометрических примитивов, сохраняя общую форму модели, и их точек сопряжения по конечным точкам для создания общих узлов при конечно-элементном разбиении.

Задания нагрузки. МТС должно выдерживать определенную нагрузку, выбираемую из ГОСТов и правил ЕЭК ООН. Рассматривается только статическая нагрузка. Нагрузка может быть давлением, силой, моментом, приложена в узлах (точечная), на стержни или на поверхность (распределенная). Нагрузку прикладывают от внешних воздействий (ветер, снег, перевозимый груз) и от внутренних (массы силовых агрегатов, АКБ, топливных баков).

Закрепления. Расчет ведется для статически определимой системы, т.е. число степеней свободы системы равно или меньше числу накладываемых ограничений. В нашем случае запрещены перемещения по всем осям (TX , TU , TZ), поворот вокруг осей разрешен. Такое закрепление близко к реальности. При отсутствии одного из закреплений получается механизм, т.е. статически неопределимая система (это уже расчет кинематики).

Для более достоверного расчета одно из колес заменяется закреплением по трем осям (tx , ty , tz). Шина колеса эластичная, она позволяет подвеске и раме двигаться в продольной и поперечной оси, следовательно, остальные

колеса закрепляются только от вертикального перемещения (tz). Это позволяет исключить влияние подвески на каркас кузова.

Расчет может быть произведен в отдельной программе (программа-решатель) или сразу в программе-модельере, если есть соответствующий функционал. Может быть произведен уточненный расчет: пространственный МКЭ с конструктивно проработанными элементами (кронштейны, сварка, трубы переменного сечения). В процессе прочностных исследований имеется возможность оперативно вносить изменения в модель каркаса в электронно-виртуальной среде CAE-систем.

Анализ полученной информации. Оценка. Определение и корректировка неработающих и ненагруженных мест. По результатам расчета строится напряженно-деформированное состояние математической модели каркаса. Наиболее интересным является распределение напряжений в материале и перемещения элементов конструкции. Выходные данные могут быть отображены одним из двух способов: деформации – путем изменения формы модели и контура– с помощью цветовых областей (рисунок 4.28).

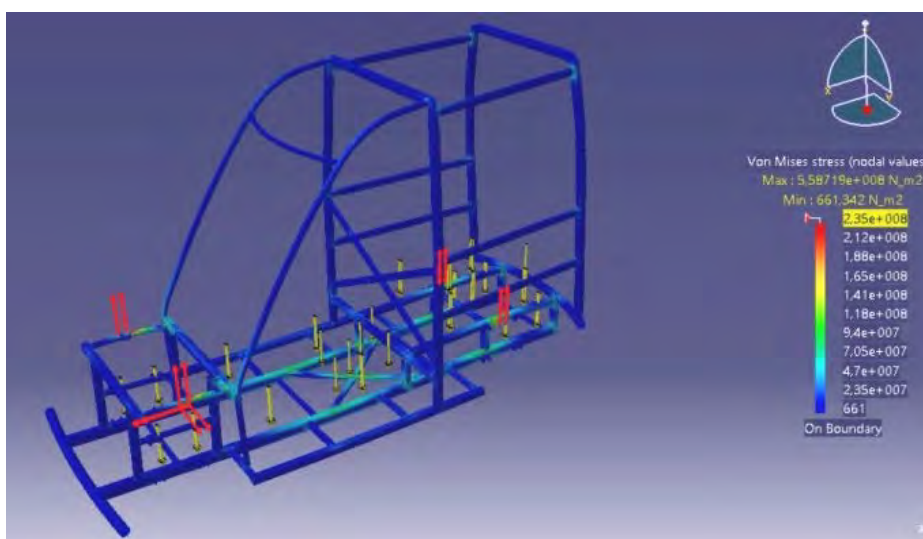


Рисунок 4.28–Напряженно-деформированное состояния модели каркаса CATIA

В качестве контурных данных используют эквивалентные напряжения, вычисленные по гипотезе энергии формоизменения Рихарда Фон Мизеса.

Наиболее наглядно это отображается при накладывании контура на деформированную деталь.

По свойствам материала (предел прочности и предел текучести) можно сделать оценку нескольких вариантов в аспекте прочности каркаса. Не менее важным показателем является перемещение элементов конструкции под воздействием нагрузки. Возможны случаи, когда конструкция выдерживает нагрузку, т.е. не происходит разрушения, но перемещения достигают таких значений, при которых эксплуатация МТС невозможна (складывание крыши, прогиб каркаса и пр.).

Красные зоны указывают самые нагруженные участки стрелковой структуры кузова. Синие («холодные») зоны указывают наименьшую нагрузку, т.е. в этих зонах конструкция «не работает». Наиболее рационально создавать конструкцию, где работают все элементы. Такая конструкция и прочная и легкая одновременно. Определив наиболее нагруженные места и сверив полученные числовые значения с характеристиками материала, приступают к рационализации структуры каркаса. Изменив структуру, повторяют расчет.

В итоге можно сформулировать алгоритм оценочного прочностного анализа каркаса кузова МТС на этапе дизайн-проектирования (модель – сетка – расчет – анализ – структура):

1. Определение n -вариантов дизайн-концепций форм кузова МТС для оценочного анализа, удовлетворяющего по композиционным требованиям объемно-пространственной структуры [465] (организованность, информативность, выразительность, оригинальность, образность, соответствие стилю и моде, упорядоченность частей). Определение габаритных геометрических показателей структуры производится с учетом гармонизации пропорционально-ритмических характеристик.

2. Выбор программной системы для моделирования и проведения оценочного анализа. При выборе используется таблица анализа функционала программных систем в разделе выше.

3. Моделирование и подготовка ЭГМ стержневой структуры кузова по дизайн-концепциям формы.

4. Оценка ЭГМ стержневой структуры кузова согласно требованиям к точности и топологии.

5. Моделирование сетки ЭГМ стержневой структуры кузовасогласно требованиям к точности и топологии. Приложение ограничений.

6. Задание исходных данных для оценочного анализа. Накладывают закрепления. Приложение нагрузок. Упрощение узлов и агрегатов для оценки: подвеску заменяют на жесткую систему рычагов или эквивалентную систему закреплений; силовой агрегат и систему трансмиссии заменяют приложением сил веса в точках подвески этих агрегатов; аналогично поступают с креслами водителя и пассажиров; на грузовую платформу прикладывают вес перевозимого груза.

7. Проведение оценочного расчета. Визуализация и определение неработающих/ненагруженных и максимально нагруженных/работающих мест стержневой структуры кузова.

Модальный анализ достаточен и рациональный для осуществления оценки структуры на этапе дизайн-проектирования. Анализ определяет спектры собственных частот разных вариантов структуры определенной формы кузова, что помогает объективно дать оценку структуре по выбранной дизайн-концепции. Вариант с более высокой собственной частотой структуры кузова является более прочным относительно других вариантов.

Статический анализ. Исходные данные для анализа: массовые нагрузки, действующие на структуру, от ЭСУ и трансмиссии, водителя, пассажира и навесного оборудования. Граничные условия: реакции опоры, действующие на структуру от дорожного полотна (подвеска-структура). Статический анализ уже на этапе дизайн-проектирования визуализирует наибольшие деформационные зоны структуры кузова для их модификации, что показывает дизайнеру слабые с позиции прочности в определенной форме кузова ТС.

8. Анализ полученных данных (4 моды; частота, [Гц]; максимальное смещение, [м]). Моделирование и корректирование стержневой структуры кузова. Анализ наиболее нагруженных мест. Введение усилителей (ребра). Определение эффективности проведенных мер по улучшению жесткости модели. Модернизация усилителей (утолщение, изменение формы, новое месторасположение).

9. Проведение оценочного расчета. Визуализация и определение неработающих/ненагруженных и максимально нагруженных/работающих мест стержневой структуры кузова. Расчет и анализ правильности выбранного направления. В случае ухудшения результата, возвращение к предыдущему варианту и опробование другого пути решения проблемы.

10. Определение стержневой структуры кузова МТС на основе оценки полученных результатов по всем изменениям модели. Визуализация и данные о прочностных характеристиках позволяет уточнить геометрические параметры структуры кузова ТС по композиционным требованиям тектоники [465] (тектоничность, пластичность, функционально-конструктивная обусловленность). Данные операции оценочного уровня по формообразованию кузова МТС (соответствие композиционным требованиям объемно-пространственной структуры и тектоники) могут чередоваться в зависимости от исходных данных и конечных результатов.

Примеры оценки результатов сравнительного модального анализа. В таблицах 4.13, 4.14 приведены результаты модального анализа (исходные массовые показатели ТС для анализа приведены в таблице 4.12) пяти вариантов каркасов МТС по четырем модам собственных колебаний структур. Анализ частотных характеристик структур позволяет делать выводы об их сравнительной прочности для выбора рационального решения.

Таблица 4.12 – Массовые показатели агрегатов ТС

Наименование агрегата	Масса, [кг]
1. Энергетическая установка	50

2. Сиденья	18
3. Задние колёса	20
4. Передние колёса	20
5. Пассажир (95 %)	96,5
6. Водитель (95 %)	96,5

Таблица 4.13 – Каркас МТС вагонной компоновки

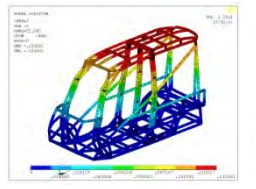
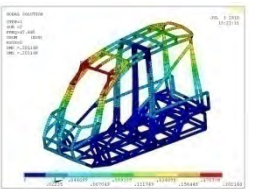
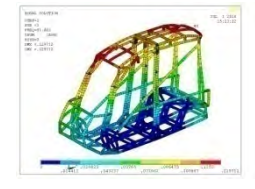
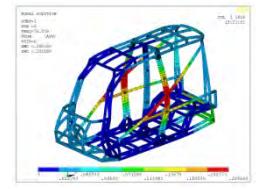
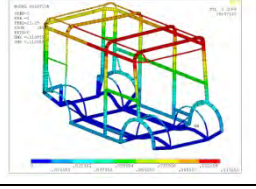
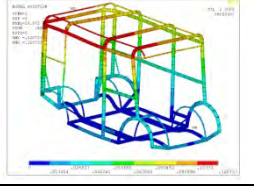
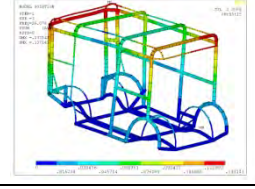
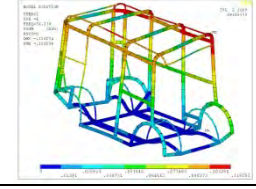
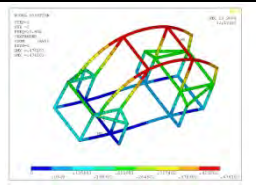
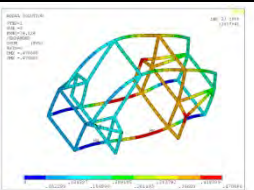
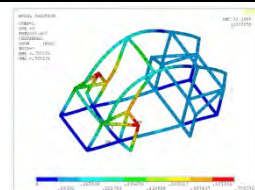
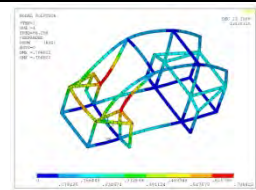
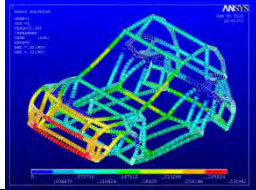
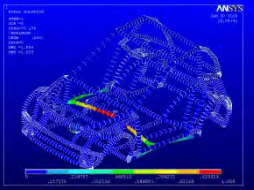
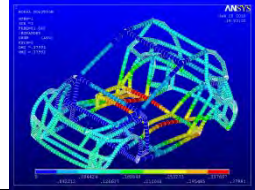
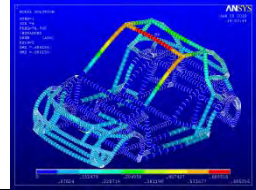
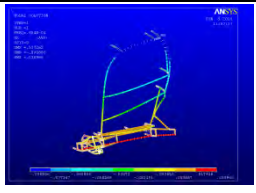
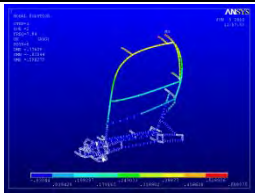
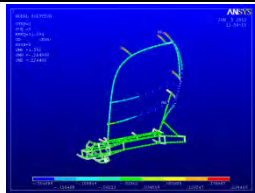
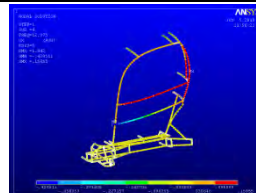
Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	22,043	47,845	61,663	76,078
Макс. смещ., [м]	0,131	0,201	0,12	0,205
Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	12,29	19,872	26,078	34,374
Макс. Смещ., [м]	0,113	0,121	0,137	0,116

Таблица 4.14 – Каркас МТС автомобильной компоновки

Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	25,486	74,124	87,627	88,258
Макс. Смещ., [м]	0,476	0,471	0,755	0,704
Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	53,452	76,196	81,042	94,968
Макс. Смещ., [м]	0,332	1,056	0,38	0,686

Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	0,904e-4	7,84	11,294	12,975
Макс. Смещ., [м]	0,537	0,776	1,501	1,642

На рисунке 4.29 приведены примеры оценки двух структур, связанных с подкрепленным формообразующим элементом структуры ТС. Расчетные данные для оценки указаны стрелками: 1) значение первой моды частот собственных колебаний структуры (чем выше частота, тем выше жесткость структуры); 2) максимальные значения локальных деформаций.

Расчетные данные, приведенные в таблице 4.15, показывают, что вариант с поперечной дугой между формообразующими дугами имеет повышенную жесткость структуры: 1) увеличения первой моды с 2,895 до 4,683; 2) уменьшению максимальной деформации с 1,15 до 0,5; 3) вовлечения в сопротивление деформации значительно большей области конструкции (пространственная цветовая эпюра распределения деформаций участков структуры).



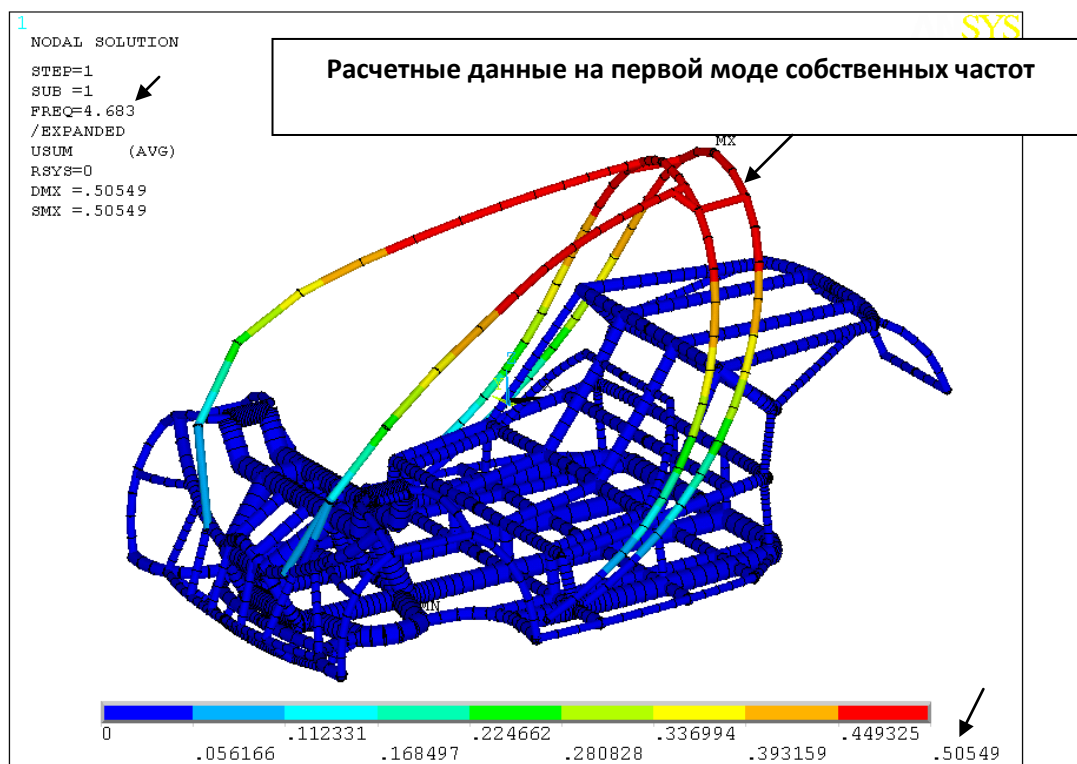


Рисунок 4.29 – Результаты оценочного модального анализа каркаса

Таблица 4.15 – Расчетные величины модального анализа

Варианты	Величина собственной частоты, [Гц]	Максимальные деформации, [м]
1	2,895	1,15
2	4,683	0,5

На рисунке 4.30 представлен алгоритм оценочного структурного анализа на этапе дизайн-проектирования кузова МТС.

Разработанные методологические основы использования численных средств в дизайн-проектировании ТС позволят дизайнеру принимать научнообоснованное решение по формообразованию кузова МТС в сочетании с гармоничными композиционными характеристикам формы и оценочными численными исследованиями поверхностной и каркасной структуры кузова МТС. Сочетание эстетических и численных средств в выборе геометрических показателей кузова ТС позволяет уменьшить количество конструктивно-технологических недочетов, что повысит общую эффективность проектных работ, уменьшая временные и материальные затраты на их проведение.

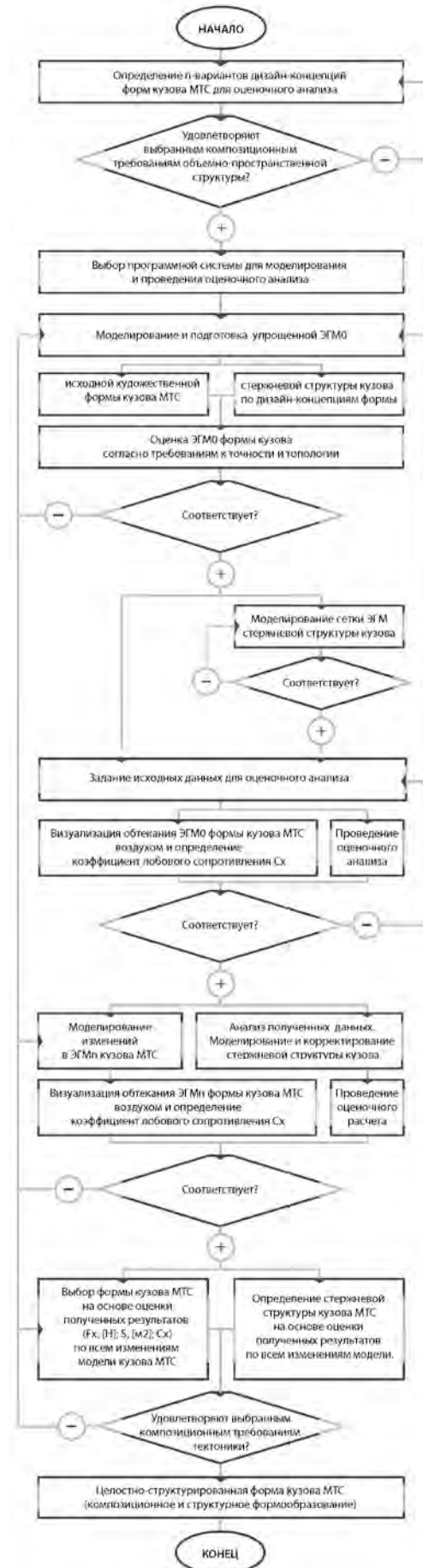


Рисунок 4.30 – Алгоритм оценочного структурного анализа кузова МТС

4.3. Методика макетирования и прототипирования кузова малогабаритных транспортных средств

Метод макетного проектирования и по настоящее время является действенным механизмом дизайнера, позволяющим наиболее плотно приблизиться к пониманию и ощущению формы кузова, несмотря на значительные достижения в области компьютерного проектирования объемно-пространственных объектов. При макетировании осуществляется основная работа по определению формообразования поверхностей, конструированию, разработке технологии производства кузова ТС. В зависимости от характера решаемых задач макетирование может выполняться в различных масштабах и из разнообразных материалов (макетный пластилин, древесные материалы, стеклопластик, различные пластмассы и полимеры и т.д.).

В настоящее время методы макетирования в автомобилестроении классифицируются в зависимости от способа создания макета на рукотворные и автоматизированные.

Рукотворное макетирование в автомобилестроении различают из пластилина, глины, гипса и из композитных материалов методом выклейки по тайпсам. Данные методы макетирования используются для поискового формообразования, экспериментальных и учебно-познавательных целей, и как основа для дальнейшей выклейки деталей из твердых материалов или сканирования обмерочной машиной с последующей доработкой формы и доводки поверхности до класса «А» в специальном программном обеспечении с целью получения математической модели или изготовления мастер-модели. Рукотворное макетирование из композитных материалов методом выклейки по тайпсам используется для создания макетов для аэродинамических исследований; оценки антропометрии и внешнего вида модели; оценки функциональности; в качестве мастер-модели; в качестве презентационной

модели с возможностью изучить макет, а также для мелкосерийного производства.

Основные проблемы рукотворного макетирования заключаются в трудоемкости и длительности процесса, а также в человеческом факторе, т. к. от мастерства и опыта специалистов будет зависеть конечное качество. Также следует отметить, что конечный продукт получается недолговечным и хрупким, что в значительной степени приводит к сокращению количества его функций. Однако необходимо учитывать важность и незаменимость данных методов макетирования на начальной стадии разработки автомобиля.

Автоматизированные методы макетирования в автомобилестроении: макетирование в *CAD/CAM/CAE* программах с использованием многокоординатного обрабатывающего центра; с использованием технологий быстрого прототипирования: 1) технологии на основе фотополимеризации (стереолитография *SLA*-технология (*SLA* – *Stereolithography Apparatus*), отверждение на твёрдом основании облучение УФ-лампой *SGC*-технология (*SGC* – *Solid Ground Curing*), многоструйное моделирование *MJM*-технология (*MJM* – *Multi-jet Modeling*); 2) технологии на основе тепловых процессов (склеивание листовых материалов *LOM*-технология (*LOM* – *Laminated Object Modeling*), нанесение термопластови выдавливание полимерной нити *FDM*-технология (*FDM* – *Fused Deposition Modelig*), лазерное спекание *SLS*-технология (*SLS* – *Selective Laser Sintering*); 3) технологии твердотельные (распыление капель смолы, нагретого полимера *BPM*-технология (*BPM* – *Ballistic Particle Manufacturing*), *PolyJet/DodJet*, трехмерные принтеры *ZPrinter*, станки с числовым программным управлением).

Макетирование в *CAD/CAM/CAE* программах с использованием многокоординатного обрабатывающего центра применяется для поискового моделирования до окончательной проработки формы; для вывода электронной трехмерной модели на многокоординатный обрабатывающий центр, и

аппаратов быстрого прототипирования; для запуска в серийное производство; для быстрой реализации электронной трехмерной модели в различном материале; для создания черновых болванок кузовных форм.

Макетирование в *CAD/CAM/CAE* программах с использованием различных технологий быстрого прототипирования применяется для оценки антропометрии и внешнего вида модели; оценки функциональности; в качестве мастер-модели; в качестве выставочной модели с возможностью изучить макет. Применение ограничено габаритами оборудования.

В мелкосерийном производстве используются следующие методы макетирования: макетирование из композитных материалов методами вакуумформовки и термоформовки. Данные методы используются для производства пластиковых объемных изделий разной сложности конфигураций, для изготовления демонстрационных макетов и макетов для аэродинамических исследований, для мелкосерийного производства.

Автоматизированные методы макетирования основательно вошли в процесс проектирования автомобилей и стали одним из его этапов. Основное преимущество данного метода заключается в минимизации влияния человеческого фактора на качество конечного продукта, и возможность оперативно и без больших трудозатрат изготавливать макеты в достаточном количестве. Большой вклад в расширение назначений конечного продукта вносит возможность получения на выходе макета из твердых материалов. Однако следует заметить, что многокоординатный обрабатывающий центр только воссоздает в материале то, что было смоделировано в *CAD/CAM/CAE* программах, которые не могут обладать полной информативностью и непосредственной близостью с дизайнером, как полноценный макет. Поиск формы и дальнейшая ее доработка на макете имеет свои неоспоримые преимущества, которые не могут заменить *CAD/CAM/CAE* программы. Также необходимо знать, что сам процесс моделирования в *CAD/CAM/CAE* программах требует значительного опыта и профессионализма от специалиста,

что соответственно влияет на качество конечного продукта, хотя и в меньшей степени. На рисунке 4.16 представлена классификация проектного макетирования в автомобилестроении.

Таблица 4.16 – Классификация проектного макетирования в автомобилестроении

Методы макетирования в автомобилестроении					
<i>Рукотворные</i> методы макетирования (традиционные)			<i>Автоматизированные</i> методы макетирования (современные)		
Макетирование из пластичных материалов			Макетирование в <i>CAD/CAM/CAE</i> программах с технологиями быстрого прототипирования многокоординатным обрабатывающим центром		
Пластидин	Глина	Гипс	Технологии на основе фотополимеризации	Технологии на основе тепловых процессов	Технологии твердотельные
Макетирование из твердых материалов			Макетирование методами вакуум формовки и термоформовки		
Композитные материалы (метод выклейки по тайпсам)			Композитные материалы		

Технологии быстрого прототипирования (*Rapid Prototyping* – *RP*) обеспечивают соответствие увеличению темпов смены ассортимента изделий на рынке, объемов производства и роста типовых разработок. Использование *RP*-технологий в объемном моделировании объектов на 50-90% уменьшают сроки проектирования и подготовки производства [184]. В работе [129] приведено распределение *RP*-технологий по отраслям (рисунок 4.31). Точность изготовления и механические свойства материала (растяжимость, твердость и прочность на разрыв) определяют области применения технологий быстрого прототипирования (рисунок 4.32). Выявлены три основные группы

применения *RP*-технологий [129]: 1) прототипы для визуальной оценки проекта (демонстрационные) – визуализация (материализация); 2) прототипы для оценки функциональности формы; 3) модели для последующего технологического процесса.

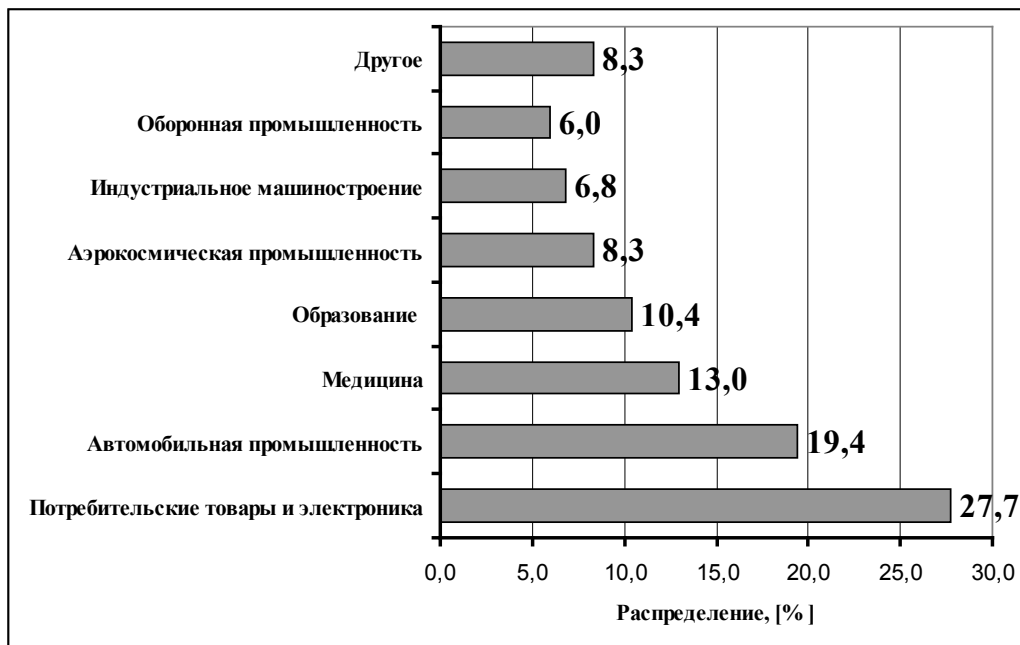


Рисунок 4.31 – Распределение *RP*-технологий по отраслям [129]

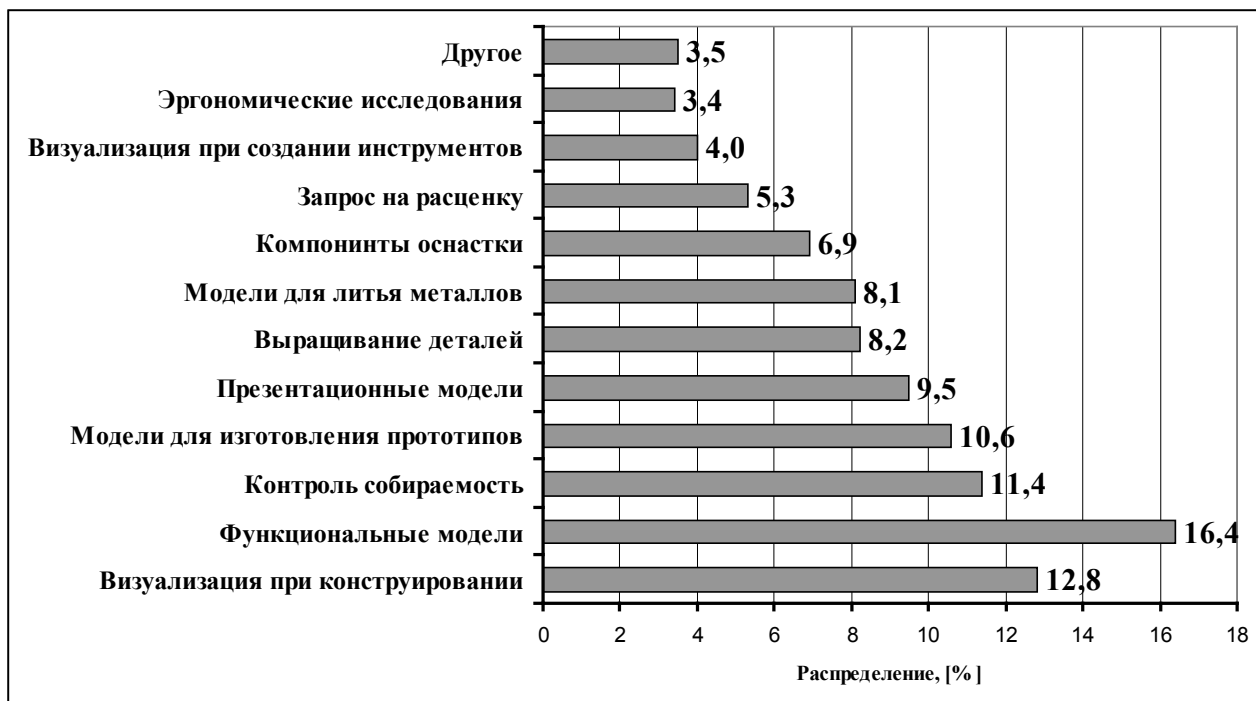


Рисунок 4.32 – Распределение *RP*-технологий по областям применения [129]

Таблица 4.17

<i>Вид процесса</i>	<i>Описание</i>
Визуализация	Материализация формы полноразмерного объекта. Демонстрация и анализ визуальных и кинемостатических характеристик объекта [129]. Экспериментальная проверка результатов графического моделирования. Уменьшает количество ошибок при проектировании и производстве.
Форма, сборка и функциональность изделий	Функциональная оценка: проверка технологичности сборки, кинематических (функционирования движущихся частей сборной конструкции) и аэродинамических характеристик (методом продувки в аэродинамической трубе). При выявлении проектных ошибок изменения вносятся в электронные геометрические модели объекта до начала производства [129]. Изготовление законченных промышленных и художественных изделий и форм для промышленного литья, пресс-форм и штампов. Данная возможность является рациональным решением для мелкосерийного производства.
Литье по выжигаемым моделям	Изготовление разовых моделей из материалов, выгорающих под действием высоких температур (<i>LOM, ZCorporation</i>), для точного литья и традиционных методов литья. Модели не расширяются и не трескаются при обжиге [129].
Литье по выплавляемым моделям	Изготовление разовых моделей для сложного, высокоточного, тонкого литья высокого качества.
Литье в песчаные формы	Изготовление методом ламинирования прототипа/модели для литья в песчаные формы. Гладкость результирующей поверхности не является критичной [129].
Вакуумное литье пластмасс	Изготовление моделей для вакуумного литья тонких пластмассовых компаундов при мелко- и среднесерийном производстве. Прочность моделей, полученных по технологиям <i>LOM, SLA, FDM, SLS</i> позволяет им выдерживать высокие напряжения.

Изготовление пресс-форм	Изготовление моделей для быстрого изготовления пресс-форм для литья по выплавляемым моделям из парафиново-стеориновых составов при мелко- и среднесерийном производстве.
Изготовление штампов для листовой штамповки	Изготовление моделей блока штампа (формообразующих и вспомогательных элементов)

Проектное моделирование функциональных элементов ТС с применением *RP*-технологий является рациональным в рамках мелкосерийного производства для уменьшения временно-материальных затрат на проектные работы и изготовление технологической оснастки, для увеличения качества изделий. На основе изложенного разработана классификация *RP*-технологий для выбора процесса технологии прототипирования на этапе дизайн-проектирования (рисунок 4.33): возможности отдельных технологических процессов, используемого материала и функционального назначения конечного прототипа.



Рисунок 4.33 – Классификация *RP*-технологий в дизайн-деятельности

Таблица 4.18 – Классификация *PR*-технологий по характеру технологических процессов

Технологии быстрого прототипирования			
<i>Технологии на основе фотополимеризации</i>			
	Стереолитография <i>SLA</i> -технология	Облучение УФ-лампой <i>SGC</i> -технология	Струйное моделирование <i>MJM</i> -технология
Процесс	Послойное отвердевание жидкого модельного материала	Полимеризация модельного материала УФ-лампой посредством фотомаски	Нанесение полимерного материала посредством головки с соплами
Модельные материалы	Фотополимеры (акрилаты, эпоксиды, поддающаяся окраске резина, наполненная резина)	Фоточувствительный пластик	Конструкционные термопласты
Марки материалов	<i>Tusk Somos®</i> <i>SolidGrey3000;</i> <i>TuskXC2700T /</i> <i>Tusk2700W; Protogen</i> <i>White; Poly1500;</i> <i>NanoTool; Xtreme;</i> <i>WaterClear</i>	<i>FTI230</i>	<i>VisiJet® EX200; VisiJet SR200;</i> <i>VisiJetDentCast; VisiJet X;</i> <i>VisiJet Crystal</i>
Назначение прототипов	Модели для вакуумного литья пластмасс (прикладные задачи)	Концептуальные модели для отработки дизайна, демонстрационные образцы, мастер-модели	Высокоточные прототипы и готовые изделия
Достоинства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изготовление прототипов сложной формы и конструкции 2. Высокая точность печати. 3. Скорость печати относительно высока. 4. Область построения от 50 до 150 мм в одном измерении до метровых изделий. 5. Готовые изделия могут обладать различными механическими свойствами в зависимости от фотополимера. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие необходимости в построении поддерживающих структур, как в случае с <i>SLA</i>. 2. Механическая обработка каждого наносимого слоя позволяет добиваться высокой точности. 3. Высокая производительность технологии за счет одновременного облучения целых слоев. 4. Низкая стоимость одного отпечатанного объекта. 5. Широкие возможности последующей обработки изделия. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прозрачные и окрашенные модели с разными механическими свойствами. 2. Высокие показатели точности, сравнимые со <i>SLA</i>. 3. Высокое качество детализации, которая отличается выращиваемый объект на выходе. 4. Полное соответствие детали заданным параметрам. 5. Наружная поверхность моделей гладкая, а потому простая в обработке. 6. Большой выбор материалов.

Недостатки	<p>1. Хрупкая конструкция модели требует доработки.</p> <p>2. Крупногабаритные дорогостоящие технологические установки.</p> <p>3. Высокая цена расходных материалов.</p>	<p>1. Трудоемкий многоэтапный процесс</p> <p>2. Подбор подходящего материала может потребовать определенного внимания ввиду технологических особенностей производства.</p> <p>3. Достаточно высокая шумность и большое количество отходов, повышающее себестоимость печати.</p> <p>4. Установки достаточно дороги ввиду сложности конструкции.</p> <p>5. Материал, который применяется для печати, очень просто рушится из-за воздействия жидкости.</p> <p>6. Процесс создания большого числа масок усложняет создание образца, обеспечить высокую точность готового изделия становится очень сложно.</p>	<p>1. На 3D-принтер цена довольно высока, а дешевые модели подойдут лишь для непрофессионального использования.</p>
	<i>Технологии на основе тепловых процессов</i>		
	Склеивание листовых материалов <i>LOM-технология</i>	Выдавливание полимерной нити <i>FDM-технология</i>	Спекание селективное лазерное <i>SLS-технология</i>
Процесс	Ламинирование листового модельного материала	Послойное наложение расплавленного модельного материала	Спекание порошкового модельного материала
Модельные материалы	Бумага, полимеры	Полимеры (АБС, полиакрилаты и т. д.), парафин, металлы и керамика со связкой (связующим веществом)	Порошкообразные материалы: полимеры, металлы со связующим веществом, металлы, керамика и песок со связкой (связующим веществом)
Марки материалов	Офисная бумага, пластиковые листы <i>SolVC-105</i>	<i>ABS, ABSi, PC, PC-ABS, PC-ISO, PPS</i>	Металлы - <i>Al, AISI 304, AISI 316, AISI 430, Ti, Au</i> (фактически каждый металл можно спекать). Пластмассы - полистирен, нейлон, стеклонеполненный нейлон PA3200GF, Alumide, белый полиамид PA2200

Назначение прототипов	Разовые модели для точного литья	Функциональные модели	Формы для литья единичных изделий, образцов
Достоинства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Быстрое и недорогое производство 3D моделей. 2. Использование широко распространенных материалов. 3. Сравнительно высокая точность и прочность моделей. 4. Технология в основном используется для прототипирования и изготовления форм для отливок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изготовление модели крупногабаритных размеров. 2. Возможность эксплуатации модели 3. Оборудование можно установить в практически любом офисе, т.к. оно работает достаточно тихо. 4. Можно изготавливать небольшие модели вплоть до нескольких кубических сантиметров. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изготовление металлических деталей и формообразующих для пластмассового и металлического литья. 2. Модели могут строиться и без создания опорных структур. 3. Создание моделей, которые будут отличаться функциональностью, широким выбором геометрических форм, в том числе и сложных.
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стабильность обработки, точности и размерности бумажных моделей не столь высока. 2. Производственное помещение требует наружной вентиляции. 3. Готовые изделия нуждаются в защитном покрытии. 4. Имеются сложности с созданием полых и тонких структур. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Медленная обработка крупногабаритных деталей с большими объемами. 2. В зависимости от геометрии детали и ее ориентации может потребоваться больше поддерживающего материала, чем материал самой детали. 3. Меньшая точность деталей по сравнению с <i>SLA</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Крупногабаритные дорогостоящие установки.
<i>Технологии твердотельные</i>			
	Распыление капель смолы, нагретого полимера <i>PolyJet, ThermoJet</i>	Трехмерные принтеры <i>ZPrinter</i>	Станки с числовым программным управлением
Процесс	Распылениемодельного материала	Нанесение полимерного материала	Обработка твердых материалов резанием

Модельные материалы	<i>ThermoJet</i> - Термополимерные пластмассы на основе акрила, натуральные и синтетические парафины, сложные жирные эфиры <i>PolyJet</i> - Фотополимерная резина	Крахмально-целлюлозный порошок, различные резины, цианоакрилаты (инфильтрованные)	Дерево, металл
Марки материалов	<i>ThermoJet200</i> , <i>ThermoJet88</i> ; <i>TangoGray</i> <i>FLX950</i> , <i>TangoBlack</i> <i>FLX973</i> , <i>TangoPlus</i> <i>FLX930</i> , <i>TangoBlackPlus</i> <i>FLX980</i>	<i>ZP®150</i> , <i>ZP®250</i> , <i>ZCAST™ 500</i>	Практически любые марки металлов и сплавов и древесины
Назначение прототипов	Высококачественные модели, формы для литья по выплавленным моделям	Визуализация концептуальных моделей	Практически любая

Методика проектного моделирования кузова ТС. В общем процессе проектирования ТС этап макетирования занимает значительную часть. В конце концептуального проектирования (концепт) ТС выполняются малогабаритные пластилиновые макеты (масштабы от 1:10 до 1:2,5) – нескольких первоначально отобранных концептов. На основе принятого решения изготавливается несколько полноразмерных моделей ведущих концептов. Данные пластилиновые модели фрезеруются с использованием обрабатывающих центров. Один цикл от первоначальной концепции до окончательного пластилинового макета может занимать около 10-12 рабочих недель. Этот процесс повторяется 3-5 раз с промежуточными макетами, прежде чем приходят к окончательной стилевой концепции. Каждый пластилиновый макет 1:1 обходится в сумму более \$150,000 и может быть изготовлен примерно за один месяц с дополнительными двумя рабочими неделями на незапланированные остановки и чрезвычайные ситуации.

После выбора дизайна экстерьера ТС геометрия итогового пластилинового макета сканируется и транслируется в цифровой вид. Стилевые макеты ТС могут быть предоставлены инженерам и специалистам по моделированию *CAD*-моделей. Использование синтеза рукотворных и

автоматизированных методов изготовления макета или прототипа ТС (обработка на станке с ЧПУ, прототипирование, лазерная выкройка) на определенных этапах проектирования кузова ТС является актуальной методологической задачей. На каком этапе появиться этап макетирования и прототипирования кузова ТС решается в зависимости от проектных задач, поставленных перед дизайнером.

На стадии разработки ТС эскизного проекта осуществляются создание поисковых макетов, макетирование внешних форм, разработка и изготовление посадочного макета кузова ТС. В техническом проекте – итоговый макет внешних форм, компоновочный макет и демонстрационный макет ТС. В рабочем проекте изготавливаются мастер-макет и опытные образцы ТС.

Разработаны методологические основы макетирования и прототипирования кузова МТС. Алгоритм проектного моделирования макетов и прототипов кузова ТС: 1) определение функции макета. Функции макета: учебно-познавательная, творческо-поисковая, модельно-изобразительная, доводочная, экспериментально-исследовательская, демонстрационная (выставочная); 2) выбор масштаба макета. Масштаб зависит от стадии разработки и функции макета (таблица 4.19);

Таблица 4.19

<i>Стадия разработки</i>	<i>Стадия макета и прототипа</i>	<i>Масштаб</i>
Эскизный проект	Поисковой макет (фор-макет)	1:10
	Макет формы	1:5
	Посадочный макет	1:1
	Демонстрационный макет	1:5
Технический проект	Макет интерьера	1:1
	Макет для начальных аэродинамических исследований	1:2,5
	Компоновочный макет	1:1
	Доводочный макет формы	1:1
	Макет для подробных аэродинамических исследований	1:1
Рабочий проект	Демонстрационный макет	1:5
	Мастер модель	1:1
Рабочий проект	Опытный образец	1:1

3) выбор метода макетирования и прототипирования. Рукотворный

(традиционный) метод: поисковой макет, макет формы. Автоматизированный (современный) метод: демонстрационный макет, макеты для аэродинамических исследований, ходовой макет;

4) выбор материалов. Рукотворный (традиционный) метод: пластичные и твердые материалы. Автоматизированный (современный) метод: нематериальные объекты (электронно-цифровые данные, поле точек, полигоны, патчи, сплайны) и материальные (пластилин, парафин, дерево, металл, жидкие смолы, ПЭТ, ПВХ, листовый полистирол общего назначения, *ABS* пластик, оргстекло, различные полимеры);

5) выбор технологии и инструмента. Рукотворный (традиционный) метод: подмакетная плита, инструменты режущие (ножи, петли, долотца, скампели), скребковые (иглы-царапки, косарики, правильца, тупилки, цикли и стеки), заглаживающие (гладилки, лопаточки, шовники). Автоматизированный (современный) метод: программное обеспечение *CAD, CAM, CAE: AliasStudioTools, 3DStudioMax, Rhinoceros, Maya, CATIA, ICEMsurf*, специальное программное обеспечение *Catalyst/Insight*). Оборудование: многокоординатный обрабатывающий центр – *SLA (Stereo Lithography Apparatus), DLP (Digital Light Processing), PolyJet – LOM (Laminated Object Manufacturing), MJM (Multi Jet Modeling), FDM (Fused Deposition Modeling)*.

Алгоритм проектного моделирования функциональных элементов прототипа с применением *RP*-технологий (рисунок 4.34).

Выше в разделе исследованы формы моделирования с позиции проектно-инновационной деятельности. Сквозное применение традиционных и современных средств моделирования в промышленном дизайне для повышения гибкости стратегии и тактики дизайнера.

Процесс определения геометрии высокой точности по модели из пластилина, переноса и закрепления данных координат в ЭГМ кузова является трудоемким. В настоящее время существуют два основных типа технологий сканирования и обмеров макетов: контактные и бесконтактные (таблица 4.20).

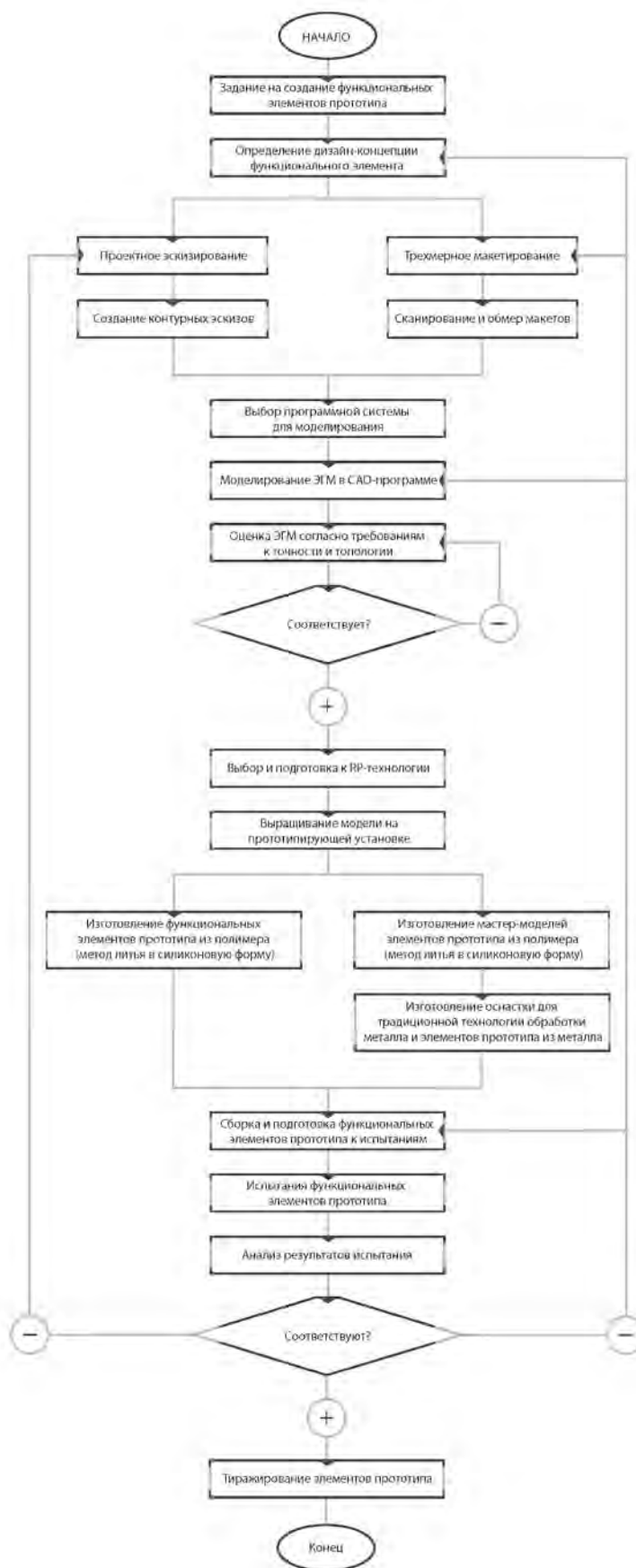


Рисунок 4.34 – Алгоритм проектного моделирования функциональных элементов прототипа с применением *RP*-технологий

Таблица 4.20

Метод	Контактный	Дистанционный		
		Технология фотограмметрии	Технология структурированного белого света	Технология лазерная
Принцип	обвод модели специальным высокочувствительным щупом, посредством которого в компьютер передаются трехмерные координаты сканируемой модели	фотографирование объекта сканирования с различных точек и воссоздание на основе полученных изображений трехмерной модели	проецирование структурированного белого света (эффект стереозрения) на объект линий, образующих уникальный узор (каждое изменение узора сканируется приемной камерой)	проецирование лазерного луча на объект сканирования (искажения воспринимаются измерительной камерой для отслеживания физического положения лазера)
Преимущества	1) простота сканирования призматических частей; 2) независимость от освещения; прекрасное сканирование ребер; 3) простота использования; 4) малый объем получаемых файлов.	1) низкие затраты на аппаратную часть; 2) бесконтактная технология.	1) большая скорость сканирования; 2) получение порядка 100 000 точек сканирования за один проход; 3) высокая точность и великолепная детализовка; 4) возможность сканирования человеческих лиц благодаря отсутствию лазеров; 5) бесконтактная технология.	1) недорогие 3D-сканеры для промышленного применения; 2) возможность сканирования вне помещений и при различной освещенности; 3) возможность работы с объектами, недоступными для сканирования с использованием технологии белого структурированного света; 4) бесконтактная технология.

Недостатки	<p>1) большой срок сканирования (за один замер или перемещение осуществляется оцифровка только одной точки);</p> <p>2) невозможность сканирования органических или криволинейных поверхностей;</p> <p>3) невозможность сканирования маленьких и сложных деталей;</p> <p>4) щуп должен касаться объекта сканирования;</p> <p>5) человеческий фактор.</p>	<p>1) сложность процедуры установки приемных камер и нанесения точек привязки;</p> <p>2) для базовой установки и калибровки требуется как минимум 4-6 фото;</p> <p>3) обработка осуществляется за счет программного обеспечения;</p> <p>4) большое количество фотографий, необходимых для получения точной модели;</p> <p>5) сложность процедуры сшивки изображений для получения целостной картины сканирования.</p>	<p>1) стационарная установка, исключающая возможность мобильного сканирования;</p> <p>2) ограничение размера сканируемой области, не позволяющее сканировать внутренние области;</p> <p>3) сложность при сканировании объектов, находящихся вне помещений, ограничения по яркости;</p> <p>4) большая стоимость системы;</p> <p>5) необходимость проведения процедуры постпроцессинга для сшивки отсканированных частей.</p>	<p>1) невозможность сканирования прозрачных объектов или объектов с большой степенью светоотражения, вызывающая необходимость напыления;</p> <p>2) невозможность сканирования черно-белых объектов;</p> <p>3) необходимость в базовом основании, имеющем ограниченную зону досягаемости</p>
Оборудование	<p>Координатно-измерительные машины (портативные, колонные, порталные, мультисенсорные щупы и щупы «Измерительная рука»)</p>	<p>Системы оптического сканирования</p>		<p>Системы лазерного сканирования</p>

Традиционный метод с использованием контактных щупов имеет недостатки с позиции пластичности пластилина при давлении измерительных приборов. Используются технологии сканирования со световым лучом и лазерной системой для съема координат с моделей. Лазерная система имеет точность измерения 0,0025 мм по трем координатам. Данные технологии освобождают дизайнера, эргономиста и конструктора от трудоемких промежуточных операций.

На разных стадиях разработки осуществляется подготовка ЭГМ объекта проектирования ко определенной *RP*-технологии изготовления с последующим выращиванием модели в прототипирующей установке. Необходимым условием для применения процессов *RP*-технологии является наличие программной системы с качественным функционалом.

Для приема данных в прототипирующих установках необходимо использовать только формат **.stl*. В этом формате информация об объекте содержится в виде списка треугольных граней, которые описывают поверхность с заданной точностью, и содержится в виде *ASCII* или двоичного представления. Программное обеспечение установки быстрого прототипирования включает два основных функционала: подготовка и управление / изготовление. Подготовка модели: проверка *CAD*-модели (**.stp* (*ISO/IES 10303*), **.iges* / **.igs* (*NIST, ANSI*), компенсация и исправление ошибок *STL*-файла с дополнительным *STL*-моделированием, расположение и ориентация модели, определение параметров изготовления, формирование слоя, создание итогового рабочего файла. В управлении процессом изготовления объекта в установке используют рабочий файл, созданный на стадии подготовки.

Расположение и ориентация объекта в рабочей камере будут влиять на точность и эффективность прототипирования: длительность изготовления, разрешающую способность и гладкость поверхности. Ориентация кривых поверхностей в горизонтальной плоскости перпендикулярно лазерному лучу

обеспечит высокую разрешающую способность. Наклонные поверхности объекта моделируются «ступенчато» по толщине слоя.

В стереолитографии при ориентации иногда требуются поддерживающие структуры: 1) сохранение лезвия формователя слоя при нанесении нижнего уровня; 2) равномерность толщины слоя; 3) удобство снятия готовой детали с платформы. Технические требования: минимальное возвышение пьедестала над платформой от 6,35 мм до 8,89 мм; на 0,25 мм поддерживающая структура должна отступать внутрь от края нижнего слоя.

Полимеризация и создание физической модели: отверждение; удаление вспомогательных элементов, шлифовка. Модель под литье шлифуется и струйную обработку стеклянными шариками. Критерия качества процесса: точность и срок изготовления, эстетическая выразительность. Изготовление мастер-модели с помощью *RP*-технологий под выбранные технологии и методы изготовления объекта.

На рисунке 4.35 представлены примеры изготовленных функциональных элементов прототипов кузова ТС.



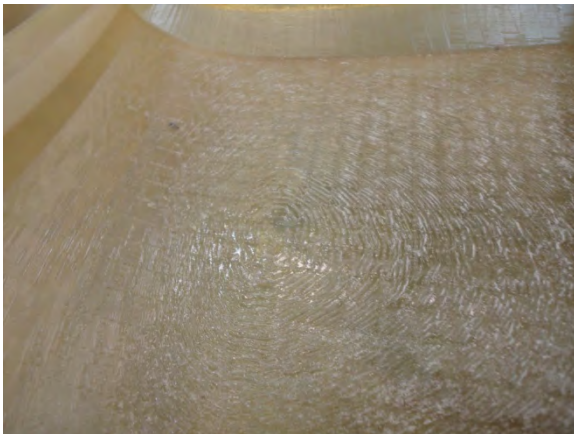
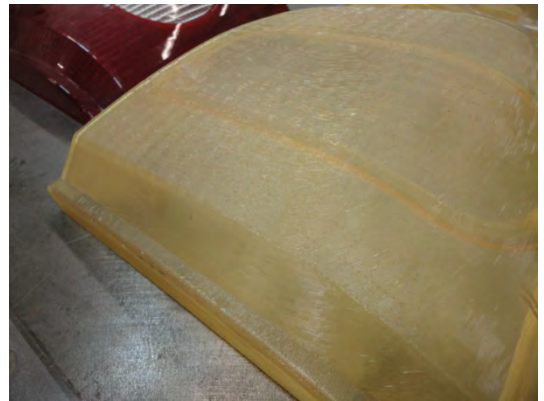
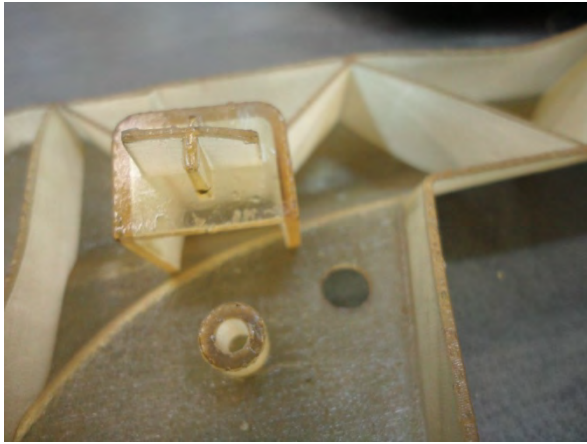
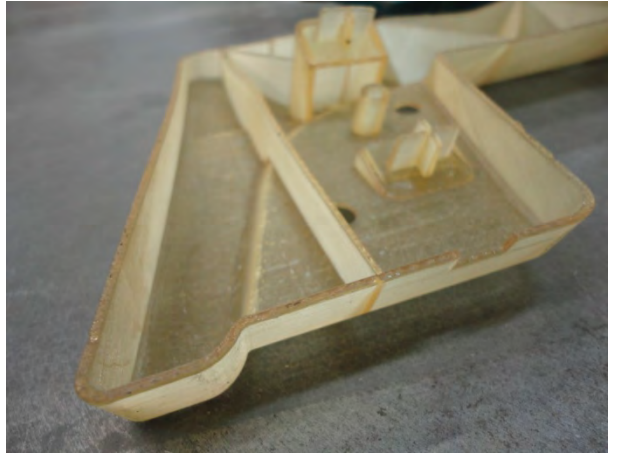
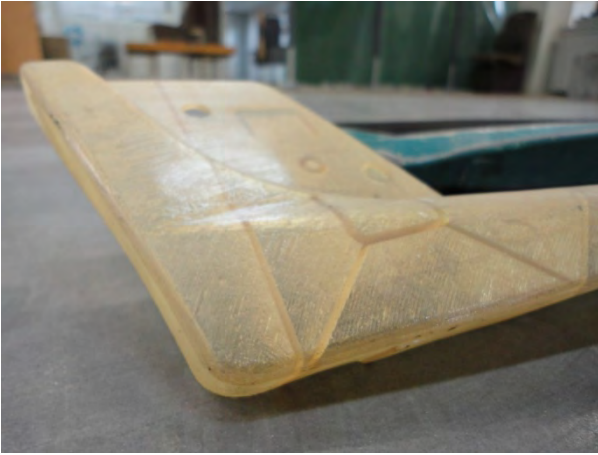




Рисунок 4.35 – Примеры функциональных элементов прототипов кузова ТС

На рисунках 4.36, 4.37 продемонстрирован пример создания поискового макета кузова ТС.



Рисунок 4.36 – Итоговый поисковый макет, М 1:10



Рисунок 4.37 – Поисковый макет (загрунтованный и после покраски), М 1:10

Трансляция пластилиновой модели в *CAD*-модель кузова ТС при помощи лазерного сканера: 1) Уточнение чертежей и антропометрических параметров; 2) построение кривых и анализ; 3) построение поверхности и анализ; 4) сверка с пластилиновой моделью; 5) анализ качества стыковки видовых поверхностей; 6) построение необходимых фасок; 7) анализ качества готовых видовых поверхностей; 8) построение необходимых разъемов; 9) визуализация. Данная процедура необходима для повышения качества поверхностной *3D*-модели и ее идентичности с пластилиновой моделью, т. к. позволяет иметь более точную ориентацию и более тесный контакт с пластилиновой моделью в процессе построения поверхности *3D*-модели, также ускоряет данный процесс, т. к. отпадает необходимость в частых обмерах пластилиновой модели.

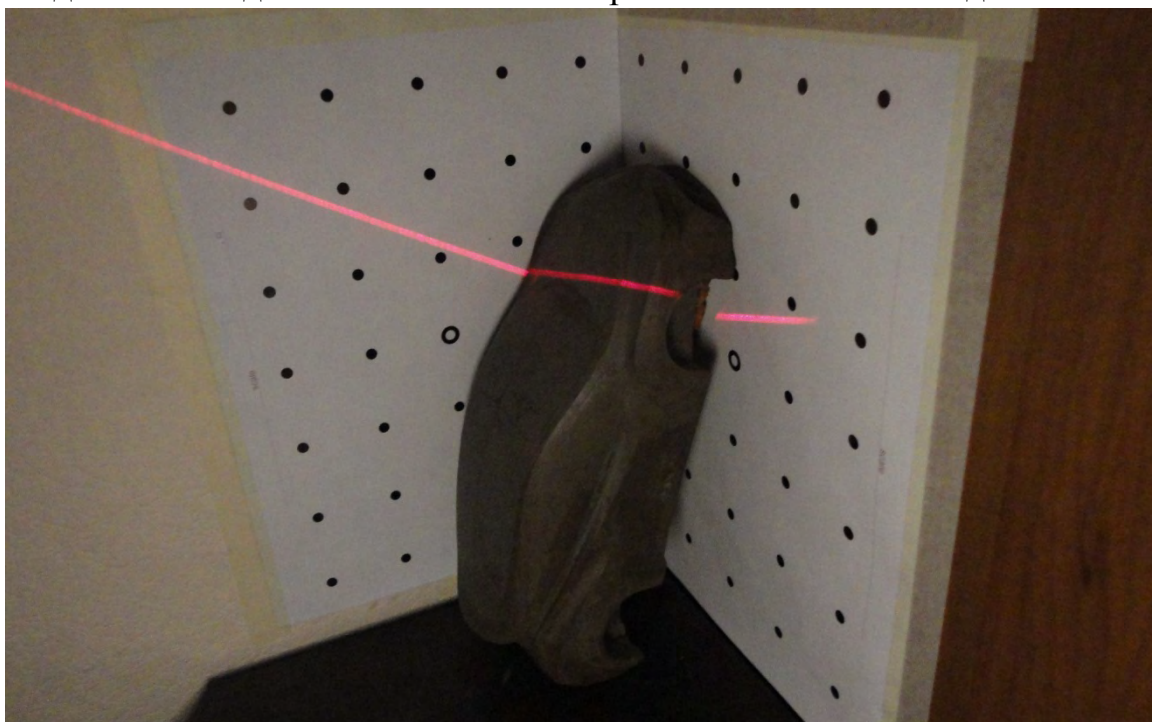


Рисунок 4.38 – Процесс сканирования пластилиновой модели

Необходимо подготовить схемы/чертежи и совместить их с проекционными видами пластилиновой модели кузова ТС. При ручном построении пластилиновой модели в масштабе 1:10 добиться высокого качества вытянутых по длине линий, изгибов и прочих пластических элементов – трудоемкая задача. Таким образом, при необходимости следует внести поправки на чертеже, также необходимо провести гармонизацию всех линий и

изгибов и окончательное утверждение композиционного формообразования. Определить и отметить имеющиеся расхождения чертежей с пластилиновой моделью для точного построения поверхностной 3D-модели и оценки получившейся поверхности пластилиновой модели. Во время проведения перечисленных процедур следует следить за соблюдением антропометрических параметров.

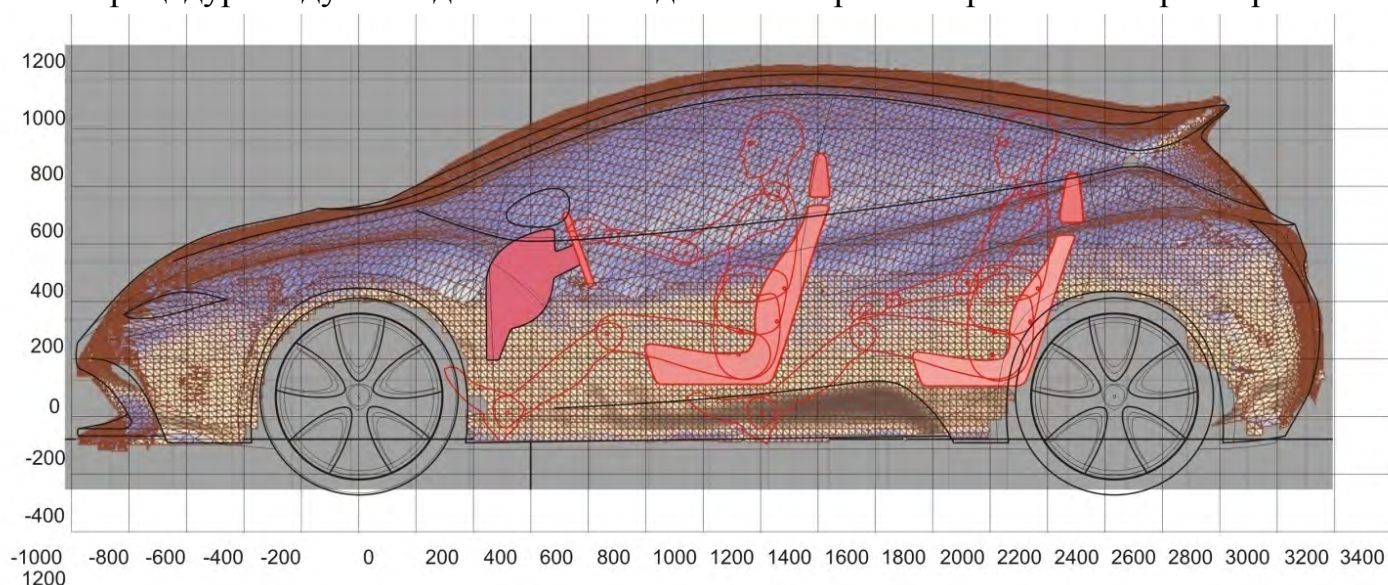


Рисунок 4.39 – Совмещение чертежа с проекционным видом пластилиновой модели

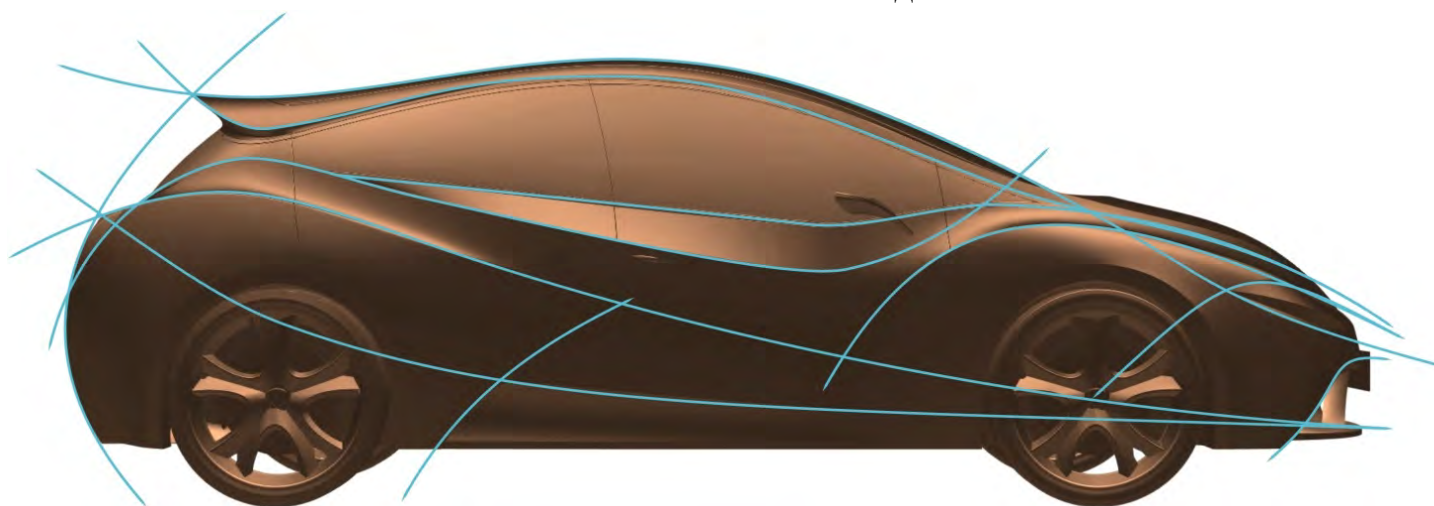


Рисунок 4.40 – Проверка гармонизации линий

Процесс моделирования первичной поверхности начинается с построения кривой, их количество зависит от выбранного типа построения поверхности (построение по двум, трем, четырем кривым или более)– это зависит от

требуемой степени кривизны поверхности. При построении кривой следует помнить, что от качества кривых будет зависеть качество полученной поверхности. На качество кривой влияет количество точек, по которым она построена, чем меньше, тем лучше. После построения кривой необходимо проверить ее качество при помощи эпюрного анализа.

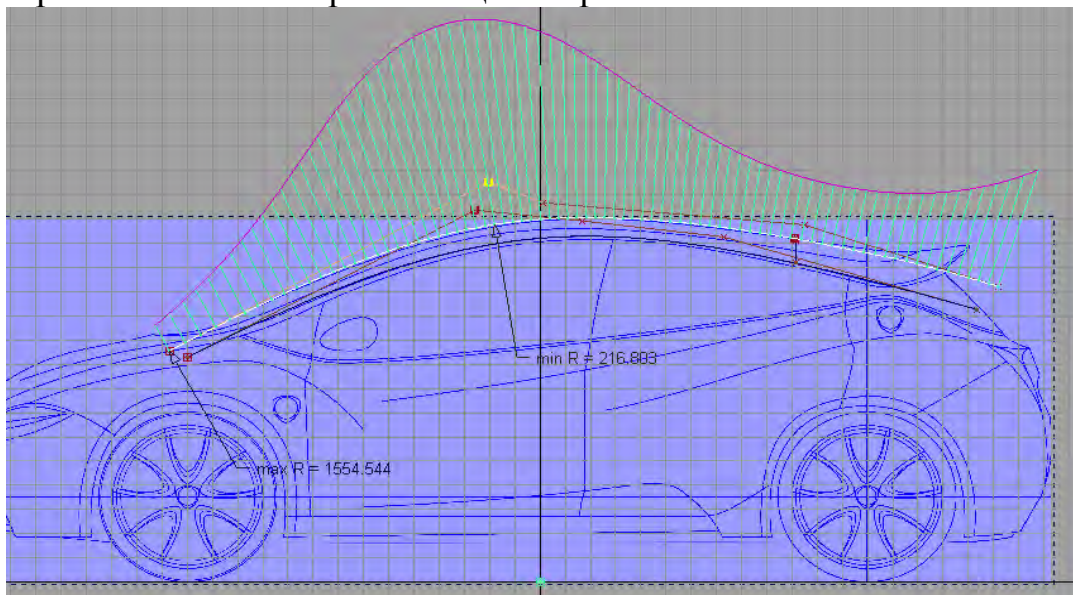


Рисунок 4.41 – Эпюрный анализ поверхности

После утверждения готовых кривых и их качества осуществляется моделирование поверхности. При помощи изофотного анализа анализируем качество готовой поверхности. Важно учитывать, что для более качественного и правильного распространения бликов по поверхности необходимо строить поверхность, на первом этапе не учитывая кривизны кромки. На втором этапе, спроецировав необходимый изгиб кромки, обрезаем излишки. Таким образом, получаем правильную качественную первичную поверхность.

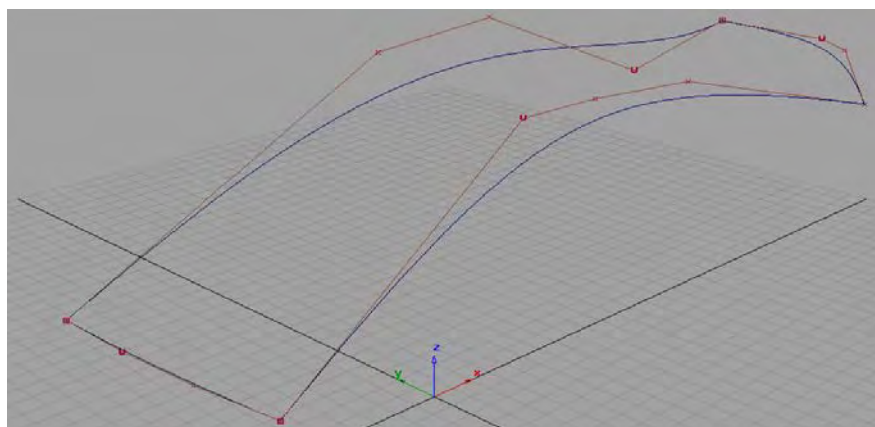


Рисунок 4.42 – Готовые кривые для построения первичной поверхности

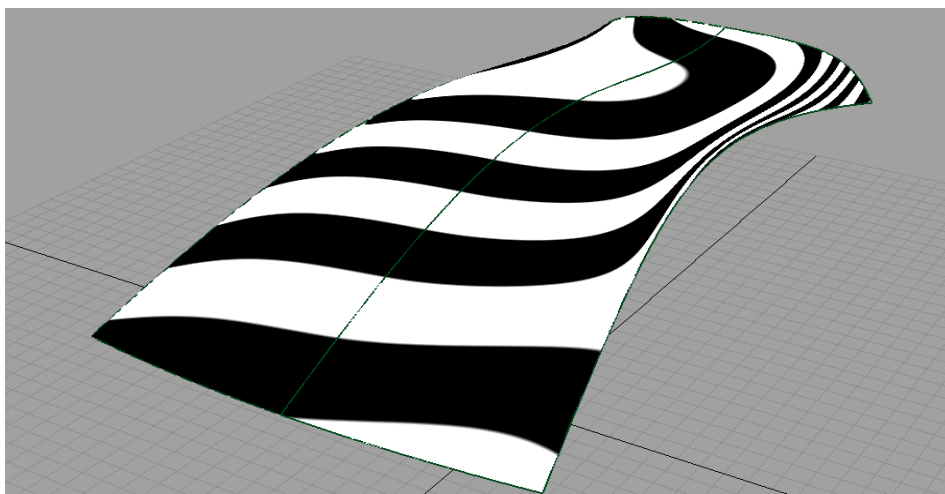


Рисунок 4.43 – Первичная поверхность,
построенная по четырем кривым с примененным изофотным анализом

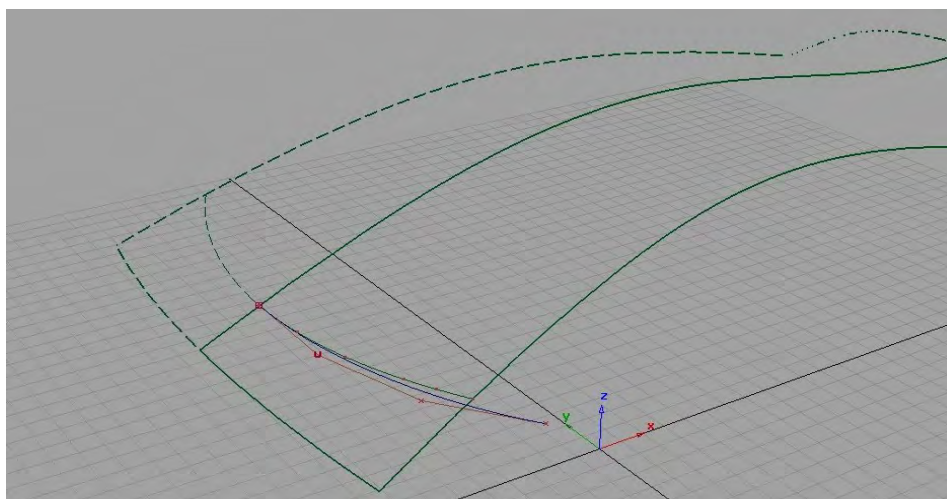


Рисунок 4.44 – Проецирование кривой на поверхность

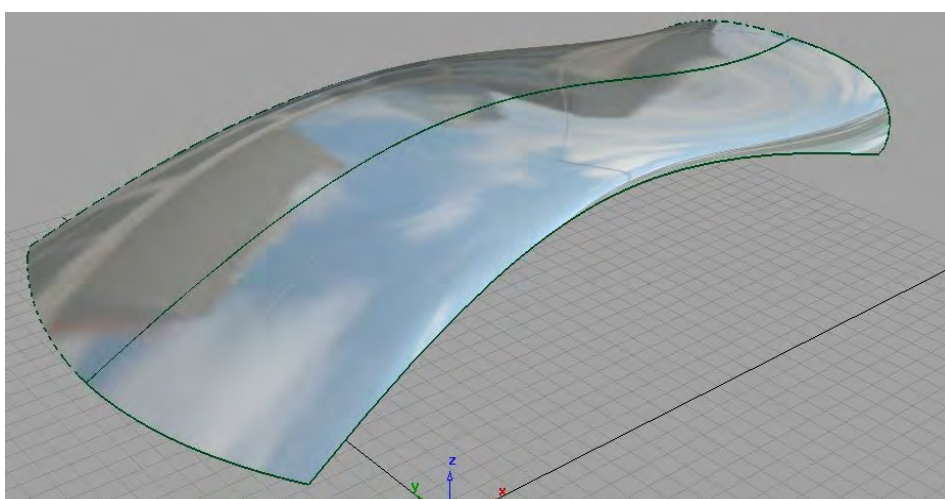


Рисунок 4.45 – Вторичная поверхность, полученная после обрезания
по кромке

Полученную поверхность необходимо проверить с отсканированной и импортированной в *CAD*-программу пластилиновой поверхностью. На данном этапе следует вспомнить зафиксированные ранее расхождения чертежей, с пластилиновой поверхностью отмеченные после этапа уточнения чертежей, с целью предотвращения возникновения ошибок, которые могут привести к дальнейшим расхождениям. На рисунке 70 видно, как построенная в *CAD*-программе поверхность крыши отличается от пластилиновой модели, однако данное расхождение было отмечено раньше на чертеже, т. к. посадка водителя и пассажира была смещена вниз с целью понижения линии крыши для уменьшения площади лобового сопротивления. Вносимые коррективы и изменения в пластике должны быть обоснованы и проверены на ранее выстроенной гармонизационной и антропометрической схемах.

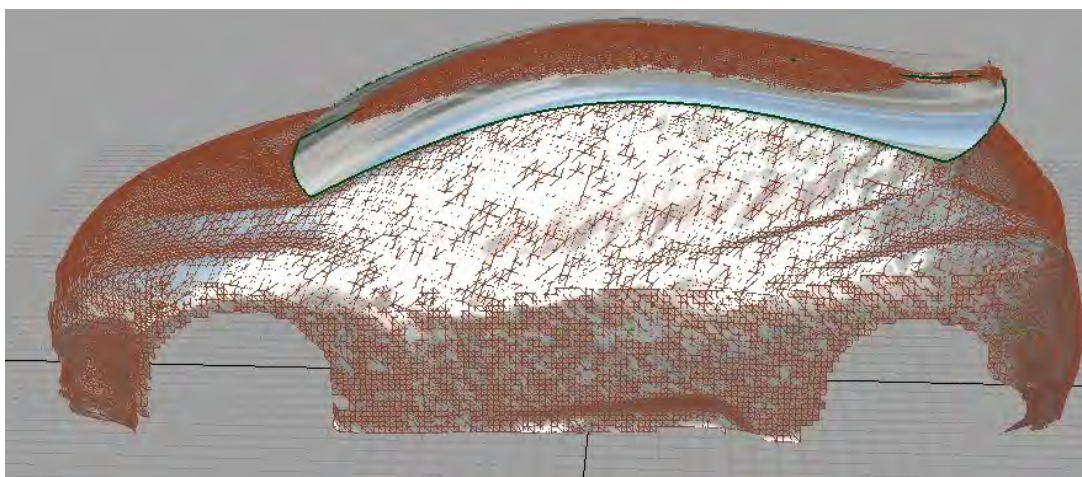


Рисунок 4.47 – Анализ *CAD*-модели с пластилиновой моделью

Дальнейшее построение отдельных поверхностей происходит по тому же принципу и не вызывает особых трудностей, однако поверхность автомобиля в некоторых местах имеет достаточно большую кривизну, и для того чтобы максимально точно контролировать идентичность получаемой поверхности с требуемой поверхностью, необходимо эту требуемую поверхность дробить. Вследствие чего образуются незапланированные стыки на видовых поверхностях, которых в принципе не должно быть, таким образом,

необходимо максимально качественно произвести стыковку поверхностей, анализируя их качество при помощи изофотного анализа. На рисунке 4.49 показан пример стыковки видовых поверхностей непрерывностью по $G3$, что отвечает требованию для поверхности класса «А», CAD-программа в данном случае *AliasStudio* выделяет стыки зеленым цветом с буквой «С», что означает непрерывность поверхности, а буква «С» говорит об идеальном переходе кривизны одной поверхности на другую. В подтверждение тому служит изофотный анализ, который является показателем качества построения поверхности. Однако возникают ситуации, когда необходимо две полученные поверхности соединить третьей, данный пример показан на рисунке 4.50 – соединение поверхности лобового стекла с поверхностью капота. Причем со стороны лобового стекла необходима стыковка с непрерывностью по $G2$, а со стороны капота необходим стык с ребром непрерывностью по $G1$. Об этом следует помнить при осуществлении стыковки видовых поверхностей. Соединение ребром спроектировать проще, чем соединение с непрерывностью по $G2$ или $G3$, однако следует помнить, что и при ребровом соединении тоже необходима непрерывность. На рисунке 4.50 стык ребром выделен зеленым цветом и обозначен буквой «Р» в данном случае зеленый цвет показывает непрерывность, а буква «Р» говорит о резком переходе кривизны поверхностей, таким образом, получаем соединение с ребром. Также возникают ситуации, когда соединение ребром должно плавно перейти в соединение с непрерывностью по $G2$ или $G3$. В данной ситуации многое будет зависеть от принципиальной схемы и последовательности построения поверхностей, на рисунке 4.51 виден пример неправильного подхода к построению, что привело к получению только простого ребрового соединения в отличие от примера на рисунке 4.53, где другой подход к способу и последовательности построения позволил получить необходимый стык с требуемым качеством непрерывности.

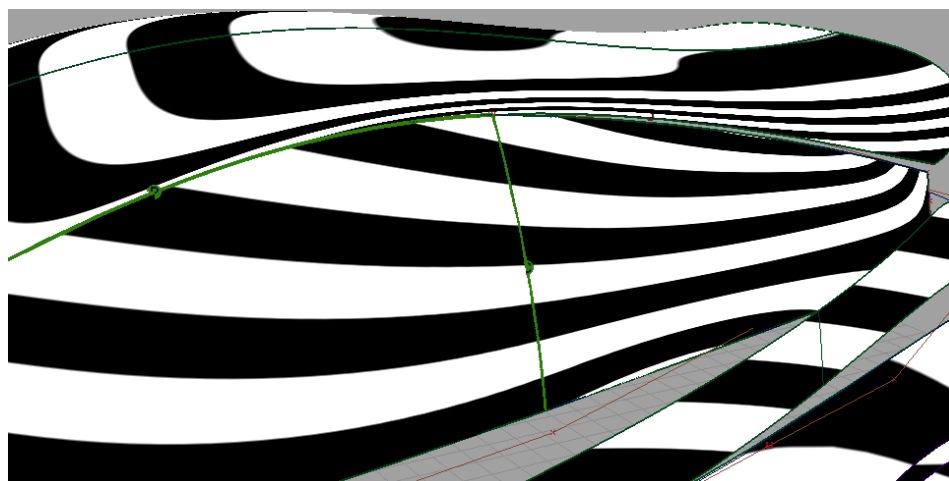


Рисунок 4.48 – Готовая стыковка поверхностей с непрерывностью по $G3$

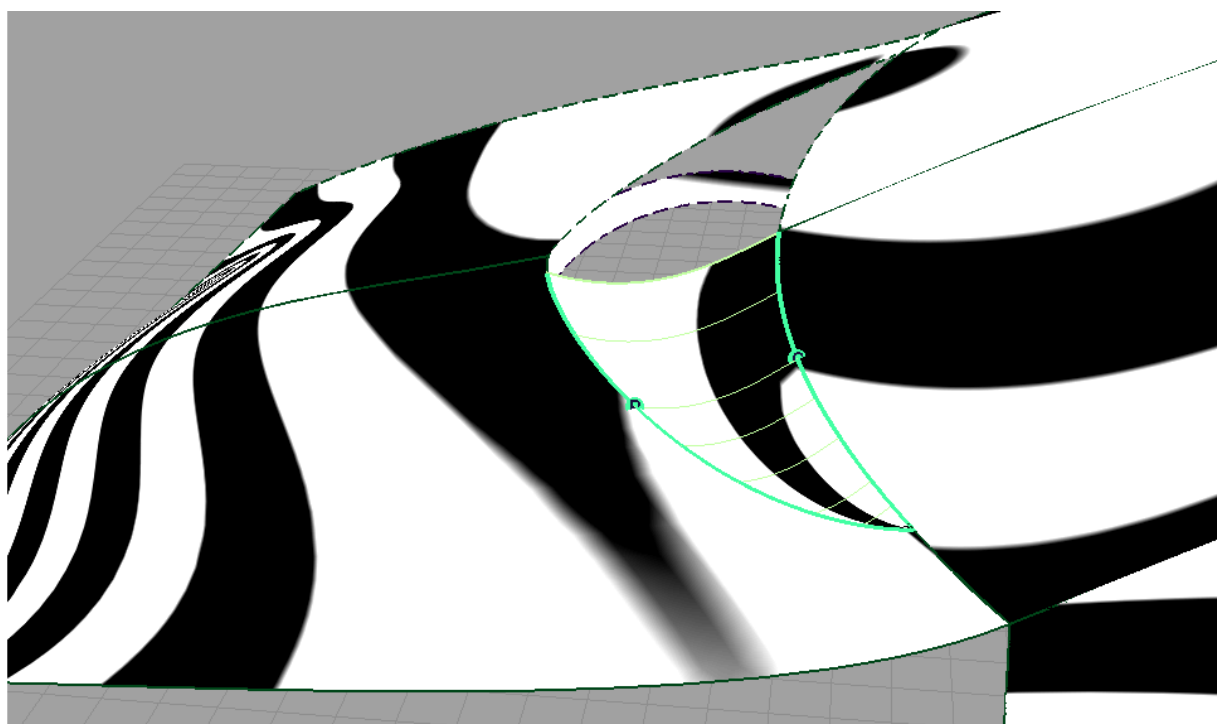


Рисунок 4.49 – Пример соединения двух поверхностей третьей с разными видами стыков

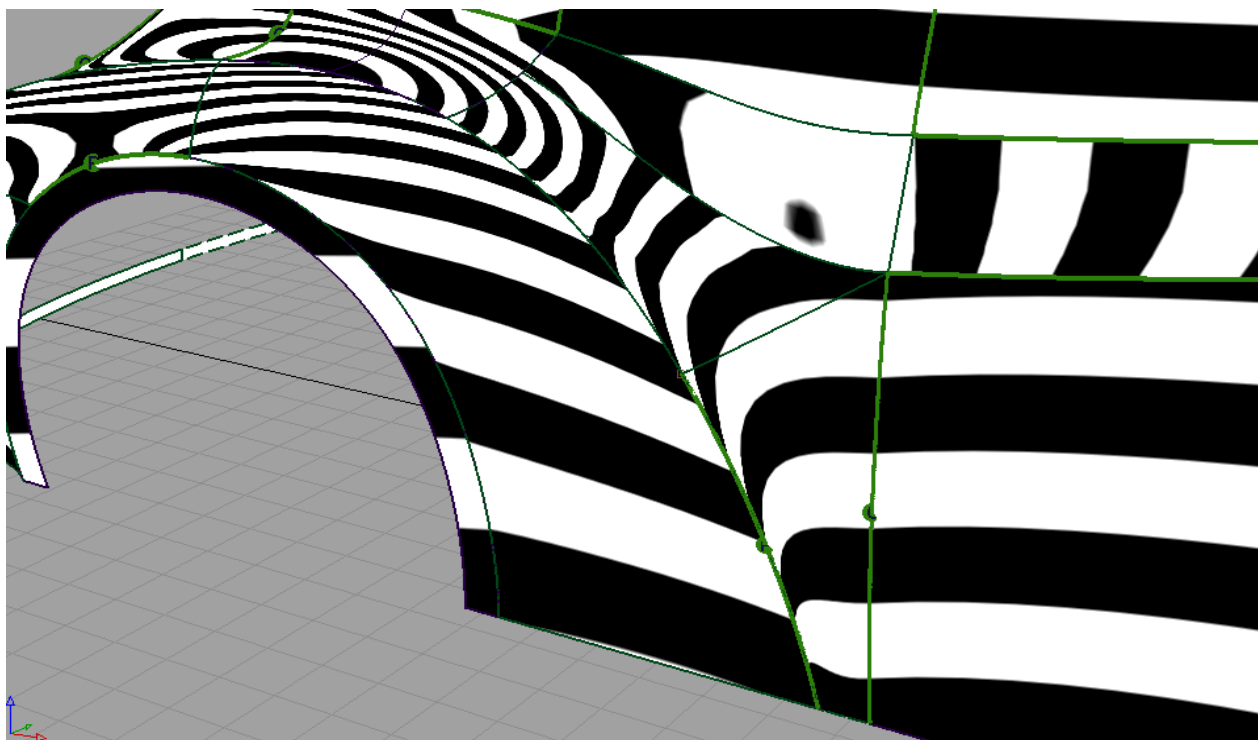


Рисунок 4.50 – Пример неудавшегося ребрового соединения с непрерывностью по $G1$ плавно переходящего в соединении с непрерывностью по $G2$

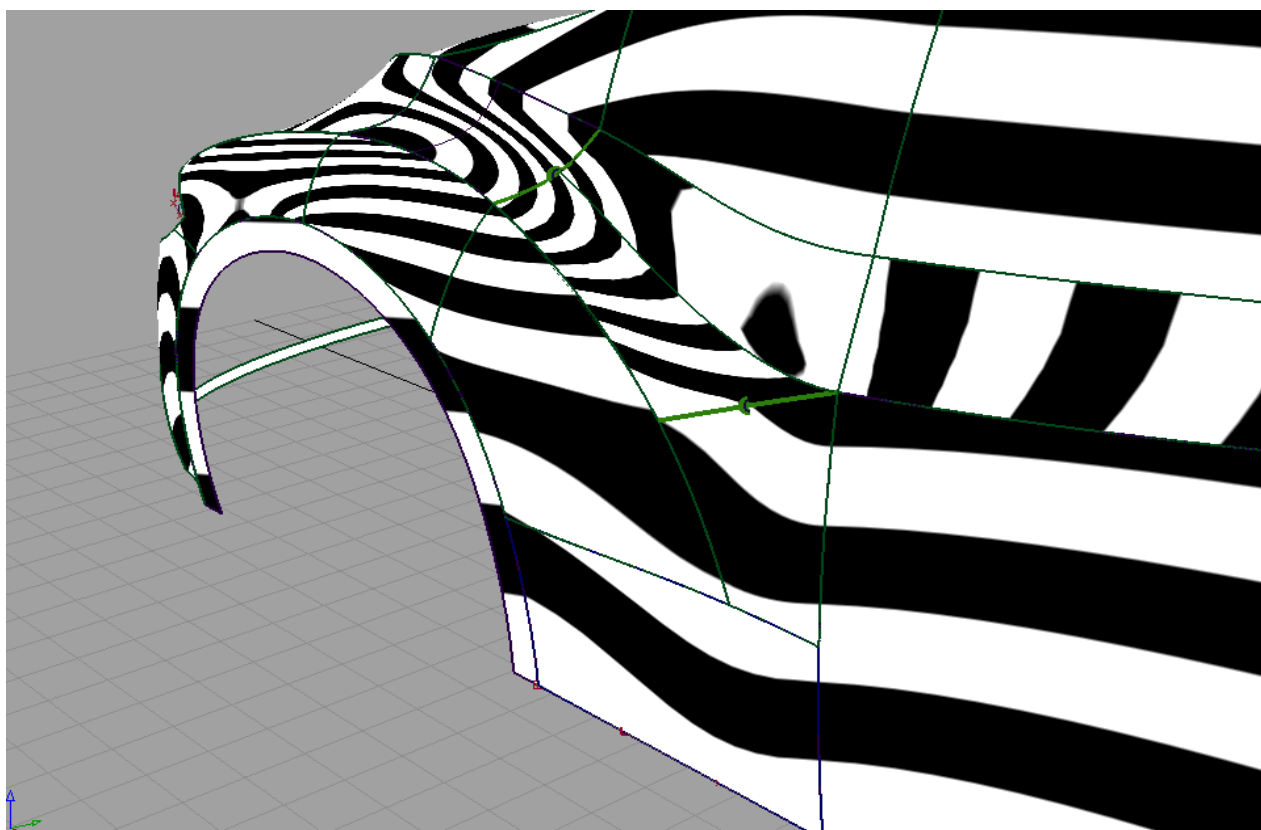


Рисунок 4.51 – Изофотный анализ поверхности заднего крыла



Рисунок 4.52–Изофотный анализ поверхности заднего крыла

При построении ребровых соединений следует помнить, что на видовых поверхностях кузова ТС требуется скруление или фаска. Размер фаски зависит от требуемой остроты перехода одной поверхности к другой: чем меньше фаска, тем более острым будет переход. Построение фасок также требуется при моделировании различных видов разъемов на поверхности кузова автомобиля. Фаски бывают постоянного размера, когда размер фаски неизменен на протяжении всей ее длины или изменяемого размера, когда размер фаски изменяется на протяжении ее длины. Для построения наиболее плавного изменения размера сечения фаски следует задать различные размеры сечения в начале и в конце, а *CAD*-программа автоматически построит плавное округление. На рисунке 4.53 видно как изменяется толщина фаски от начала следования, в районе заднего бампера до конца, в районе окончания задней двери и начала передней. Такой способ построения позволил добиться плавного перехода поверхности заднего крыла в поверхность задней двери, а в районе заднего бампера добиться более острого перехода. Таким образом, достигается эффект плавного нарастания остроты перехода одной поверхности в другую: от эффекта абсолютно острого перехода в его полное исчезновение. При построении фасок, как и при построении любой другой поверхности, также следует добиваться непрерывности и проводить изофотный анализ. Таким образом, приходим к выводу, что видовая поверхность кузова автомобиля не имеет ребровых соединений, есть только эффект.

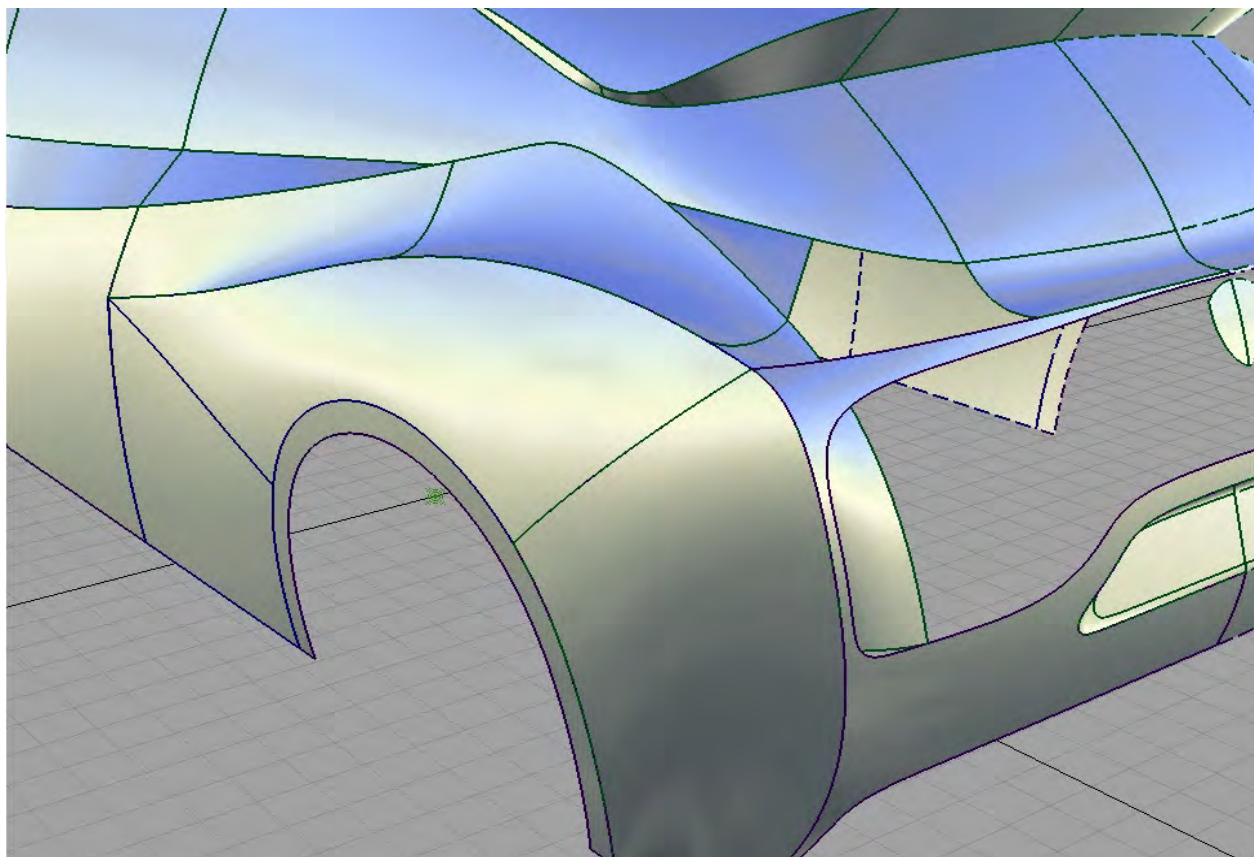


Рисунок 4.53– Заднее крыло до построения фаски

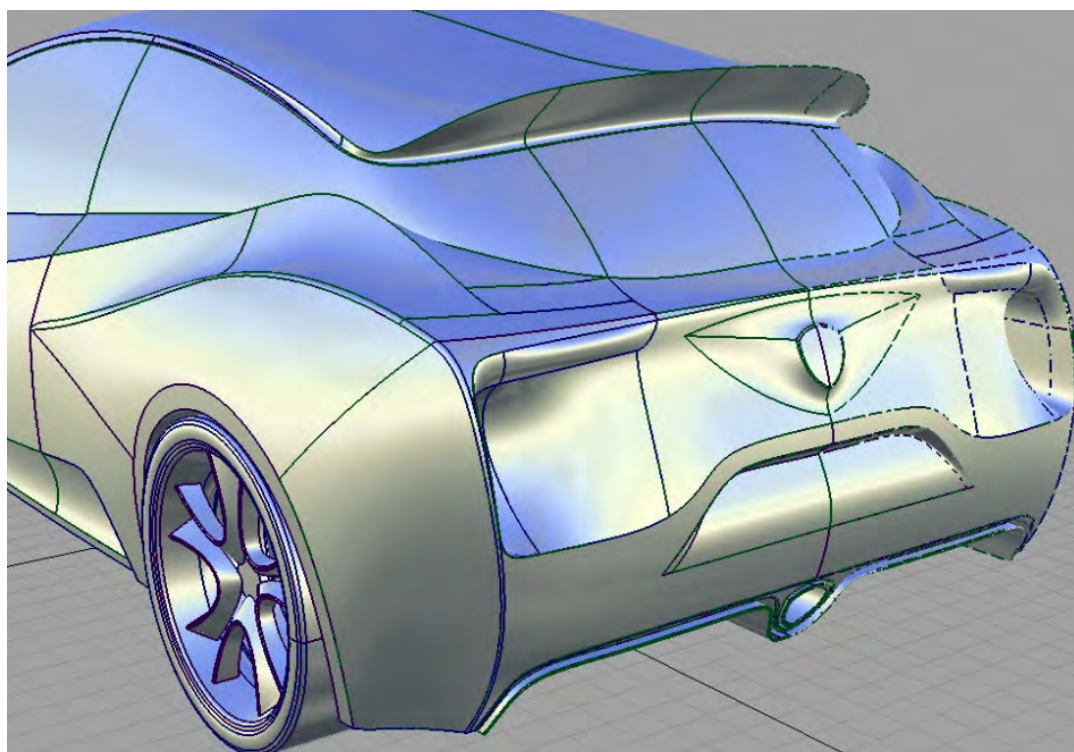


Рисунок 4.54 – Заднее крыло после построения фаски

Данная процедура необходима для проверки качества готовой поверхностной 3D-модели. Изофотный анализ и первичная визуализация позволяют увидеть форму и распространение бликов и отражений на поверхности кузова ТС. Ранее упоминалась роль бликов и их влияние на пластику поверхности ТС, что в совокупности в значительной степени влияет на качество дизайна ТС. Таким образом, помимо итогового анализа качества, изофотный анализ и первичная визуализация необходимы на этапе проектирования поверхности в *CAD*-программе. При построении поверхности необходимо проверять не только качество стыковки поверхностей, но и то, как именно распространяются блики по поверхности. Следует помнить, что незначительные изменения в пластике или принципе построения в конечном счете значительно влияют на характер и кривизну бликов.

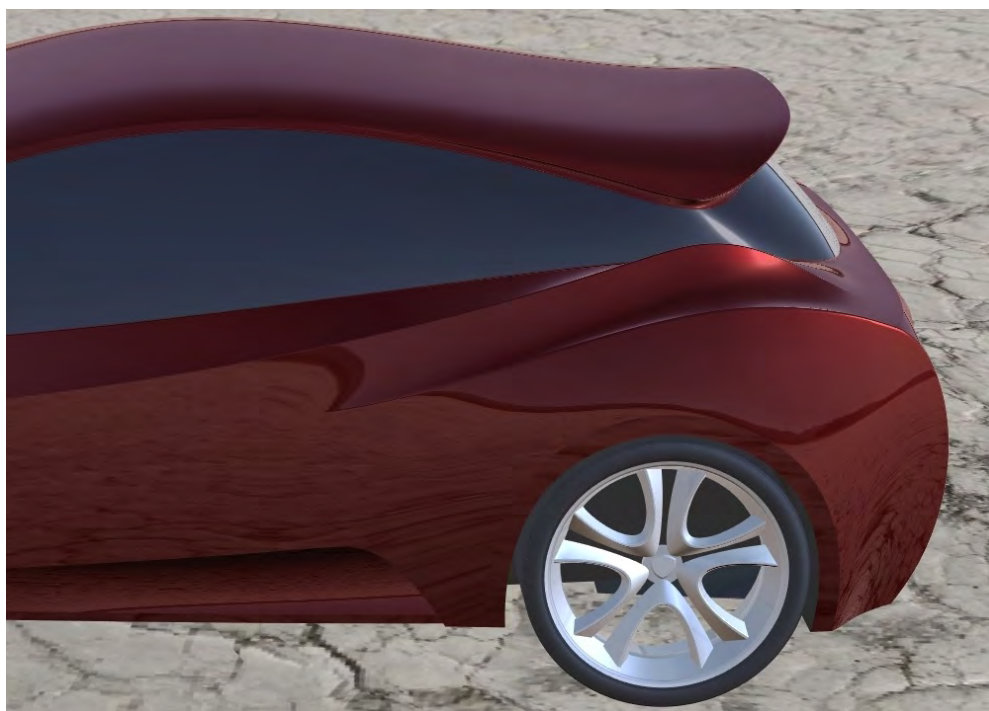


Рисунок 4.55– Первичная визуализация

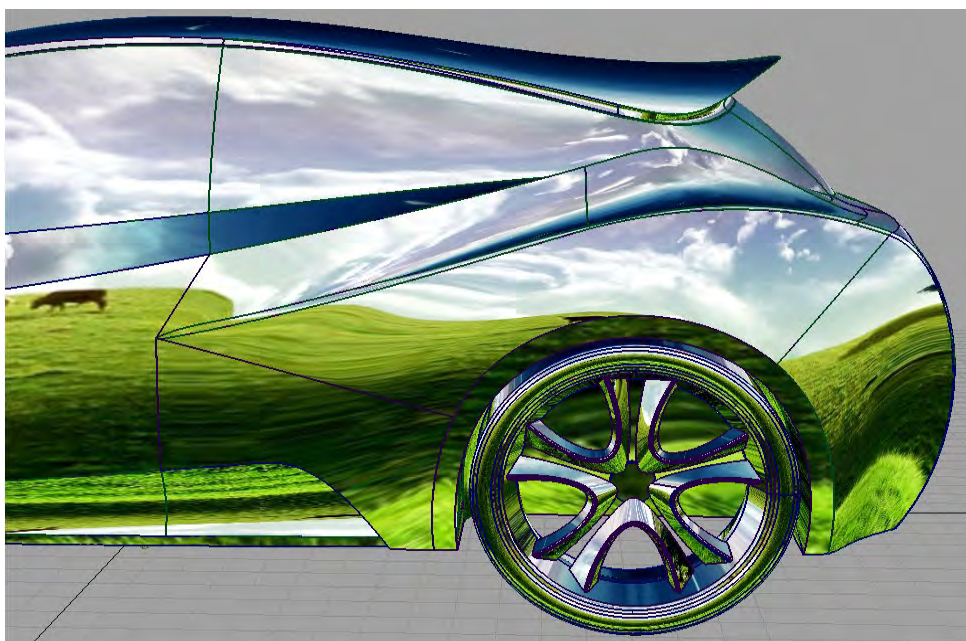


Рисунок 4.56– Первичная визуализация, анализ отражений

Построение необходимых разрезов – последний этап работы по построению модели. Сначала необходимо убедиться в том, что все линии разрезов на чертеже, на которые необходимо будет опираться, построены правильно и соответствуют общей гармонизационной схеме. После чего необходимо построить кривые поверх чертежа, проверив их качество на эпюрном анализе, копируем их и раздвигаем, друг от друга на необходимое расстояние, чтобы после проецирования и вырезания образовались тонкие щели разрезов кузовных панелей. При выборе толщины разреза следует помнить, что их толщина зависит от типа разреза, самый широкий «ходовой» (дверной разрез), самый узкий «не ходовой» (соединение крыла с бампером). Далее на обоих краях щели моделируем фаски с подкручиванием внутрь, их размер необходимо подобрать таким образом, чтобы в конце они слегка касались друг друга.



Рисунок 4.57– Разъем заднего крыла и бампера

Визуализация – необходимая процедура в общем процессе дизайн-проектирования. Она позволяет оценить качество поверхности, нюансную проработку деталей и общую визуальную композиционную и эмоциональную целостность конечного продукта. Визуализация позволяет провести анализ сомасштабности ТС к другим объектам среды обитания и по отношению к человеку. Проверить визуальные характеристики ТС при различных типах освещения и окружения. Визуализация позволяет провести анализ эмоциональных характеристик ТС при различном типе и степени глянцевого окраски. Все эти аспекты позволяют оценить конечный результат и провести работу над ошибками, так как, несмотря на соблюдение всех требований, результат дизайн-проектирования предсказать сложно. Однако важно провести качественную работу над ошибками и выявить закономерность и связь между тем, какие ошибки процесса дизайн-проектирования повлияли на определенные качественные характеристики конечного продукта дизайн-проектирования.



Рисунок 4.58 – Визуализация при студийном типе освещения



Рисунок 4.59 – Визуализация при типе освещения в закрытом пространстве



Рисунок 4.60 – Визуализация при типе освещения в открытом пространстве

4.4. Моделирование кузова малогабаритного транспортного средства с полиматериальной структурой

В настоящее время отсутствует методологическое обоснование формообразования внешней полимерной структуры МТС. Информация по проектированию полимерных панелей и их геометрию стыков (*shut line of a car*) имеет разрозненный характер. Отсутствуют методологические основы дизайн-проектирования внешней полимерной структуры кузова и ее геометрии стыков (*shut line of a car*) ТС с использованием электронного высококачественного поверхностного моделирования, позволяющего исключать ошибки на этапе дизайн-проектирования.

Данная глава работы направлена на получение методологических основ формообразования внешней полимерной структуры кузова МТС с учетом использования специализированного программного обеспечения для геометрического построения формы панелей и их стыков в кузове с расчетом на правильность решений. Данная методология должна отражать этапы дизайн-проектирования внешних полимерных панелей и их геометрии стыков в целом от художественной концепции до проектной документации. На каждом этапе должны быть учтены методологические особенности проектного моделирования и выбора конструктивно-технологических параметров внешней полимерной структуры кузова МТС, влияющие на процесс дизайн-проектирования и позволяющие улучшить качество формы кузова МТС.

Методы проектирования внешней полимерной структуры ТС
Систематизация видов и типов морфологических структур кузовов ТС с внешними панелями и оболочками, влияющими на дизайн-проектирование ТС. В настоящее время существуют разные виды и типы структур кузова современного ТС (таблицы 4.21, 4.22) [346; 390; 377].

Таблица 4.21

Единая структура полиматериального кузова	Функциональная структура
	Силовая структура
	Структура морфологии
	Технологическая структура
	Структура объема
	Эстетическая структура

Таблица 4.22

Функциональная структура кузова ТС			
Пассажирский		Грузовой	
Силовая структура кузова ТС			
Несущий		Полунесущий	Разгруженный
Структура морфологии кузова ТС			
<i>Каркасная</i> Компоновочная схема основана на силовом каркасе без внешней поверхностной оболочки	<i>Каркасно-панельная</i> (полукаркасная) Компоновочная схема основана на силовом каркасе и внешней панельной оболочке	<i>Панельная</i> (бескаркасная) Компоновочная схема основана на панельной оболочке, интегрированной в силовую структуру, специальной формы и сечений	<i>Оболочковая</i> (моноккок / полумоноккок) Компоновочная схема основана на силовой внешней тонкостенной оболочке со специальными сечениями. Усиливается каркасом (шпангоуты, стрингеры)
Структура объема кузова ТС			
<i>Однообъемный</i> 1) моторное пространство / салон / багажное пространство (единый объем кузова: минивэны, компактвэны, микровэны)	<i>Двухобъемный</i> 1) моторное пространство / 2) салон и багажное пространство (универсал, комби, фастбек, хэтчбек)	<i>Трёхобъемный</i> 1) Моторное пространство / 2) салон / 3) багажное пространство (лимузин, купе, седан, кабриолет, хардтоп)	
Технологическая структура кузова ТС			
<i>Узловой</i> Отдельные технологические узлы и сборочные единицы	<i>Секционный</i> Изготовленные секции – рамы, боковые и торцовые стены, крыши и пр.)	<i>Блочный</i> Блоки секций	
Эстетическая структура ТС			

Факторы формообразования внешней панельной оболочки кузова ТС. При проектировании ТС имеется целый ряд факторов формообразования внешней оболочки его кузова (рисунок 4.61). Любая внешняя оболочка автомобильного кузова состоит из ряда панелей, разделенных разъемами (*shut line of a car*), которые могут быть художественными и технологическими. Это может выражаться в геометрии стыка и в его конструкции.

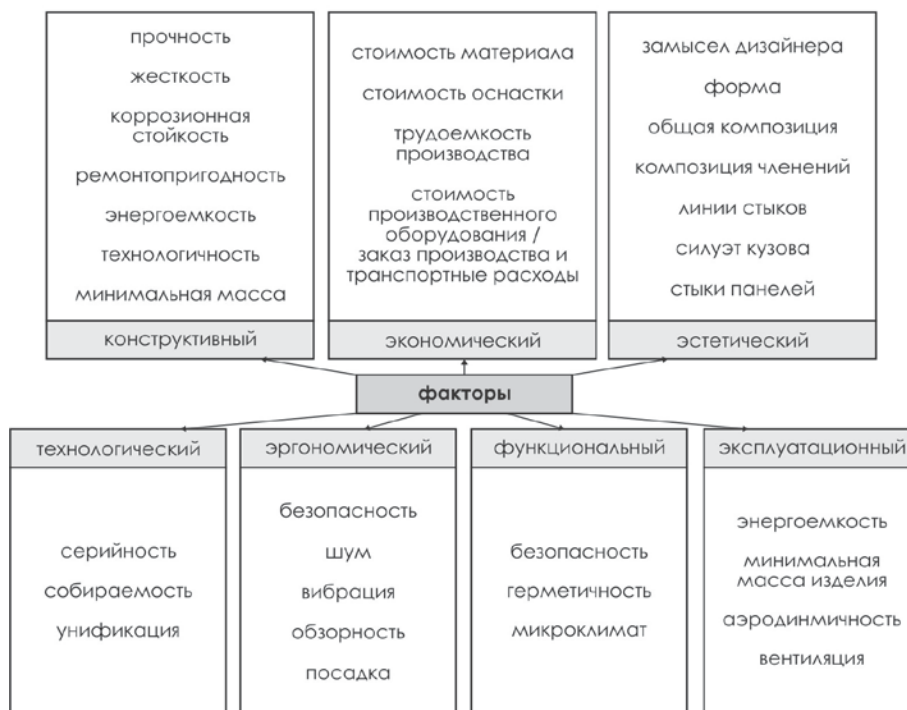


Рисунок 4.61 – Факторы формообразования внешней панельной оболочки

Внешняя структура МТС образована из отдельных панелей. Характерной особенностью такой структуры является разбивка стыками на отдельные элементы. Элементы могут как неподвижно крепиться на силовом каркасе, так и быть подвижными (откидывающиеся двери, люки и т. д.). Имеются фланцы у элементов панельной оболочки для крепления относительно друг друга на силовом каркасе, также и для расположения крепежных элементов и перекрытия конструктивных зазоров. Конфигурация фланца должна отвечать требованиям разъема панелей: подвижное или неподвижное соединение. Оболочковые элементы соединяются в единый замкнутый объем и закрывают конструктивные элементы. Имеются панели съемные и откидные для доступа к агрегатно-силовому пространству (рисунок 4.62).

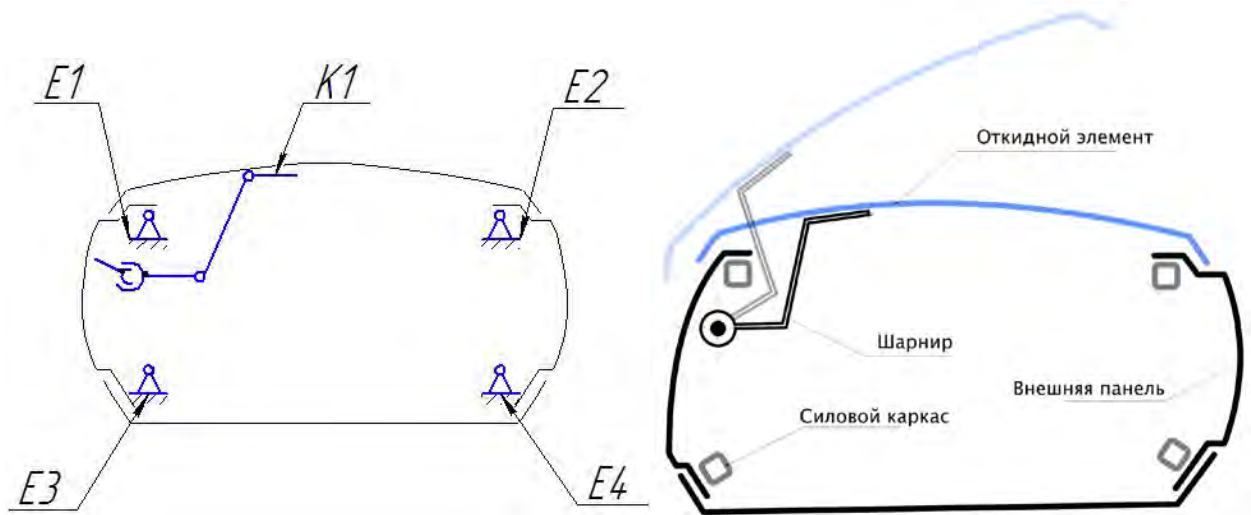


Рисунок 4.62 – Принципиальная схема каркасно-панельной структуры

Тенденции развития полимерных материалов и их использование в автомобилестроении. В настоящее время все большую актуальность приобретает применение полимерных материалов в конструкции ТС. Это происходит за счет ряда преимуществ данного вида материалов, отражающихся в возможностях технологий их обработки и различных вариациях полимерных конструкций. Применение полимерных материалов в структуре ТС снижает массу, улучшает эксплуатационные показатели (долговечность, коррозионную стойкость и др.) и повышает комфортабельность. В перспективе будет увеличиваться применение пластмасс в ТС от 45 кг до 80-110 кг. При разработке новых базовых моделей ТС происходит внедрение пластмасс в их структуру, но также происходит и проектирование новых ТС, которые имеют внешнюю полимерную структуру и другие детали. Крупногабаритные наружные детали кузова из композиционных полимерных материалов в структуре ТС являются основным направлением применения пластмасс. В настоящее время высокопрочные композиционные материалы с полимерной матрицей, стеклянными, углеродными и другими волокнами используются в нагруженных силовых деталях [376].

Основные факторы внедрения пластмасс в структуру ТС: 1) снижение веса автомобиля, позволяющее снижение расхода топлива; 2) повышение вариативности форм, конструктивных и концептуальных решений; 3)

сокращение энерго- и трудозатрат в процессе производства, позволяющее снизить стоимость ТС; 4) повышение эксплуатационных показателей ТС [376].

Можно выявить несколько тенденций внедрения полимерных материалов в структуру автомобиля: 1) переход деталей из стали / легких сплавов к полимерам; 2) распространение применения полимеров в крупногабаритных деталях; 3) применение полимерных сэндвич панелей; 4) стилевое формообразование ТС на основе технологических возможностей полимерных материалов.

Анализ технологий и материалов производства полимерных внешних панелей кузова. ТС с кузовами из полимеров имеют другую структуру, отличную от структуры кузова из стали. Основные нагрузки берет на себя стальная рама, которая распространяется не только в области расположения и крепления движущих агрегатов ТС, но также рама является каркасом панельной оболочки кузова. Такой тип кузова относится к разгруженным кузовам. Рама в нем придает жесткость всей оболочковой структуре кузова, несет все нагрузки, тогда как кузов воспринимает только вес пассажиров и перевозимого груза.

Технологии и материалы изготовления полимерных панелей кузова. Существуют несколько видов производственных технологий для изготовления полимерных панелей внешней структуры МТС, которые выбираются в зависимости от нескольких факторов. Такими факторами являются серийность производства, геометрия форм и возможность изготовить их тем или иным способом, выбор материалов и экономическая составляющая.

Внешняя полимерная структура МТС, как и внешняя структура других автомобилей, несет в себе эстетическую функцию, и поэтому необходимым условием при проектировании является создание визуально-выразительной эстетичной оболочки, что обеспечивается дизайнерским решением организации элементов креплений.

Требования к материалам для изготовления автомобильных кузовов: высокая прочность; энергоемкость (способность поглощать энергию удара при

столкновении); технологичность (возможность изготавливать детали сложной формы с минимальным количеством операций); минимальная масса кузова (чем ниже масса, тем меньше расход горючего и количество вредных выбросов); коррозионная стойкость; ремонтпригодность.

Панели, изготовленные из пластика, имеют ряд преимуществ по сравнению со стальными аналогами (таблица 4.23).

Таблица 4.23 – Сравнительный анализ характеристик полимерных материалов и стальных аналогов [376, 412]

Факторы	Полимерная структура	
	Достоинства	Недостатки
Конструктивно-технологический	<ul style="list-style-type: none"> - Малый вес. Снижение массы автомобиля на 25-40%; - Снижение трудоемкости производства в – 1,5-2 раза; - Снижение энергоемкости переработки материала в изделие на – 15-20%; - В 2-3 раза повышается надежность и долговечность автомобиля; - Хорошие технологические свойства. Отходов при изготовлении пластмассовых деталей примерно в 5 раз меньше; - Механические свойства широкого диапазона. В зависимости от природы выбранных полимеров и наполнителей пластики могут быть твёрдыми и прочными или же гибкими и упругими; - Высокие адгезионные свойства 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая стоимость материалов и производственных процессов
Эстетический	<ul style="list-style-type: none"> - Более свободная пластика форм за счет физических свойств материала, большая вариативность и сложность геометрии 	<ul style="list-style-type: none"> - Не эстетичность внутренней поверхности детали (композиты); - Трудоемкость и дороговизна окраски полимеров

Эксплуатационный	<ul style="list-style-type: none"> - Большая ремонтпригодность; - Высокая коррозионная стойкость. Пластмассы не подвержены электрохимической коррозии, на них не действуют слабые кислоты и щёлочи; - Высокие диэлектрические свойства; - Антифрикционные свойства. Пластики могут служить полноценными заменителями антифрикционных сплавов; - Высокие теплоизоляционные свойства. Все пластики, как правило, плохо проводят теплоту; - Эффективное шумопоглощение; - Высокая удельная прочность 	<ul style="list-style-type: none"> - Токсичность при эксплуатации
Безопасность (активная и пассивная)	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая энергоёмкость и гашение удара при аварийной ситуации 	<ul style="list-style-type: none"> - Токсичность при эксплуатации; - Токсичность горения при аварийной ситуации
Экологический	<ul style="list-style-type: none"> - Возможность переплавки и последующего вторичного использования (термопласты) 	<ul style="list-style-type: none"> - Затрудненная утилизация отходов производства и отработанных деталей; - Токсичность производства, эксплуатации и утилизации
Экономический	<ul style="list-style-type: none"> - Затраты на создание мощностей по производству пластмасс значительно меньше, чем на производство металла, сроки освоения значительно короче; - Ресурсы сырья для изготовления большинства пластмасс считаются практически неограниченными; - Применение пластмасс позволяет экономить цветные металлы; - Экономические преимущества, благодаря возможности объединения нескольких элементов в одной детали; - Рентабельность производства малыми партиями 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая стоимость полимерных материалов; - Затрудненность повторной переработки (термореактивные полимеры); - Затрудненность утилизации отходов производства и отработанных деталей

Для производства полимерных изделий существуют несколько технологий (таблицы 4.24-4.26). От выбора технологии зависит выбор материала, а также качество поверхности и структуры полученной детали. Выбор производственной технологии в условиях современного рынка напрямую зависит от бюджета проекта. В большинстве случаев проектирующая компания не имеет своего собственного производственного оборудования и

поэтому сотрудничает с компаниями, специализирующимися на производстве полимерных изделий. Выбор такой компании обусловлен технологическими возможностями потенциальных производителей и экономическими возможностями заказчиков.

Таблица 4.24 – Методы изготовления полимерных панелей кузова

[356; 375; 390; 391; 392; 397; 515]

№	Метод	Описание	Материалы
1.	Контактное формование	<p>Применяется для изготовления крупногабаритных малонагруженных деталей сложной конфигурации. Технология подразумевает формование детали из армирующего.</p> <p>Различают метод ручной укладки (последовательная укладка армирующего материала в форму с последующей пропиткой смолой) и метод формования напылением (волоконистая арматура в виде бесконечного ровинга рубится на короткие отрезки — штапельки — и доставляется в форму одновременно со смесью соответствующей смолы и катализатора)</p> <p>Особенности технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при наличии прямых внутренних углов армирующий компонент стекловолоконистого композиционного материала (СВКМ) не будет прилегать к поверхности формы, прямые наружные углы арматура не сможет охватить плотно. – при изменении толщины изделия следует прибавить или убавить число слоев материала; – для предотвращения высоконапряженных зон необходимо избегать резких переходов толщины, изменять ее постепенно, укладывая слои ступенчато. 	Композитные полимерные материалы: стеклопластик, углепластик
2.	Вакуумное формование	<p>Производство изделий из термопластичных материалов в горячем виде методом воздействия вакуума или низкого давления воздуха. Применяется в основном при серийном производстве объемных изделий из пластика, однако в ряде случаев может применяться и при единичных тиражах. В зависимости от характера</p>	Листовые термопласты: АБС (акрилонитрилбутадиенстирол), ПП (полипропилен), ПС (полистирол ударопрочный), ПЭТ-Г (Полиэтилен терефталат-гликоль), Полистирол

		<p>взаимодействия формуемого материала с формой различают свободное негативное и позитивное формование листовых заготовок. Свободное формование осуществляется без соприкосновения формуемого материала заготовки с оформляющим инструментом. Его применение ограничено изготовлением из прозрачных акрилатов крупногабаритных изделий овальной формы для обтекателей и световых фонарей с улучшенными оптическими характеристиками.</p>	<p>светотехнический, ПНД (полиэтилен низкого давления), АБС+ПВХ (акрилнитрилбутадиенстирол+ поливинилхлорид), АБС+ПК (акрилнитрилбутадиенстирол+ поликарбонат), АБС/ПММА — соэкструзия (акрилнитрилбутадиенстирол/ полиметилметакрилат), АБС/ТПЭ — соэкструзия (акрилнитрилбутадиенстирол/ термопластичный эластомер), ПП/ТПЭ — соэкструзия (полипропилен/термопластичный эластомер)</p>
3.	Литье под давлением	<p>Технологический процесс переработки пластмасс путем впрыска их расплава под давлением в пресс-форму с последующим охлаждением</p> <p>Литье под давлением с предварительным сжатием расплава, литье под давлением с наложением механических колебаний, инжекционное прессование, интрузия, мультикомпонентное литье под давлением, литье пластмасс с газом [515].</p>	<p>Гранулированные термопласты: АБС-пластик (акрилнитрилбутадиенстирол), ПЭТ (полиэтилен), ПА (полиамид), ПС (полистирол), новомид, ПЭТФ (полиэтилентерефталат), полиуретан</p>
4.	RIM-литье (Reaction-Injection Molding)	<p>Реакционно-литьевое формование. Изготовление деталей методом инъекции в закрытые формы. В качестве исходного полуфабриката, загружаемого в специализированное оборудование реакционная смесь, полученная после смешения в заданном соотношении нескольких жидких низкомолекулярных компонентов. Используется для среднесерийного выпуска деталей.</p> <p>Основным отличием RIM-технологии от известного метода изготовления изделий из термопластов литьем под давлением является то, что в качестве исходного полуфабриката, загружаемого в специализированное оборудование используется не полимерный гранулят, а реакционная смесь, полученная после смешения в заданном соотношении нескольких жидких низкомолекулярных компонентов.</p> <p>При этом даже толстостенные изделия</p>	<p>Терморезактивные полимеры: ПА (полиамид), полиуретан, полиДЦПД (полидициклопентодиен), стеклопластик</p>

		получают практически с минимальным уровнем остаточных напряжений. Таким способом можно без труда изготавливать полиамидные изделия сложных форм с толщиной стенки до 40-50 мм и габаритами до 1500x2000 мм и более, что является важным преимуществом данной технологии.	
5.	RTM-технология (Resin Transfer Molding)	Изготовление деталей из композитных материалов методом инъекции полиэфирных смол холодного отверждения в закрытые формы под давлением. В этом процессе связующие впрыскиваются в закрытую форму (матрица+пуансон), уже содержащую сухой армирующий материал.	Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик
6.	LRTM (Light Resin Transfer Molding)	Изготовление деталей из композитных материалов методом инъекции полиэфирных смол холодного отверждения в закрытые формы под давлением. В этом процессе связующие впрыскиваются в закрытую форму (матрица+пуансон), уже содержащую сухой армирующий материал. Прижим матрицы и пуансона осуществляется с помощью вакуума, а пуансон представляет собой легкий позитивный оттиск матрица.	Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик
7.	Вакуумная инфузия	Технология изготовления композитного материала, которая использует силу вакуумного давления для ввода смолы в ламинат. Технология используется для изготовления деталей из стеклопластика и углепластика. Размеры детали могут быть от небольших, с площадью поверхности менее 1 кв.м. до крупных деталей, например корпусов яхт. Технология рекомендуется к использованию при изготовлении единичных деталей или малых тиражей.	Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик

Таблица 4.25 – Анализ достоинств и недостатков технологий изготовления полимерных панелей кузова ТС [356, 375, 391, 392, 397, 515]

<i>Вид технологии</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
1. Контактное формование полимеров	- возможность получения крупногабаритных деталей сложной конфигурации; - возможность формования мелких нюансов форм (острые	- трудоемкий и непроизводительный процесс, применяемый при мелкосерийном и опытном производстве; - только 1 видовая сторона;

	<p>углы); - сравнительно невысокие затраты на изготовление.</p>	<p>– большое количество смолы в изделии, что приводит к его хрупкости; – сложность достижения идеальных пропорций матричного и армирующего вещества; – неравномерность толщины ламината и воздушные полости внутри материала; – значительный разброс показателей физико-механических свойств изделий; – зависимость качества изделий от квалификации формовщиков; – тяжелые условия труда.</p>
2. Вакуумное формование полимеров	<p>– технологическая оснастка намного проще и дешевле, чем литьевые формы; – малые удельные давления, позволяющие изготавливать формы из легко обрабатываемых материалов.</p>	<p>– значительная разнотолщинность изделий, обусловленная различной степенью вытяжки; – невозможность получения изделий сложной конфигурации; – невозможность изготовить мелкие детали и формы, а так же остроконечные формы; – необходимость дополнительной механической обработки изделий; – невозможность переработки листов толщиной более 6 мм; – большое количество отходов (до 50%) при изготовлении изделий с большой глубиной вытяжки. – сложность в изготовлении глубоких деталей: толщина детали уменьшается по направлению к самой глубокой точке детали. Чем глубже деталь, тем меньше вероятность удачного формования, возможны разрывы детали при недостаточной толщине исходного листа; – детали, выполненные методом вакуумформования, имеют неровный край, требующий механической обработки (подрезки).</p>
3. Литье под давлением	<p>- возможность выпуска крупных серий изделий; - возможность повторной переплавки отходов производства – практически безотходное производство; - гладкая видовая поверхность с обеих сторон изделия;</p>	<p>– высокая стоимость производственного оборудования; – высокая стоимость изготовления матрицы; – нерентабельность малосерийного производства; – возможность дефектов заполнения формы расплавом</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - возможность передачи мелких нюансов формы изделия - изготавливать детали любой массы: от долей грамма и до нескольких килограммов - подходит для изготовления крупногабаритных изделий (приборные панели автомобилей, бамперы и многое другое). 	
4. <i>RIM</i> -технология (<i>reaction-injection molding</i> – реакционно-литьевое формование)	<ul style="list-style-type: none"> - высокопроизводительный метод получения полимерных изделий; - возможность изготовления малых и средних серий отливок; - возможность производить изделия сложных форм из пластика больших габаритов, а также толстостенных и разностенных отливок; - точность передачи нюансов формы изделия; - сравнительно невысокая стоимость производства 	<ul style="list-style-type: none"> – невозможность производства крупными сериями; – зависимость качества изделия от квалификации рабочего
5. <i>RTM</i> -формование (<i>Resin Transfer Moulding</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - изделие имеет глянцевую поверхность с двух сторон; - одинаковая толщина всей поверхности изделия. 	<ul style="list-style-type: none"> – высокая стоимость материалов; – высокая стоимость производственного и вспомогательного оборудования.
6. <i>LRTM</i> -формование (<i>Light Resin Transfer Moulding</i>)	<ul style="list-style-type: none"> – обе стороны изделия имеют гладкую поверхность с предварительно заданным рельефом; – минимизированы отходы материалов; – точные размеры и отличное воспроизводство изделий; – повышенное содержание стеклянного наполнителя при изготовлении стеклопластика (до 65% от объема изделия); – отсутствие воздушных включений в изделии из стеклопластика; – сокращение времени изготовления изделия из стеклопластика в 5-20 раз; – увеличение скорости обрачиваемости оснастки; – уменьшение количества рабочих, снижение требований к квалификации при изготовлении стеклопластика; – резкое снижение выделений вредных веществ в атмосферу, 	<ul style="list-style-type: none"> – высокая стоимость материалов; – высокая стоимость производственного и вспомогательного оборудования.

	улучшение рабочей обстановки, снижение затрат на вентиляцию при изготовлении стеклопластика; – возможность введения наполнителей других типов (снижение себестоимости изделия из стеклопластика, усиление огнестойких свойств, снижение степени усадки полиэфирной смолы при отверждении).	
7. Вакуумная инфузия	<ul style="list-style-type: none"> - лучшее соотношение смолы и волокон (повышенная прочность, экономия смол); - меньший расход смолы; - удобная и простая работа со смолой; - неограниченное время подготовки и укладки армирующих тканей; - чистота производства; - возможность предсказывать и точно вычислять какое количество смолы будет использовано; - снижение содержание воздуха в ламинате (повышенная прочность); - уменьшение эмиссии вредных веществ; - конструкции типа «сэндвич» могут изготавливаться в один прием. - инструменты и часть материала возможно использовать многократно; - возможность изготовить изделие высшего качества, в частности изделия из карбона; - изготовление малогабаритных (менее 1 м²) и крупногабаритных (панели и корпуса ТС) деталей; - рекомендуется к использованию при изготовлении единичных деталей или малых тиражей 	<ul style="list-style-type: none"> – большое количество необходимой оснастки; – дороговизна оборудования и материалов.

Таблица 4.26 – Анализ достоинств и недостатков полимерных материалов [398]

<i>Вид полимера</i>	<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
АБС-пластик	<ul style="list-style-type: none"> - применяется для изготовления крупных деталей автомобилей (приборных щитков, элементов ручного управления, радиаторной решётки). - свойства АБС-пластика можно 	<ul style="list-style-type: none"> - необходимо дорогостоящее производственное оборудование; - сложный ремонт при повреждениях, иногда единственный выход – замена

	<p>изменять в широких пределах посредством модификации исходного материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> - окрашивается в различные цвета; - повышенная ударопрочность и эластичность; - долговечность, износостойкость; - стойкость к щелочам и моющим средствам; - влагостойкость; - маслостойкость; - кислотостойкость; - теплостойкость 103 °С (до 113 °С у модифицированных марок); - широкий диапазон эксплуатационных температур (от -40 °С до +90 °С); - меньше затраты энергии при переработке 	<p>детали целиком</p>
<p>Стеклопластик</p> <p>в серийных автомобилях используется редко, хотя отдельные элементы из него и даже наружные панели изготавливались и продолжают изготавливаться.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Высокие прочностные характеристики (близкие по прочности к стали); - Минимальный вес при высокой прочности кузова; - Большие размеры кузовных деталей; - Относительно простое изготовление деталей сложной формы; - Высокая коррозионная стойкость; - Диэлектрические свойства. 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая цена некоторых наполнителей; - Длительное время изготовления деталей; - Высокие требования к чистоте и точности форм; - Возможность возникновения воздушных пустот между армирующими слоями; - Сложный ремонт при повреждениях, иногда единственный выход – замена детали целиком.
<p>Углепластик</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Минимальный вес при высокой прочности кузова; - Большие размеры кузовных деталей; - Относительно простое изготовление деталей сложной формы; - Превосходные декоративные качества поверхности деталей, позволяющие отказаться от покраски. 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая цена некоторых наполнителей; - Длительное время изготовления деталей; - Высокие требования к чистоте и точности форм; - Возможность возникновения воздушных пустот между армирующими слоями; - Сложный ремонт при повреждениях, иногда единственный выход – замена детали целиком.

В результате анализа технологий выявлены основные показатели, которые необходимо учитывать в процессе дизайн-проектирования внешней полимерной структуры (панелей) кузова МТС.

В таблице 4.28 проведен сравнительный анализ технологий изготовления полимерных панелей кузова ТС (таблица 4.27) по следующим показателям: 1) минимальная толщина; 2) максимальная толщина; 3) минимальный радиус закругления внутренних углов; 4) минимальные габаритные размеры; 4) максимальные габаритные размеры; 5) качество поверхностей.

В таблице 4.29 проведен сравнительный анализ технологий изготовления полимерных панелей кузова ТС по следующим показателям: 1) штучность и малосерийность изготовления; 2) средне- и крупносерийность изготовления; 3) крупногабаритность панелей; 4) малогабаритность панелей; 4) высокое качество поверхностей панелей; 5) качество одной поверхности панели; 6) качество двух поверхностей панели; 7) высокая стоимость изготовления; 8) низкая стоимость изготовления; 9) возможность сложной геометрии панели; 10) технологичность изготовления.

Таблица 4.27 – Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС

№	Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС
1.	Контактное формование
2.	Вакуумное формование
3.	Литье под давлением
4.	<i>RIM-литье (Reaction-Injection Molding)</i>
5.	<i>RTM-технология (Resin Transfer Molding)</i>
6.	<i>LRTM (Light Resin Transfer Molding)</i>
7.	Вакуумная инфузия

Таблица 4.28 [566; 568; 588; 589; 592-594]

Показатель	Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС						
	1	2	3	4	5	6	7
Минимальная толщина, мм	0,8 / 1,5	0,05	0,05	не меньше чем 0,635 / но можно произвести и 0,15	0,15	0,15	0,5-1,5

Максимальная толщина, мм	6 с учетом отверждения	15 / 60 для вспененных материалов	2-3	4	2-3	2-3	2-3,5
Минимальный радиус закругления внутренних углов, мм	4,8-6,4	0,5	0,5	0,32 – 0,635	0,635	0,8	2
Минимальные габаритные размеры, м ²			менее 1	менее 1	менее 1	менее 1	менее 1
Максимальные габаритные размеры, мм	очень крупные	2000х3000	500х500	1200х1200	очень крупные	1500х2000	очень крупные
Качество поверхностей	+/-	+/-	+	+	+	+	+

* при формовании ручной укладкой слоев – 0,8 мм, при напылении – 1,5 мм.

Таблица 4.29

Показатель	Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС						
	1	2	3	4	5	6	7
Штучность и малосерийность изготовления	+	+/-	-	+	-	-/+	+
Средне- и крупносерийность изготовления	-	+	+	+/-	+	+	+/-
Крупногабаритность панелей	+	+	+	-/+	-/+	-/+	+
Малобагабитность панелей	-	-/+	+	+	+	+	+
Высокое качество поверхностей панели	+/-	+/-	+	+	+	+	+
Качество одной поверхности панели	+	+/-	+	+	+	+	+
Качество двух поверхностей панели	-	+/-	+	+	+	+	+
Высокая стоимость изготовления	-	-	+	-	+	+	+
Низкая стоимость изготовления	+	+	-	+	-	-	-
Возможность сложной геометрии изделия	+	-	+	+	+	+	+
Технологичность изготовления	+/-	+/-	+	+	+	+	+

* (+) – возможно; (+/-) – возможно в ряде случаев; (-/+) – невозможно, но при определенных условиях допустимо; (-) – невозможно.

Внешнюю полимерную структуру МТС изготавливают из нескольких составных частей для получения функциональных открываемых элементов кузова. Разбивка на составные части кузова обеспечивается технологическим, конструктивным, эстетическим и экономическим факторами. По видам и особенностям функционального назначения, нагрузок, степени ответственности отдельных элементов кузова выбирается их метод соединения в единую морфологическую структуру.

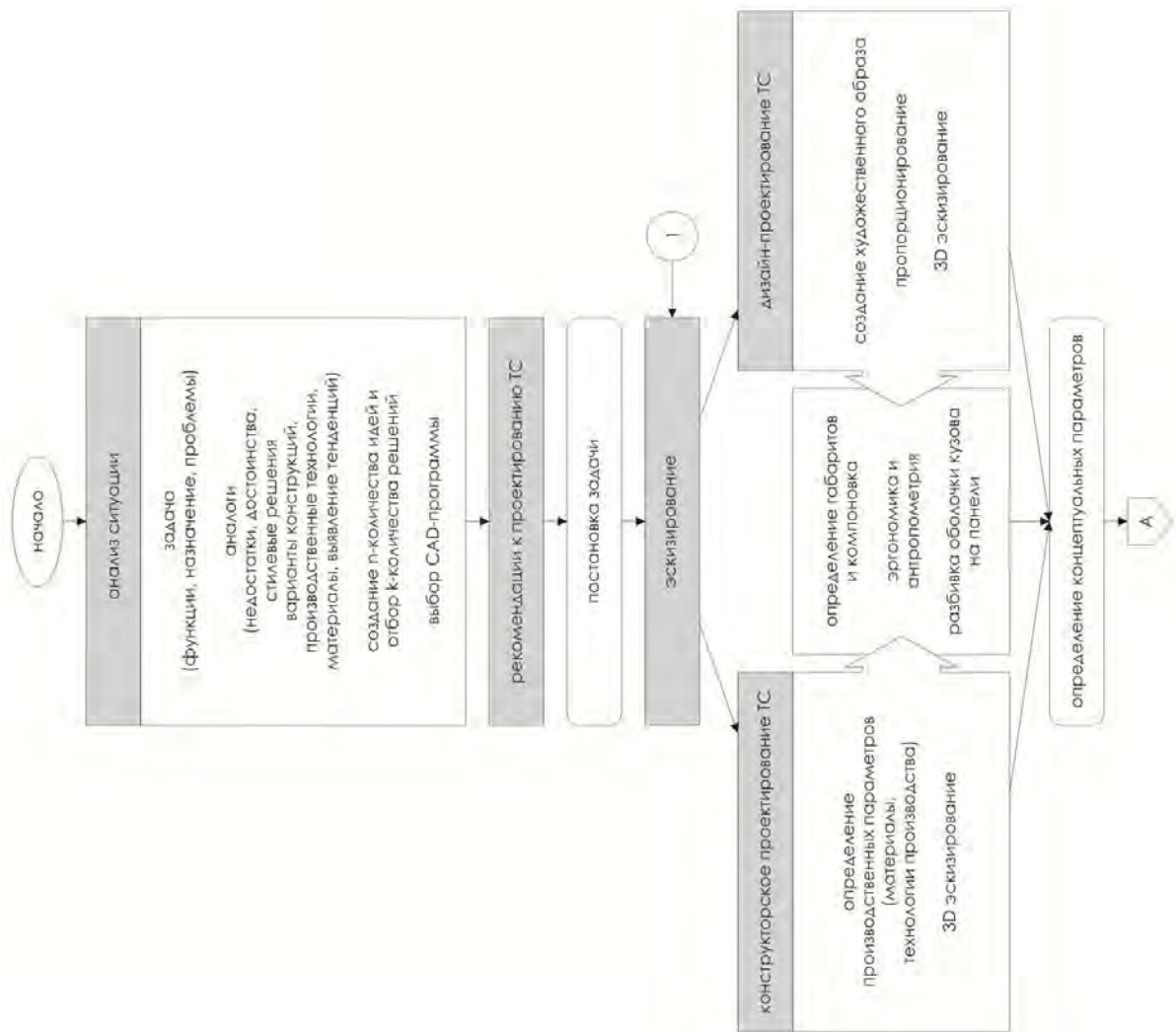
Разработка методологических основ дизайн-проектирования внешних полимерных панелей кузова ТС. Алгоритм дизайн-проектирования панелей внешней полимерной оболочки МТС. Полимерные панели кузова являются неотъемлемой частью конструкции ТС и процесс их создания вытекает из общего алгоритма дизайн-проектирования. Создание внешней полимерной структуры кузова ТС является узкой направленностью, имеет свои ограничения и специфику. Поэтому закономерности ее формообразования отражают только часть общей методики дизайн-проектирования, а также рассматривают данный этап более детально. Алгоритм моделирования полимерной панели более детально раскрывает большинство этапов общей методики дизайн-проектирования ТС, в нем учитывается специфика технологий, материалов и конструкций, подразумевающих понятие о внешней полимерной структуре кузова (рисунок 4.63). При разработке алгоритма проектного моделирования полимерных панелей МТС этап макетирования в материале не является обязательным, т. к. эта технология объемного моделирования в данной области является невыгодной, она несет большие временные и материальные затраты, а полезность ее может быть получена при помощи новых технологий электронного моделирования.

Проектирование внешней полимерной структуры МТС предусматривает узкую направленность работы. Выявлены следующие факторы, влияющие на процесс проектирования (таблица 4.30).

Таблица 4.30 – Факторы, влияющие на процесс проектирования полимерных панелей внешней структуры МТС

1) эстетический	<ul style="list-style-type: none"> - замысел дизайнера - форма внешней структуры - общая композиция (моделирование образного решения оболочки кузова) - композиция членений (разбивка проектируемого изделия на панели и сегменты) - композиционное пропорционирование панелей в общей оболочке и форме - линии стыков (анализ визуального восприятия свето-теневых нюансов стыков панелей) - силуэт кузова - геометрия стыков панелей
2) эргономический	<ul style="list-style-type: none"> - безопасность - шум - вибрация - обзорность - посадка
3) конструктивно-технологический	<ul style="list-style-type: none"> - выбор технологии производства (особенности технологии и производственного оборудования, ограничения и возможности) - выбор материала для изготовления панели (прочность, коррозионная и износостойкость, экологичность – производство, утилизация, использование) - разбивка кузова на панели и сегменты - выбор видов стыковки панелей в изделии, методы крепления панелей (склейка, клепка и др.) - прочность панели (геометрия изгибов, ребра жесткости, подштамповки и прочие конструктивные элементы) - унификация - серийность изготовления (серийное, малосерийное и единичное изготовление)
4) эксплуатационный	<ul style="list-style-type: none"> - энергоемкость - минимальная масса изделия - аэродинамичность - вентиляция
5) функциональный	<ul style="list-style-type: none"> - безопасность - герметичность - микроклимат
6) экономический	<ul style="list-style-type: none"> - стоимость материалов - стоимость оснастки - трудоемкость производства - стоимость производственного оборудования/ заказ производства и транспортные расходы

Первым этапом работы по проектированию панелей кузова является постановка задач (аналитический этап): тип проектируемого МТС; назначение и функциональные возможности; целевая группа потребителей; художественные требования; доступные материалы и производственные технологии изготовления; основные параметры и характеристики к проектируемому МТС. Формообразование поверхностной структуры МТС начинается с разработки n -количества и утверждается k -число художественного решения внешней структуры по требованиям композиции [465] (организованность, информативность, выразительность, оригинальность, образность, соответствие стилю и моде, упорядоченность, тектоничность, пластичность).



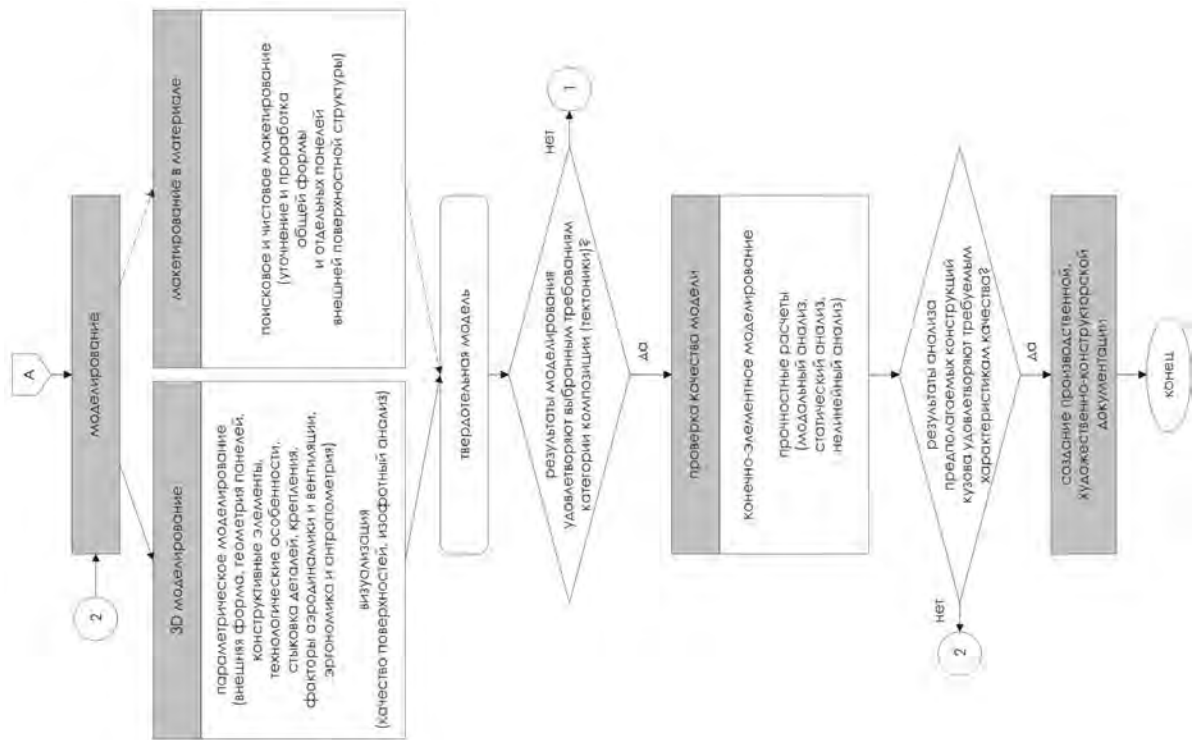


Рисунок 4.63 – Алгоритм дизайн-проектирования полимерной структуры кузова МТС

На втором этапе проектирования формируется дизайн-концепция. По рукотворным эскизам моделируются электронные двухмерные модели поверхностной структуры МТС. По проекциям поверхностной структуры генерируется ее электронная на данном этапе поисковая трехмерная модель. Средствами дизайн-проектирования формируется внешняя оболочка МТС, производится композиционная гармонизация формы и выбор качества поверхностей. Определение основных пропорций геометрических параметров поверхностной структуры производится при композиционном формообразовании.

Выбор уровня качества поверхностей структуры (рисунок 4.64) основывается на назначении и топологии структуры – видовой крупногабаритная поверхность, поверхность со сложной геометрией, малогабаритная поверхность, поверхность разъема. Общая поверхностная структура МТС моделируется изначально как единая оболочка, которая впоследствии делится на поверхности панелей.

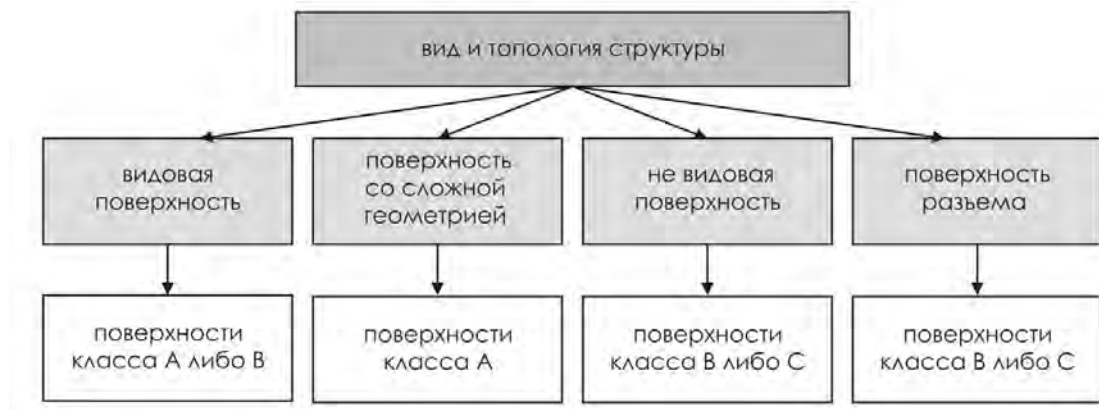


Рисунок 4.64 – Блок-схема выбора качества поверхности полимерной панели

В зависимости от влияния факторов моделирования выбирается класс моделирования поверхностей («А», «В», «С»). Видовые крупногабаритные поверхности и поверхности со сложной геометрией моделируются в классе «А» для получения визуально плавных поверхностей с цельным бликом, без преломлений и дефектов. Поверхности малых деталей и разъемов моделируются в классе «В» как менее видимые и вследствие этого менее значимые в общей композиции поверхностной структуры МТС. Для выбора класса поверхностей при моделировании внешней структуры МТС необходимо определить цель и задачи моделирования (назначение ЭГМ).

Поверхности класса «А» используются для реализации глянцевых и гладких материалов; оболочковой, криволинейной и вогнуто-выпуклой объемно-пространственной структуры объекта и его частей. Высококачественная электронная трехмерная поверхностная модель (модель, выполненная в поверхностях класса «А») структуры МТС и ее качественная визуализация будет влиять на восприятие художественного образа МТС. Использование изложенных рекомендаций по электронному моделированию поверхностей класса «А» позволяет: научно обоснованно выбирать качество модели внешней поверхностной структуры МТС; моделировать, избегая типовых ошибок в моделировании, внешней структуры МТС; создавать единую модель структуры для разных целей (визуализация, медиа, прототипирование, серийное производство, оценка численными средствами).

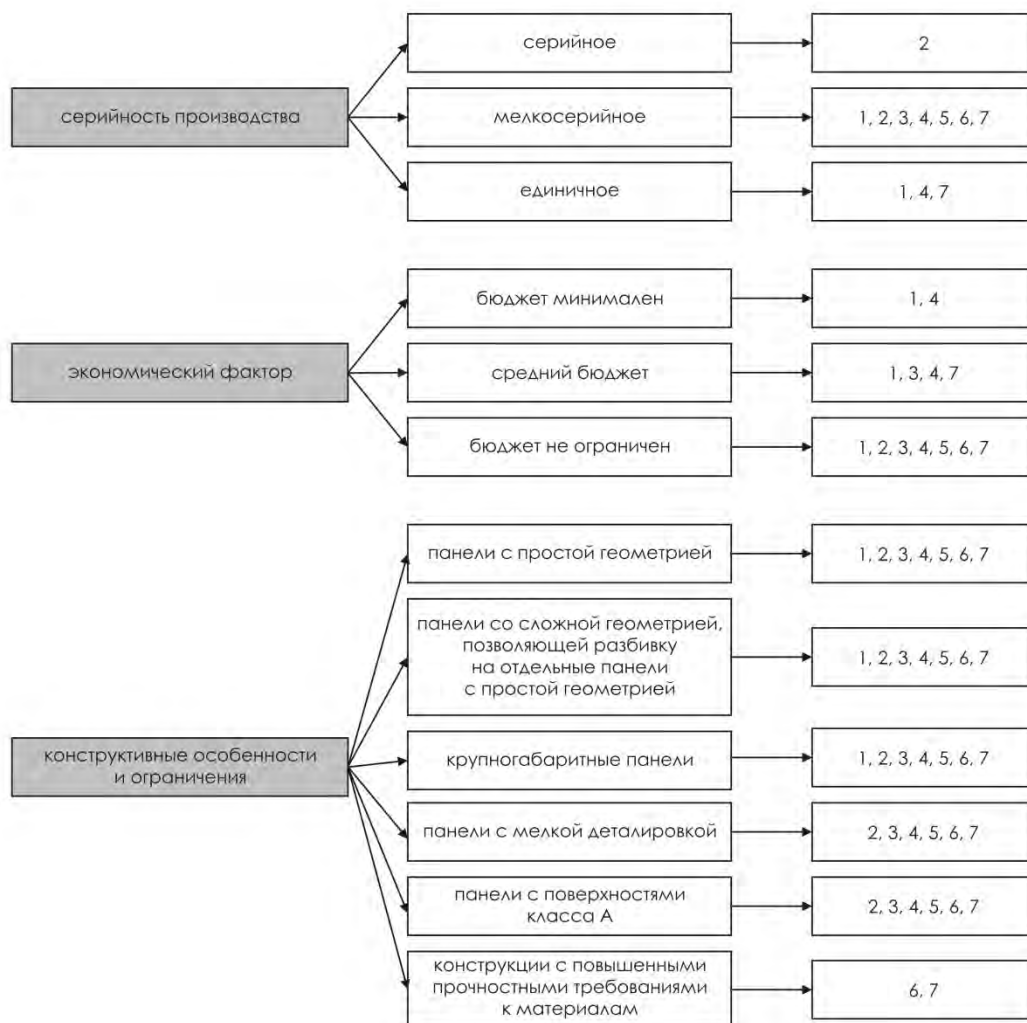
Параллельно идет морфологическое проектирование: полимерные панели могут быть изготовлены при помощи различных производственных технологий, удовлетворяющих требованиям реализации художественной формы (рисунок 4.65). Каждая технология производства несет в себе характерные особенности, которые необходимо учитывать при проектировании изделия. Материалы и технологии подразумевают определенные эстетические качества продукта, такие как качество поверхности, фактура, текстура, способы придания цвета детали.

Например, при методе вакуумформования невозможно добиться идеально гладкой поверхности детали, невозможно воспроизвести поверхности класса «А», для производства таких деталей применяют метод точного литья в форму, т. к. именно этот метод способен передать практически все нюансы формы. Существующими методами производства из полимеров возможно изготовить детали практически любой сложности, конфигурации, качества поверхностей, различных степеней прочности. Но на все эти возможности оказывает ограничивающее влияние экономический фактор.

Таблица 4.31 – Принципы выбора производственных технологий и материалов на этапе формообразования полимерной структуры кузова МТС

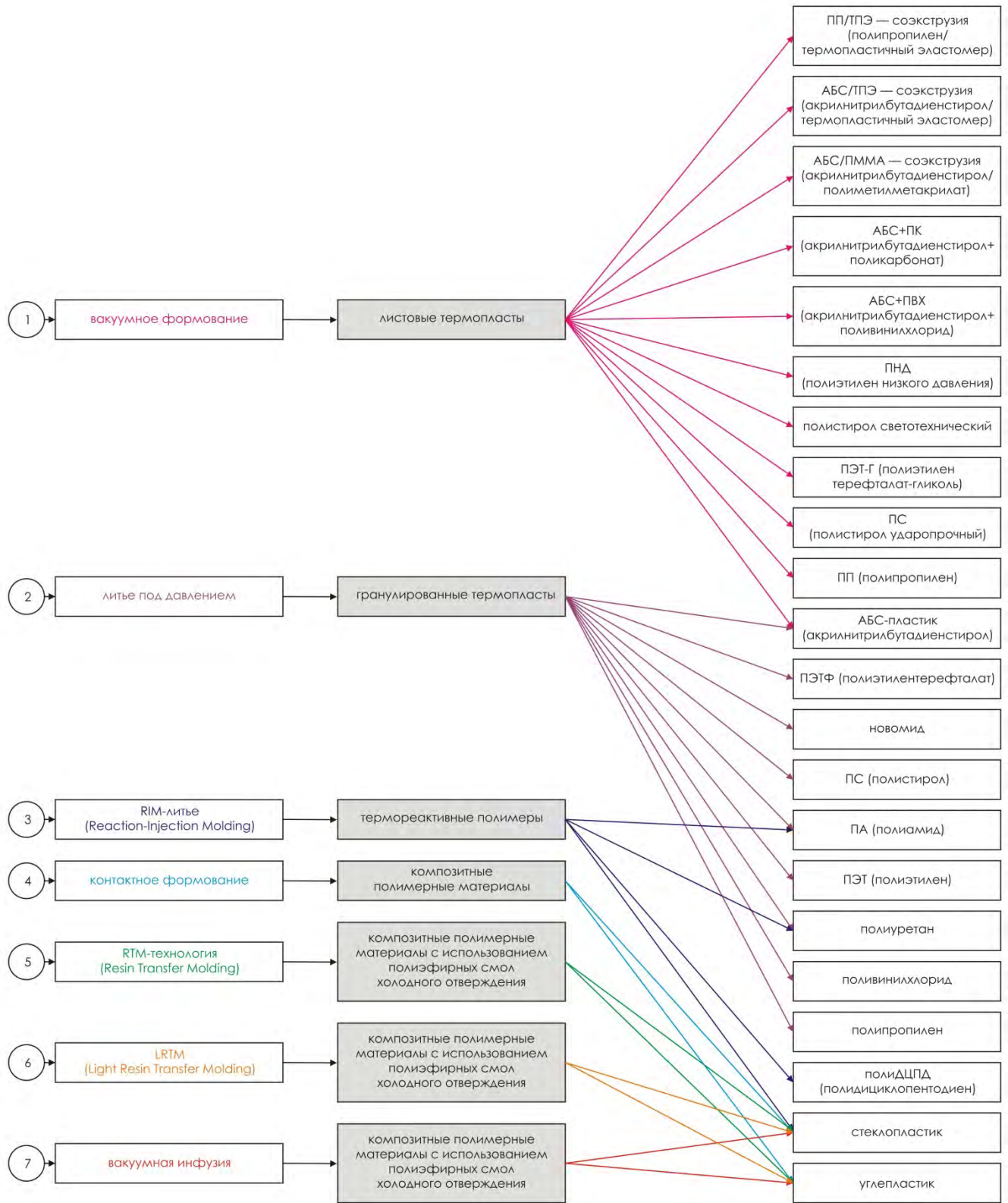
Этапы	<i>1. Тип производства</i>	<i>2. Вид производства</i>	<i>3. Выбор технологии</i>	<i>4. Выбор материала</i>
		срeдне и многосерийное / мелкосерийное/ единичное	литье/ штамповка	виды литья и штамповки
Содержание критерия выбора	Проектные и производственные задачи	Производственные возможности	Проектное решение формы полимерной структуры	Технологические возможности;
	Планируемый тираж выпуска модели	Характер геометрии формы кузова Бюджет	Требования к качеству полимерной структуре кузова	Формообразующие характеристики материала относительно требований к итоговой полимерной структуре кузова

При необходимости производства крупногабаритных деталей приходится находить оптимальное решение как в отношении производственных технологий и материалов, так и в отношении возможной корректировки формы детали и возможном делении ее на несколько более мелких частей. Производство крупногабаритных деталей с высокой точностью воспроизведения сложных по конфигурации форм и «правильных» поверхностей возможно осуществить несколькими дорогостоящими технологиями, например методом литья в форму. Стоимость производства возможно существенно снизить за счет разделения одной крупногабаритной панели на несколько частей меньшего размера. Если это невозможно, то приходится искать оптимальное соотношение между экономическим фактором и качеством поверхностей, обеспечиваемым той или иной технологией. При необходимости получения повышенной прочности детали часто применяют композитные материалы (стеклопластик, углепластик), которым соответствуют несколько производственных технологий.



а)

На данном этапе производится черновое поверхностное 3D моделирование, посредством которого уточняются параметры проектируемого изделия: производится поиск базовых крупногабаритных поверхностей, уточняется их геометрия, производится черновой поиск членений, оптимальных радиусов, скруглений и прочих сочленений поверхностей. Производится антропометрический анализ формы.



б)

Рисунок 4.65 – Алгоритм выбора материала и технологии производства полимерной панели: а) влияющие на выбор факторы, б) производственные технологии и материалы

Процесс разбивки оболочки кузова на отдельные панели (рисунок 4.66) должен осуществляться по трем факторам: 1) функциональный – доступность к агрегатно-силовому пространству и функциональные зоны с рельефной фактурой; 2) технологический – допустимы получаемые параметры формы и качество поверхности панелей по выбранным технологиям; 3) эстетический – гармонизация линий разделения общего объема на панели для получения цельного восприятия формы (композиционная закономерность линий разъемов между функциональными и технологическими панелями).

Третьим этапом является этап создания параметрической рабочей 3D модели. На данном этапе эскизная поверхностная модель детально дорабатывается с учетом всех дополнений и нюансов, в ней исправляются ошибки эскизного этапа. При подготовке чистой электронной трехмерной модели необходимо учитывать требования к качеству и точности построения модели [197].

При построении модели полимерной поверхностной структуры МТС, состоящей из отдельных панелей, первоначально применяется поверхностное моделирование. Рассмотрим преимущества и недостатки поверхностного моделирования. Преимущества: создание сложных поверхностей, получение трехмерного изображения, построение на чертежах, получение качественной визуализации дизайн-продукта (*Rendering*).

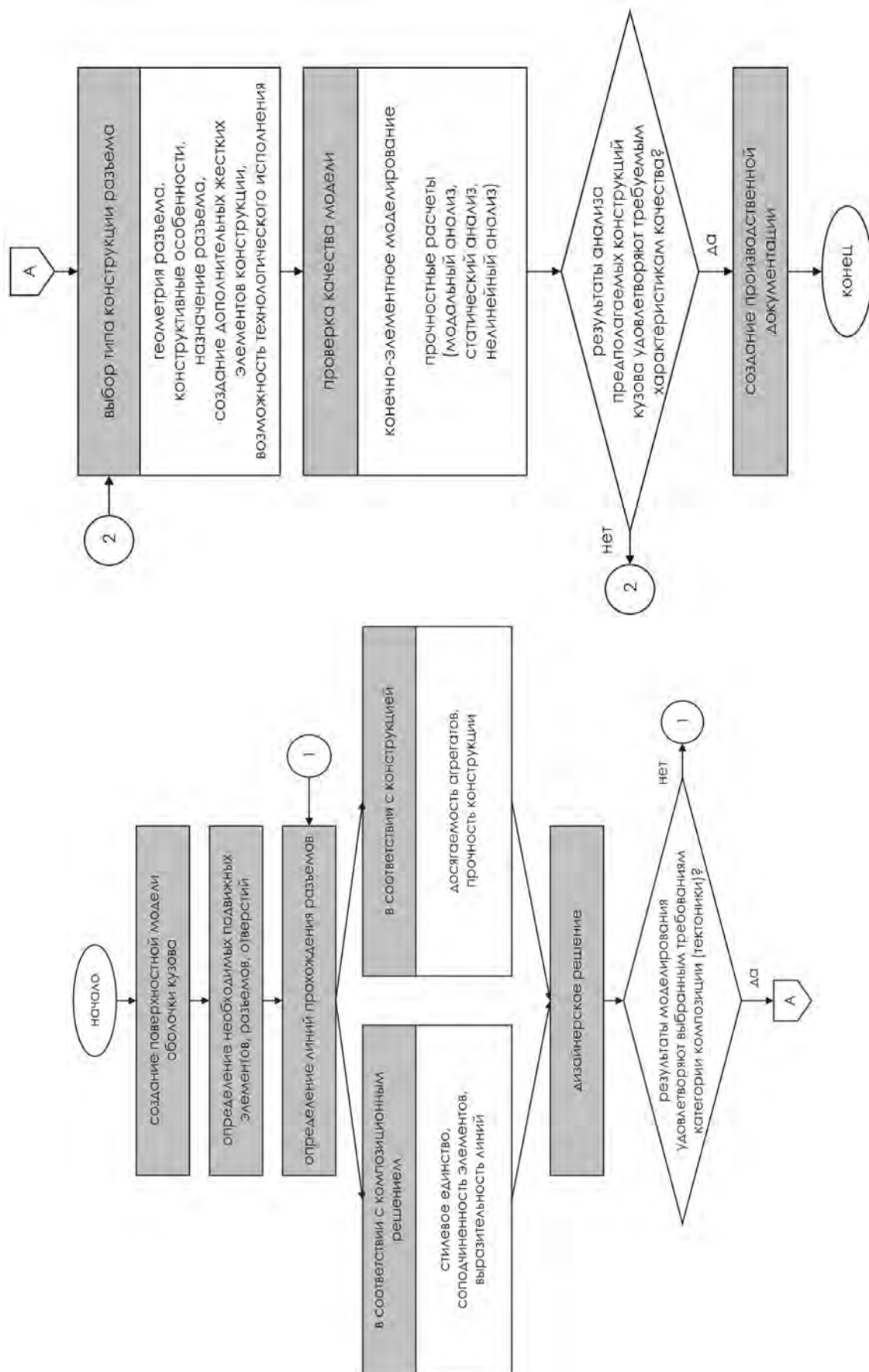


Рисунок 4.66 – Алгоритм разбивки поверхностной полимерной структура МТС на панели

Моделирование стыков, креплений и функциональных рельефов должно осуществляться с учетом дизайн-концепции формы кузова.

Визуализация моделей (*Rendering*) позволяет представить форму панели и сборку кузова ТС для анализа эмоционального восприятия при различных условиях среды; предотвратить возможные недочеты и ошибки. Для устранения недочетов геометрии используют изофотный анализ.

Итоговую поверхностную модель переводят в твердотельную модель. Это необходимо для детальной проверки точности построения модели, стыков, радиусов, а также для последующего проведения прочностных расчетов. По оценочным численным исследованиям (модальный, статический, аэродинамический анализ) проверяется надежность, устойчивость к нагрузкам и пригодность кузова к эксплуатации человеком. Данные исследования позволяют гибко устранять возможные ошибки дизайнера.

В процессе проектирования на каждом этапе необходимо проводить контроль качества формы и его соответствие поставленным задачам и системно учитывать все факторы, влияющие на качество проектирования. Данные позиции позволят уменьшить количество методологических ошибок, которые возникают при формообразовании внешней поверхностной структуры МТС, повысить эффективность проектных работ, улучшить качество конечного продукта и существенно сократить временные и материальные затраты на проведение проектных работ.

Принципы формообразования внешней полимерной структуры МТС
Понятие МТС подразумевает специфические качества ТС, основным из которых является обеспечение малых массогабаритных параметров. Этим определяется выбор геометрии поверхностных структур, как внешних, так и внутренних. Внешняя полимерная структура несет основную формообразующую эстетическую функцию. Различают три вида внешних структур: оболочковая, сегментная и панельная.

Оболочковая структура [344] представляет собой цельно изготовленную деталь, составляющую кузов ТС. Данный вид структуры встречается в

спортивном автомобилестроении – в производстве гоночных болидов. Отличительной чертой данной поверхностной структуры являются ее повышенные аэродинамические показатели: за счет того, что конструкция кузова состоит всего из одной детали, а также отсутствия стыков и соединений отдельных деталей, форма ее может быть решена с наименьшим сопротивлением движению. Также полимерные оболочковые структуры не нуждаются в силовом каркасе, т. к. прочность оболочки создается за счет ее формы. Благодаря этому существенно снижается вес ТС.

Сегментная структура несет в себе принцип автономности и унификации составных частей кузовной структуры транспортного средства. Сегмент – один из однородных участков, из которых состоят некоторые структуры, конструкции. То есть поверхностная структура собирается из отдельных сегментов, каждый из которых имеет свою функцию и может быть при необходимости заменен, что обеспечит необходимые свойства конструкции. Данный вид структуры находит применение при необходимости модификации и трансформации проектируемого МТС.

Панельная структура [390] состоит из отдельных частей. Основным признаком внешней панельной структуры МТС является деление общей структуры разъемами на отдельные формообразующие элементы: стационарные элементы, закрепленные между собой и прикрепляются к внутренней силовой структуре; подвижные функциональные элементы (откидывающиеся двери, капот, люки и пр.). Данная структура должна иметь опору в виде силового каркаса, поэтому часто данную конструкцию называют каркасно-панельной.

Внешняя панельная структура является составной, обеспечивая возможность разборки структуры. В местах, где необходимо частое обслуживание внутренних агрегатов, предусматриваются механизмы и крепления, позволяющие быстро демонтировать панели для обеспечения доступа к внутренней структуре. Доступ к механизмам в случае поломки обеспечивается полуразборными соединениями панелей, позволяющими

демонтировать их при необходимости. Панели, не влияющие на доступ к внутренним агрегатам, чаще всего крепятся неразборными соединениями.

Данные структуры определяют развитие сегмента МТС по двум функциональным направлениям: индивидуальное и коммерческое. В зависимости от назначения и образа потенциального потребителя решается стилистика формы поверхностной структуры ТС.

В современных условиях наибольшее распространение имеет вид панельной структуры, так как создание сегментной структуры является довольно сложным и специфическим процессом, как и производство оболочковых структур, имеющих вид крупногабаритных деталей со сложной геометрией.

Внешняя структура ТС не может решаться самостоятельно без учета расположения силового каркаса и панелей структуры интерьера. Можно выявить такие влияющие факторы как конструкция, функция, компоновка, влияние которых необходимо согласовывать между собой.

Основной тенденцией в выборе материалов для поверхностной структуры МТС является применение полимеров для изготовления панелей внешней структуры, как для формообразующих крупногабаритных панелей, так и для производства малогабаритных панелей. Художественное, функциональное, конструктивное решения и технологические возможности влияют на выбор вида поверхностной структуры и, соответственно, деление общей поверхностной структуры МТС на отдельные панели или сегменты.

Панельная структура имеет преимущества в аспектах ремонта, замены и производства кузовных элементов, учета требований жесткости в формообразовании, а также является более экономичным. Отдельные панели, составляющие поверхность кузова, решаются как самостоятельные структурные элементы, несущие свою функцию. На их формообразование влияют назначение, отражение художественного решения общей структуры, элементы стыковки, креплений, ребра жесткости и прочие конструктивные особенности. Панели при необходимости возможно демонтировать и заменить.

Данный вид внешней структуры МТС обеспечивает преимущество в создании расширенного типоразмерного ряда выпускаемых моделей и модификаций. Возможна разработка нескольких решений тех или иных составляющих поверхностную структуру панелей, позволяющая изменить или дополнить художественное решение структуры либо произвести конструктивную модификацию ТС. Появляется возможность производить своевременную смену стилового решения структуры МТС в соответствии с постоянно изменяющимися потребностями автомобильного рынка, применяя примитивные меры против морального старения, что позволяет существенно сократить временные и материальные затраты на проектные работы. Внешняя панельная структура МТС будет рентабельна при мелкосерийном производстве (и даже штучном) [112, 446, 515] и не будет требовать больших производственных площадей, финансовых инвестиций.

Виды стыков полимерных панелей кузова МТС. Влияние стыков на визуальное восприятие формы кузова МТС. При проектировании кузовной оболочки ТС необходимо учитывать линии стыковки деталей конструкции. Панели во внешней полимерной структуре соединяются, образуя стыки и разъемы различных конфигураций. Деление оболочки кузова ТС на панели является зачастую производственной необходимостью. При этом появляются дополнительные линии к композиции оболочки. Для того чтобы эти линии не разрушали образ ТС, заложенный в концептуальное решение формы оболочки, необходимо проводить гармонизацию стыков и учитывать их необходимость с первых этапов проектирования формы. Тогда возможно не только сохранить концепцию формы ТС, где стыки не только не разбивают образ, но и наоборот, за счет этих линий добиться еще большей выразительности формы, подчеркнуть нужные элементы, создать акценты в форме.

Существуют факторы, влияющие на необходимость разделения общей структуры кузова на отдельные элементы, вследствие чего образуются дополнительные линии стыков. Это такие факторы, как:

- 1) эксплуатация кузова (подвижные элементы кузова – двери, люки и пр.);

- 2) полиматериальность кузова (детали из разных материалов);
- 3) технологические ограничения (деление крупногабаритных деталей на малогабаритные);
- 4) конструктивные особенности (отверстия вентиляции, фары).

Таблица 4.32 – Факторы выбора стыкового соединения





Фактор	Характеристика
1) Тип транспортного средства	Мотоциклетный
	Автомобильный
2) Способ крепления	Вертикальный
	Горизонтальный
3) Область расположения панелей	Переднее
	Центральное
	Заднее
4) Характер геометрии художественной формы кузова	Линии
	Поверхности
	Объемы
	Сопряжения линий, поверхностей и объемов

Не все стыки возможно учесть на этапе создания оболочки, т. к. часто решения о делении панелей принимается на последних этапах проектирования для упрощения или удешевления производства. Но, учитывая основные наиболее вероятные деления панелей, возможно, добиться композиционно более гармоничной структуры кузова ТС, где линии стыковки деталей будут подчеркивать и усиливать общее стилевое решение.

Рассматривая формообразование внешней структуры МТС, актуальным становится разобрать панельную оболочку на составляющие и классифицировать по критериям «технология» и «эстетика».

Рельеф панели представляет собой сложную структуру, образованную соединенными между собой плоскостями. Данные плоскости можно разделить на 2 группы (таблица 4.33).




Таблица 4.33 – Разложение рельефа полимерной панели кузова ТС на составляющие элементы




Название группы	Принципиальная схема элемента	Описание
Формообразующие поверхности		Прямолинейные поверхности различных конфигураций. Чаще применяются для построения поверхностей класса «В» и построения элементов стыковки панелей.
		Криволинейные поверхности различной степени кривизны. Чаще применяются для построения поверхностей класса «А».
Соединяющие поверхности		Элементы соединения формообразующих поверхностей. Поверхности, образованные радиусами: применяются для соединения плоскостей в поверхности класса «В».
		Элементы соединения формообразующих поверхностей. Поверхности, образованные Blend-кривыми*: применяются для соединения плоскостей в поверхности класса «А».

* Blend-кривая создается на основе первичных плоскостей или линий, соединяя их. Имеет возможность редактирования степени сглаживания относительно первичных объектов по первой, второй и третьей производной. Позволяет создавать соединения между поверхностями, удовлетворяющие поверхностям класса «А».

Существует несколько решений края детали (таблица 4.34). На выбор данной части структуры панели влияют необходимые прочностные, эстетические показатели и конструктивные особенности детали.

Таблица 4.34 – Виды решений края детали

Название элемента	Принципиальная схема элемента	Описание
Край с открытым срезом		Открытый срез применяется только с не видовой стороны изделия. Простой рельеф (0 изменений направления плоскости) не создает ребер жесткости,
Край со скругленной кромкой		Скругление края дает возможность скрыть срез детали для применения с видовой стороны структуры. Усложненный рельеф (1 изменение направления плоскости) увеличивает жесткость детали.
Край с изменением уровня поверхности с открытым срезом		Применяется для стыковки деталей внахлест, где край детали остается с не видовой стороны. Сложный рельеф (2 изменения направления плоскости) увеличивает жесткость детали.

Край со скругленной кромкой с изменением уровня поверхности		Применяется для стыковки деталей внахлест, где край детали остается с не видовой стороны. Сложный рельеф (3 изменения направления плоскости) увеличивает жесткость детали. Отличается от предыдущего увеличенной жесткостью и более эстетичным исполнением, благодаря чему может применяться при разъемном соединении подвижных элементов.
Край с углублением с открытым срезом		Применяется в основном для стыковки подвижных соединений. Рельеф предназначен для увеличения жесткости конструкции (4 изменения направления плоскости), а так же может иметь роль отвода осадков, затекающих в месте разъема.
Край со скругленной кромкой с углублением		Применяется в основном для стыковки подвижных соединений. Рельеф предназначен для увеличения жесткости конструкции (4 изменения направления плоскости), а так же может иметь роль отвода осадков, затекающих в месте разъема. Отличается от предыдущего увеличенной жесткостью и более эстетичным исполнением.

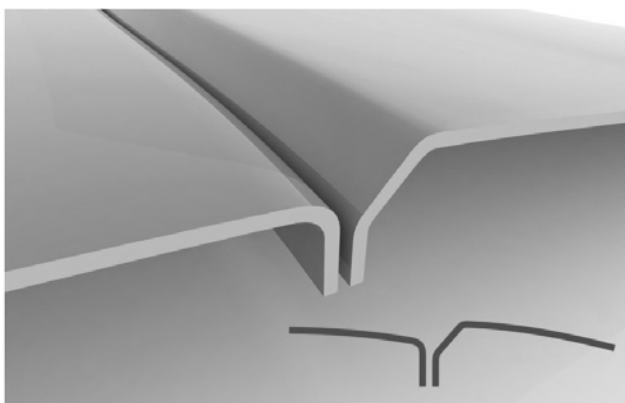
Существует несколько принципиально разных решений стыковых соединений деталей. Они выбираются соответственно назначению панелей, их расположению в общей полимерной структуре, необходимости движения или, наоборот, стационарного неподвижного крепления относительно друг друга. Линии стыков деталей должны нести конструктивно-технологическое обоснование и подчиняться общему композиционному решению, дополняя его и формируя более выразительный и тектоничный образ ТС. На рисунке 4.67 систематизированы принципиальные схемы стыков полимерных панелей ТС.

1. Соединение стационарно закрепленных деталей встык. Данный тип разъема характерен максимально возможной точностью базирования панелей относительно друг друга и обеспечивает дизайнеру возможность варьировать активность такого соединения в зависимости от композиционного замысла акцентировать место соединения либо, наоборот, максимально его маскировать. Соответственно за счет варьирования углами наклона фланцев и величиной радиусов дизайнер имеет возможность создавать пластические решения,

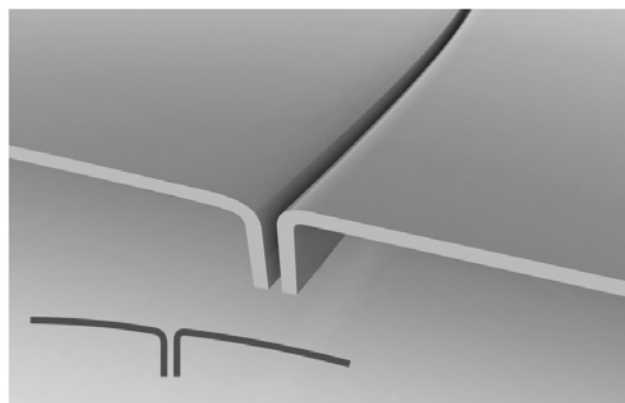
подчеркивать или смягчать общий облик полимерной структуры кузова в целом или панелей в отдельности. Следует отметить, что разъемы, организующие стык панелей в единую поверхность, требуют более высокого качества изготовления, сборки и подгонки панелей. А акцентированные за счет перепада уровня поверхностей разъемы, наоборот, позволяют сглаживать и маскировать неточности в изготовлении и сборке.

2. *Стыковка стационарно закрепленных деталей внахлест.* Используется при невозможности организовать офланцовку из-за технологических ограничений. В большинстве случаев необходим перепад поверхностей, чтобы скрыть торец листа. Такой способ стыковки дает более точное базирование деталей за счет прилегания поверхностей, возможность крепления на клеевое или клепаное соединение без участия силового каркаса – панель к панели. Недостатком является требование к чистоте реза листа, что не всегда возможно обеспечить при сложных пространственных траекториях стыка.

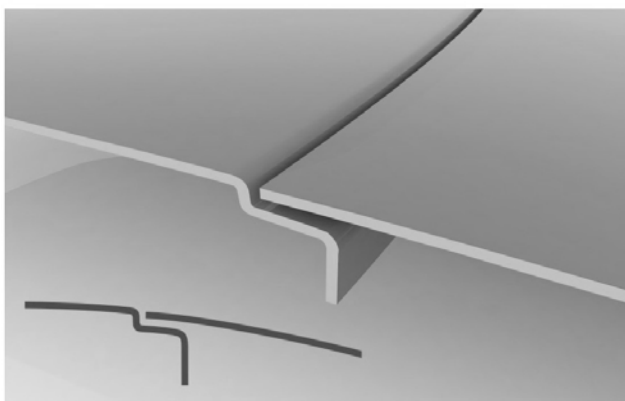
3. *Разъем между стационарно закрепленной деталью и съемной или откидной панелью.* Различие между двумя вышеописанными видами разъемов состоит в организации офланцовки на стыках с учетом требований откидывания детали. Также наличие подвижной детали ведет за собой увеличение конструктивных зазоров, что неизбежно выделяет откидной элемент в композиции кузова МТС.



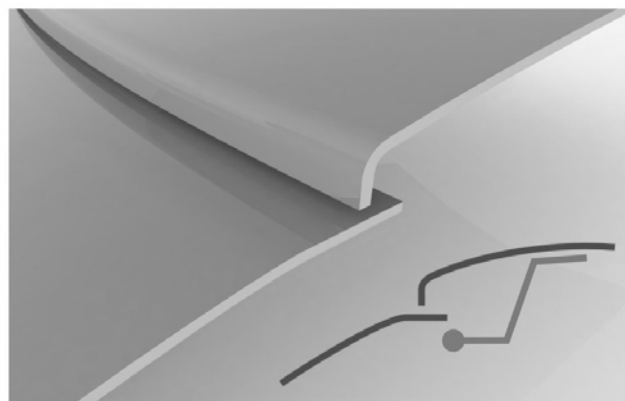
Акцентированный разъем



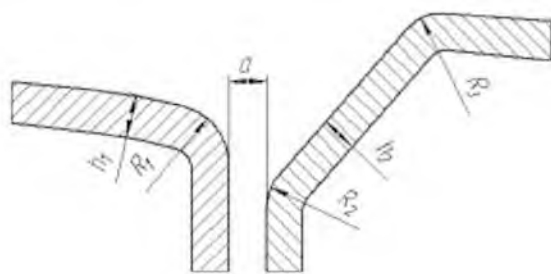
Разъем заподлицо



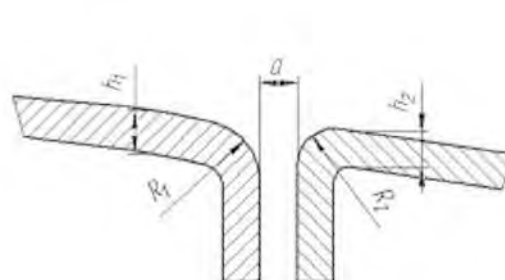
Стыковка панелей внахлест



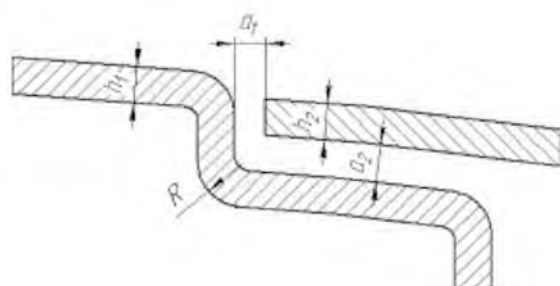
Стыковка откидной детали



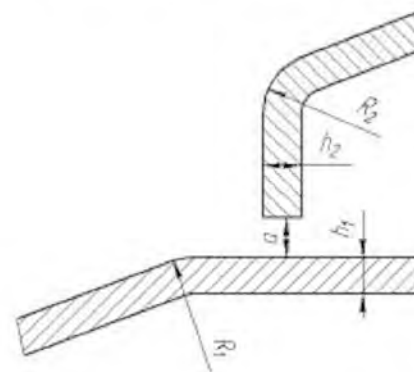
Акцентированный разъем



Разъем заподлицо



Стыковка панелей внахлест



Стыковка откидной детали

Рисунок 4.67 – Принципиальные схемы стыков полимерных панелей ТС

Конструктивно-технологическое обеспечение формообразования полимерной структуры МТС. Технологические составляющие формообразования полимерной структуры МТС. Стенки полимерной структуры. В пластмассовых деталях не должно быть резкой разницы в толщине стенок. Неравномерная толщина стенок и местные утолщения вызывают коробление детали и трещины. Разностенность более чем на 1/3 не допускается. Увеличение сечения стенок не повышает прочность изделия, а вызывает коробление, трещины и другие дефекты, приводящие к браку при изготовлении или к выходу пластмассовой детали из строя во время эксплуатации. Необоснованное завышение толщины вызывает необходимость увеличения технологической выдержки при прессовании, что снижает производительность труда в цехе пластмасс и удорожает производство.

Для деталей из термопластов толщина стенки выбирается в зависимости от габаритных размеров, практические рекомендации даны в таблице 4.35.

Таблица 4.35

Габаритные размеры детали, мм	Толщина стенки, мм
< 40	0,5-1
40-80	1-1,5
80-180	1,5-2,5
180-300	2,5-3,5
> 300	3,5-4

На наружных и внутренних поверхностях пластмассовых изделий следует предусматривать технологические уклоны, облегчающие извлечение изделий из пресс-формы. Конусность внутренней поверхности не должна быть меньше чем 1:100. Если конструкция позволяет увеличить конусность, это необходимо делать для повышения надежности и долговечности работы пресс-формы. Недостаточные технологические уклоны приводят к задирам на поверхности изделий и появлению трещин при их выталкивании из пресс-формы, как следствие к потере качества поверхности полимерной панели.

Ребра жесткости в полимерной структуре. Ребра жесткости применяются в пластмассовой детали для увеличения жесткости и прочности, усиления

особо нагруженных мест или выступающих частей, уменьшения веса детали за счет разгрузки утолщенных мест. Иногда их применяют по чисто декоративным соображениям.

Толщина ребер жесткости не должна превышать толщины стенок изделия, а рекомендованная высота ребра в 2,5-3 раза больше толщины. Расположение ребер жесткости определяется конструкцией изделия и не должно препятствовать его извлечению из пресс-формы.

Ребра жесткости рационально располагать таким образом, чтобы они работали на сжатие. Мелкие ребра-нервюры увеличивают жесткость стенок и днищ крупногабаритных деталей.

Отверстия в полимерной структуре. В пластмассовых изделиях применяют отверстия различной конструкции, но желательно, чтобы они имели наиболее простую форму. Самые простые по форме – цилиндрические отверстия, наиболее трудоемкие – овальные. Отверстия могут быть сквозными и глухими.

Из всех видов отверстий наибольшее распространение получили цилиндрические постоянного диаметра, но встречаются и ступенчатые. Они могут быть не только цилиндрическими, но и коническими, а также применяться в сочетании. Если отверстия находятся вблизи края изделия, то необходимо, чтобы края соответствовали форме отверстия. Что способствует соблюдению равенности и уменьшает возможную деформацию отверстия в результате неравномерной усадки стенок.

Для расположения отверстий необходимо, чтобы расстояние между отверстиями или отверстием и краем было не менее половины диаметра отверстия. Диаметры отверстий выбирают по ГОСТ 6636-69, а диаметры сквозных отверстий по ГОСТ 11284-75.

Закругления полимерной структуры. Изделия из пластмасс обязательно должны иметь округления, как с наружной, так и внутренней стороны, особенно на кромках и в углах (ГОСТ 10948-64). Наличие таких округлений

способствует увеличению механической прочности отдельных элементов и изделия в целом.

Величина радиуса закруглений во многом зависит от материала детали, толщины стенки, конструктивных особенностей и типоразмера инструмента обработки. Важно отметить, что величина радиусов на всей длине закругляемого элемента должна быть одинаковой и толщина изделия b должна быть постоянна.

Виды соединений полимерных панелей представлены в таблице 4.36. Показатели качества и факторы показателей качества – таблицы 4.37-4.39.

Таблица 4.36

Разборные соединения	Полуразборные соединения	Неразборные соединения
Болтовое, винтовое соединения, соединение на пистоны, саморезы	Клепка	Клеевое соединение

Таблица 4.37

Показатели качества		
Допуски и посадки	Шероховатость (R_a, R_z)	Микротвердость (HV)

Таблица 4.38 – Факторы показателей качества

Наименование	Описание
<i>Технологические факторы</i>	
Сохранение целостности при разборке	Разъемное
	Неразъемное
Возможность относительного перемещения	Подвижное / мобильное
	Неподвижное / стационарное
Форма сопрягаемых поверхностей	Плоское соединение
	Профильное соединение
<i>Конструктивные факторы</i>	
Метод образования	Резьбовое соединение
	Штифтовое соединение
	Клепаное соединение
	Клеевое соединение

Таблица 4.39 – Характеристика соединений

Наименование деталей соединения	Классификационные признаки ГОСТ 23887-79				
	Сохранение целостности при разборке	Возможность относительного перемещения	Форма сопрягаемых поверхностей	Метод образования	Параметры шероховатости R_a , мкм
Корпус – корпус (1, 2)	неразъемное	неподвижное	плоское	с зазором П9/Г9	0,63 - 1,25
Корпус – корпус (3)	неразъемное	неподвижное	профильное	с зазором П9/Г9	0,63 - 1,25
Откидная панель – корпус (4)	разъемное	подвижное	профильное	с зазором Н11/д11	1,25

Конструктивные составляющие формообразования полимерной структуры МТС. Выбранные характеристики внешней поверхностной структуры МТС будут определять исходные принципы формообразования. Дизайнер на этапе формообразования должен принимать решения о выборе научно обоснованных стилевых и композиционных характеристик внешней структуры МТС, базирующихся на результатах оценочного геометрического и аэродинамического анализа.

При формообразовании полимерной структуры МТС учитываются множество факторов, влияющих на конструкцию, форму, прочностные показатели и эстетические свойства. Вариаций необходимых параметров может быть множество, но из них можно выделить рациональные типовые решения, характерные для автомобилестроения.

Скрытие срезанного края панели. Для скрытия срезанных краев панелей существует несколько приемов построения поверхности модели: деталь скругляют, заводя неэстетичный край под видовую поверхность детали, где он становится невидимым (рисунок 4.68). Также этот рельеф по краю детали выполняет функцию ребра жесткости, которое не дает детали свободно гнуться. Иногда этот закругленный под деталь участок срезают, оставляя выступ примерно 1 мм в высоту (рисунок 4.69). Такой прием часто используется при клеевом соединении деталей: за счет срезания скругленного края можно плотно совместить детали, но при этом оставленный выступ в 1 мм не дает выйти на видовую поверхность клеевому слою.

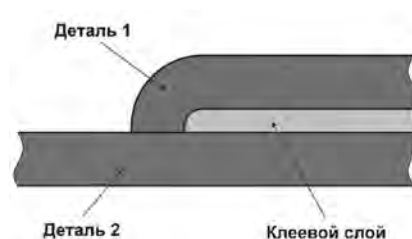
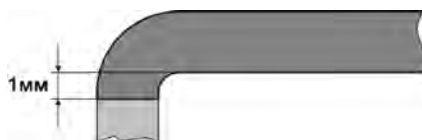


Рисунок 4.68 – Скрытие срезанного края детали

Рисунок 4.69 – Клеевое соединение деталей

Моделирование с учетом минимального радиуса скругления панелей. При создании моделей пластиковых панелей строится внешняя оболочка панели,

которая затем выдавливается внутрь детали на толщину материала. Строя внешнюю оболочку модели, стоит учитывать, что при дальнейшем выдавливании формы внутренний радиус скругления будет меньше на толщину материала. Следовательно, внешний радиус скругления нужно задавать так, чтобы внутренний не ушел в нулевое значение. Принято высчитывать внешний минимальный радиус скругления по принципу: толщина материала +1 мм, чтобы внутренний радиус был хотя бы минимальным (рисунок 4.70).

Размер радиуса зависит от конфигурации детали. В зависимости от рельефа матрицы и вязких свойств материала радиус при формовании может получиться большего или меньшего размера (рисунок 4.71). Также стоит учитывать, что при нагреве материал расширяется, и, огибая формы матрицы, в выпуклых местах могут образовываться наплывы. Такие дефекты практически неизбежны, поэтому необходимо продумать конструкцию так, чтобы они не попадали на видовые поверхности кузова.

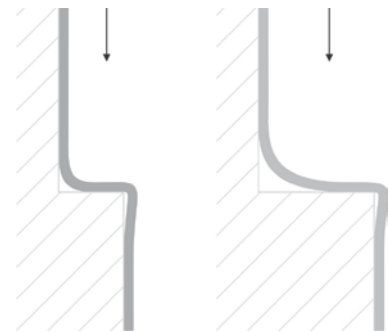
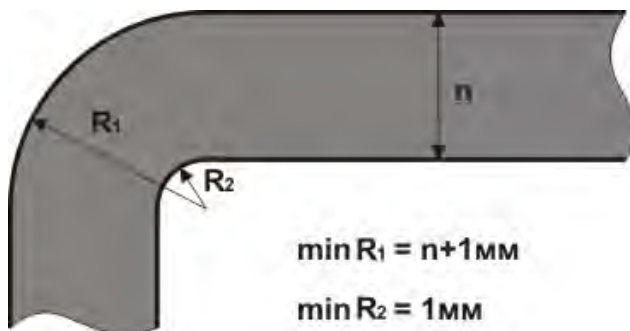


Рисунок 4.70 – Расчет минимального радиуса скруглений

Рисунок 4.71 – Различия в радиусах

При проектировании и моделировании полимерной панели, изготовление которой планируется определенным методом, необходимо учитывать направление формовки, глубину детали и возможность извлечения готовой детали из формы. Для определения направления формования необходимо найти горизонт детали. Он представляет собой плоскость, относительно которой все стенки детали будут иметь острый внутренний угол. Для вакуумформования угол должен иметь отклонение от прямого угла не менее 5° . Горизонт перпендикулярен оси, проведенной через центр детали, относительно которой

все углы стенок будут также иметь острый угол. Эта ось является направлением для формования детали.

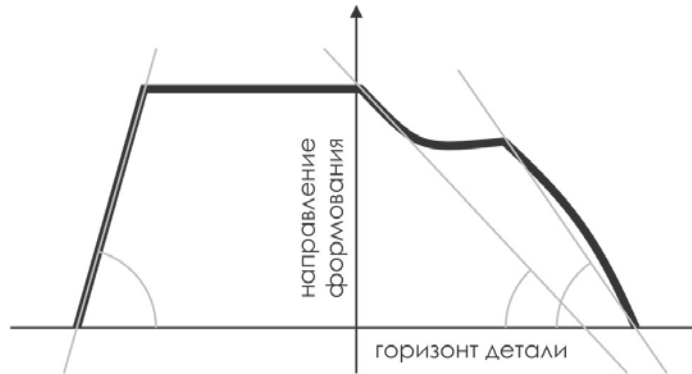


Рисунок 4.72 – Горизонт детали

Существует ряд ограничений по величине и глубине деталей, направлению формования и возможности извлечения детали из формы. Если деталь имеет сложную геометрию и ее невозможно изготовить, то существует несколько путей решения этой задачи:

- 1) изменить форму детали до соответствия с требованиями вакуумформования;
- 2) разделить деталь на две или более составные части, которые впоследствии будут собраны механически либо склеены;
- 3) применить сложную форму-матрицу, состоящую из нескольких съемных частей, дающих возможность извлечения детали из формы.

Принципиальные схемы крепления полимерных панелей МТС:

1. Схема соединения двух деталей со стеклом (рисунок 4.73). Данная конструкция предусматривает клеевое соединение деталей 1 и 2. Стекло крепится методом клепки либо клеевым соединением при использовании специальных клеевых растворов. Деталь 2 является внутренней, расположенной со стороны салона, поэтому край ее имеет скругление, необходимое для улучшения эстетического восприятия, а также для обеспечения безопасности человека от травмирования кромками детали 2 и детали 1.

2. Схема углубления под заклепку (рисунок 4.74). Схема показывает решение формы деталей, скрепляемых методом клепки для получения эффекта

заподлицо с видовой и не с видовой стороны изделия. Под шляпки заклепки предусмотрены углубления в поверхности деталей.

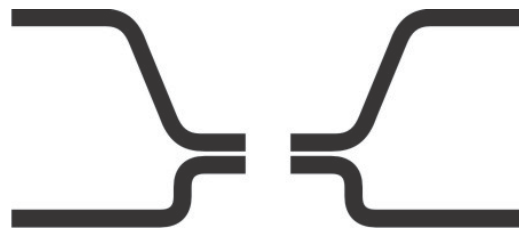


Рисунок 4.73 – Принципиальная схема соединения 2 деталей со стеклом

Рисунок 4.74 – Принципиальная схема углубления под заклепку

3. Схемы соединения деталей (внахлест, встык) и схемы соединения деталей встык (простая стыковка, стыковка с натягом) (рисунок 4.75). Схемы показывают два соединения деталей. Данные соединения часто встречаются в кузовных полимерных структурах, например, при совмещении деталей внешней структуры с деталями интерьера ТС. Внешняя деталь за счет скругления кромки закрывает открытый срез внутренней. Вариант а показывает простое совмещение деталей, на варианте б показан прием для получения соединения деталей в натяг.

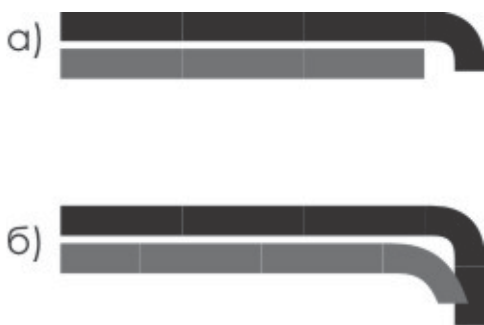


Рисунок 4.75 – Принципиальная схема соединения деталей встык: а – простая стыковка, б – стыковка с натягом

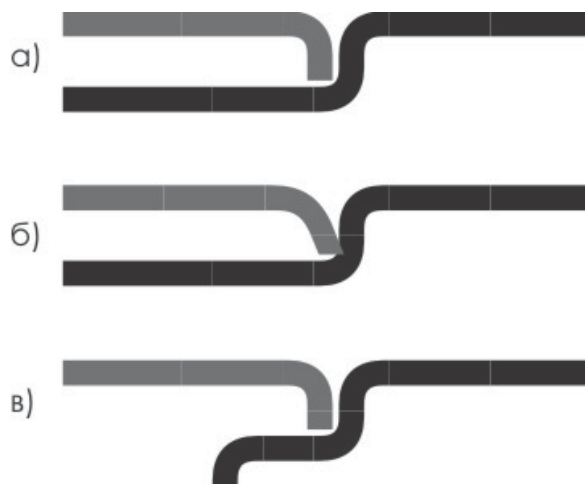


Рисунок 4.76 – Принципиальная схема соединения деталей: а, б – внахлест, в - встык

Для защиты от попадания осадков под поверхность кузова, составленного из отдельных панелей, существует несколько приемов.

4. Схемы приемов защиты от попадания осадков при стыке между стационарно закрепленной деталью и съемной или откидной панелью. В зависимости от конфигурации панелей и направления ската осадков по кузову к общей форме панелей добавляют специальные бортики или сливы.

В варианте, представленном на рисунке 4.77 а, сток осадков идет по панелям без прямого затекания в место стыка. Чтобы наверняка обезопасить скрытые агрегаты от попадания осадков, по краю нижней детали предусматривается бортик, не дающий влаге проникать за край панели. Данный бортик работает как барьер, а также может работать как слив, направляющий поток влаги от открытого края панели кузова.

Вариант, представленный на рисунке 4.77 б, показывает конфигурацию панелей при стоке осадков против наложения панелей. В данном случае происходит затекание влаги непосредственно в место стыковки панелей и далее внутрь кузова. Для решения этой проблемы на нижней панели предусматривается специальная канавка – слив, позволяющий перенаправить и вывести поток осадков от открытого края кузова.

Бортик по краю панели и сливы добавляют жесткости и прочности панели, поскольку они являются дополнительными ребрами детали. Для повышения герметичности стыка с откидной панелью в некоторых случаях применяют резиновые накладки по краю верхней откидной панели и иногда нижней панели. Также эти накладки помогают гасить вибрацию при непосредственной эксплуатации МТС.

Данные доработки дают возможность защитить от попадания осадков внутренние объемы кузова, в которых могут быть расположены агрегаты и механизмы, попадание влаги и мусора на которых может сказаться негативно.



Рисунок 4.77 – Схемы приемов защиты кузова от попадания осадков при стыке между стационарно закрепленной деталью и съемной или откидной панелью

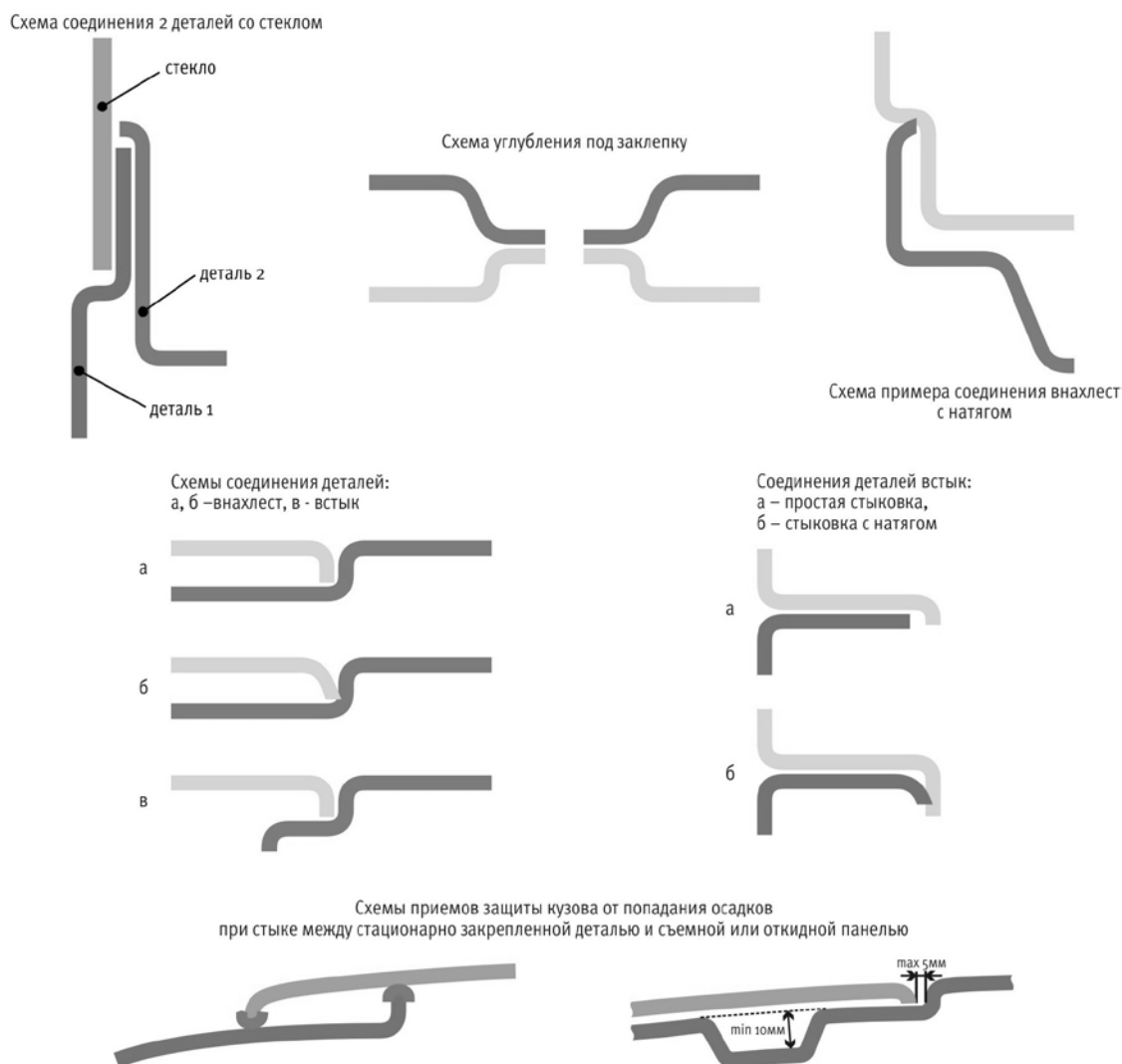


Рисунок 4.78 – Принципиальные схемы крепления полимерных панелей ТС

4.5. Выводы по главе 4

1. Сформулированы и описаны принципы современного проектного моделирования (традиционный, инверсивный, генеративный, интерактивный); виды и типы электронного трехмерного моделирования, что позволит дизайнеру грамотно выбирать рациональный способ моделирования в проектной ситуации, синтезировать новые способы воплощения дизайн-концепций, развивать новое мышление и инновационный подход к моделированию МТС. Для транспортного дизайна используются традиционный и инверсионный принципы, в основе которых геометрическое моделирование.

2. Разработанная методика электронного геометрического моделирования МТС позволяет дизайнеру создавать высококачественные поверхности кузова

ТС. Проведена дифференциация полисоставных поверхностей на классы («А», «В», «С»), и сформулированы к ним требования. Сформулированы требования к качеству и топологии ЭГМ, позволяющие повысить качество и эффективность проектного моделирования.

3. Методика структурного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования МТС позволят дизайнеру принимать научно обоснованное решение по формообразованию кузова МТС в сочетании с гармоничными композиционными характеристикам формы и оценочными численными исследованиями поверхностной и каркасной структуры кузова МТС. Сочетание эстетических и численных средств в выборе геометрических показателей кузова ТС позволяет уменьшить количество конструктивно-технологических недочетов, что повысит общую эффективность проектных работ, уменьшая временные и материальные затраты на их проведение.

4. Проведена классификация методов проектного макетирования и прототипирования в автомобилестроении по способу создания макета на рукотворные и автоматизированные. Рукотворные методы используются для поискового формообразования, экспериментальных и учебно-познавательных целей. Автоматизированные методы используются в синтезе с *CAD/CAM/CAE* программами для оперативного высококачественного и без больших трудозатрат изготовления макетов в достаточном количестве. На разных этапах дизайн-проектирования ТС рационально синтезировать рукотворные и автоматизированные методы макетирования для повышения проектной эффективности и качества дизайнерских работ.

5. Разработана методика макетирования и прототипирования кузова МТС, основанная на определении функции макета, выборе масштаба макета по стадии разработки и функции макета, выборе метода макетирования и прототипирования (рукотворные/ автоматизированные), выборе материалов (пластичные, твердые и электронно-цифровые), выборе технологии и инструмента (рукотворные/ автоматизированные).

6. Проектное моделирование функциональных элементов ТС с

применением *RP*-технологий является рациональным в рамках мелкосерийного производства для уменьшения временно-материальных затрат на проектные работы и изготовление технологической оснастки, для увеличения качества дизайна изделий. На основе изложенного разработана классификация *RP*-технологий для выбора процесса технологии прототипирования на этапе дизайн-проектирования: возможности отдельных технологических процессов, используемого материала и функционального назначения конечного прототипа.

7. В результате анализа современных технологий и материалов производства внешних панелей кузова ТС выявлены две основные группы количественных и качественных показателей по семи технологиям, что обеспечит правильный выбор технологий и повысит качество дизайна качество дизайна внешней структуры (панелей) МТС.

8. Сформулирована система факторов формообразования внешней полимерной структуры (панелей) кузова МТС, включающая факторы проектирования; разделения общей структуры на отдельные элементы с определенной геометрией линий стыков элементов; выбора стыкового соединения; выбора показателей качества; выбора технологий и материалов.

9. Разработаны методические рекомендации по разбивке поверхностной полимерной структуры МТС на отдельные панели, вследствие чего образуются дополнительные линии стыков. Выбор типа принципиальных решений стыковых соединений осуществляется соответственно назначению панелей, их расположению в общей структуре, необходимости движения или, наоборот, стационарного неподвижного крепления относительно друг друга. Линии стыков деталей должны нести конструктивное и технологическое обоснование, но и подчиняться общему композиционно-стилевому решению, дополнять его, формировать образ ТС более выразительным и целостным. Разъемы, организующие стык панелей в единую поверхность, требуют более высокого качества изготовления, сборки и подгонки панелей, а акцентированные за счет перепада уровня поверхностей разъемы, наоборот, позволяют сглаживать и вписывать неточности в изготовлении и сборке.

10. Разработанная методика формообразования кузова МТС позволяет дизайнеру рационально моделировать структуру кузова ТС, состоящую из панелей или сегментов, с учетом конструктивных и технологических требований для увеличения эффективности проектной деятельности, уменьшения количества методологических ошибок, повышения качества дизайна кузова МТС. В процессе проектирования на каждом этапе необходимо проводить контроль качества формы и его соответствие поставленным задачам, и системно учитывать все факторы, влияющие на качество проектирования и моделирования. Выбор уровня качества поверхностей структуры основывается на назначении и топологии структуры – видовая крупногабаритная поверхность, поверхность со сложной геометрией, малогабаритная поверхность, поверхность разъема.

**ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ
МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**5.1. Перспективные опытные образцы
малогабаритных транспортных средств**

**Малогабаритное транспортное средство утилитарного назначения
(ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод»)**

Анализ существующих решений представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Достоинства и недостатки аналогов проектируемого ЭМТС

<i>Название</i>	<i>Производитель</i>	<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
Платформенная электротележка ЕП 002/006/011	«Картрейб и сиб» г. Новосибирск	Высокая степень защищенности кабины Простота в обслуживании	Морально устаревший дизайн Низкий уровень комфорта в кабине Полуоткрытая кабина (невозможность эксплуатации электротележки на открытых площадках в зимнее время года)
Электротележка ЭТ-2054	ОАО Машиностроительный завод им. М.И. Калинина, г. Екатеринбург	Высокая степень защищенности кабины Простота в обслуживании	Морально устаревший дизайн Низкий уровень комфорта в кабине
Электротележка платформенная <i>Vi&Rus</i>	ООО «Еврорус» Московская область	Компактные габаритные размеры Удобная кабина с надежным уплотнением и	Отсутствие защитных элементов (внешние пластиковые панели не защищены от возможных ударов и

		отопителем	повреждений)
Электротележка платформенная <i>Still R 07-25/R 08-20</i>	<i>Still</i> , Германия	Современный дизайн Высокая степень защищенности кабины Высокий уровень комфорта в кабине	Отсутствие защитных элементов нижнего пояса кабины (внешние пластиковые панели не защищены от возможных ударов и повреждений) Высокая цена
Платформенная электротележка <i>ET Record</i>	«Балканкар Рекорд», Болгария	Утилитарный дизайн, полностью соответствующий назначению электротележки Высокая степень защищенности кабины Увеличенная обзорность	Полуоткрытая кабина (невозможность эксплуатации электротележки на открытых площадках в зимнее время года)
Грузовой электромобиль «Бронтокар» (концепт)	ОАО «АвтоВАЗ»	Возможность транспортировки грузов с прицепом Кузов с тентом или фургоном	Не производится серийно Полуоткрытая кабина (невозможность эксплуатации электротележки на открытых площадках в зимнее время года)

Таблица 5.2 – Материалы каркасно-панельной структуры МТС

<i>Структурные элементы</i>	<i>Функция</i>	<i>Материал</i>
1. Каркас	Несущий каркас, крепление рамы	Сталь
2. Внешние панели	Защитная и эстетическая	ПЭНД, полимерные панели
3. Стекло	Защитная функция	Многослойное стекло триплекс



1 – ЭД, 2 – редуктор

Рисунок 5.1 – Компонировочная схема посадки водителя пассажира

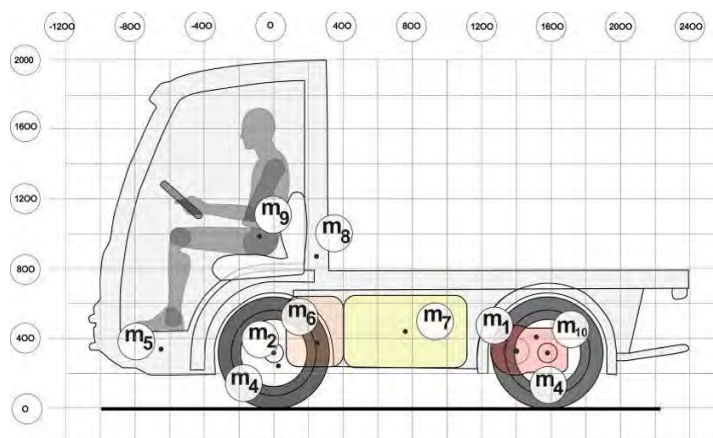


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема центр масс МТС

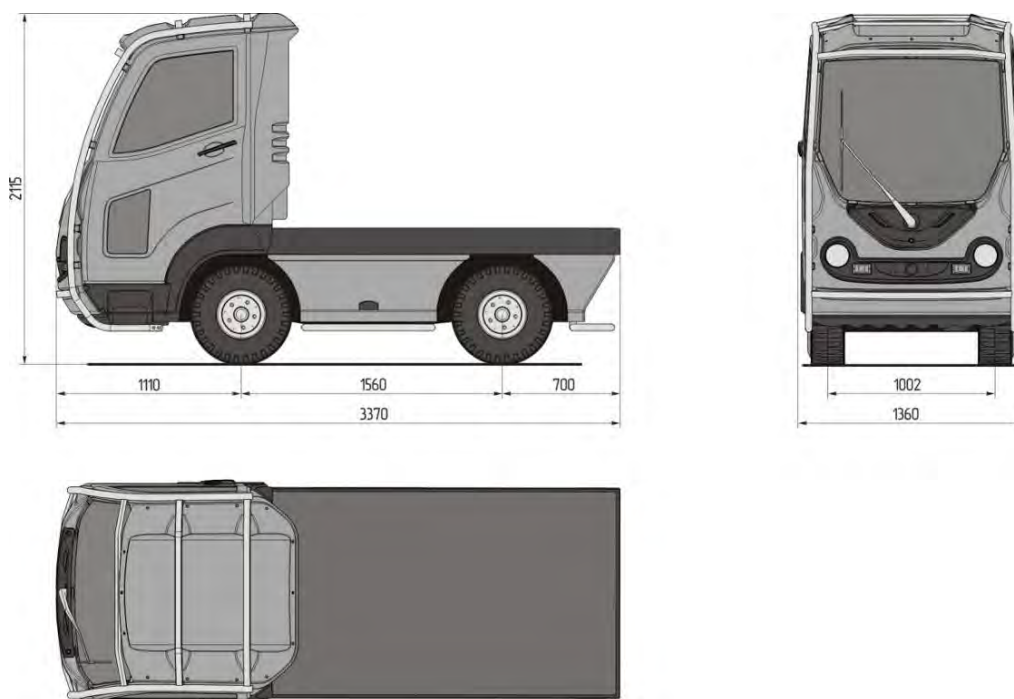


Рисунок 5.3 – Проекционные виды МТС

Грузовая электротележка

проект ООО «Трансинжиниринг»



Рисунок 5.4 – Демонстрационное изображение МТС



Рисунок 5.5– Рентген-схема МТС и взрыв-схема полимерных панелей кабины

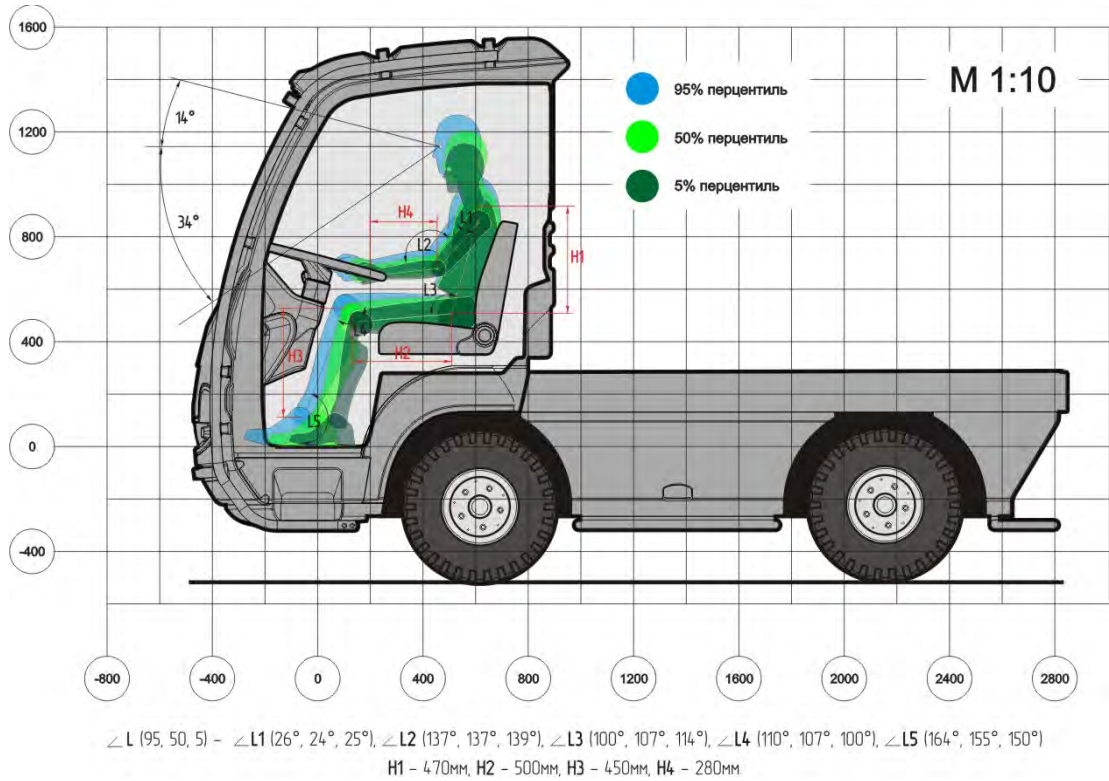


Рисунок 5.6 – Антропометрическая схема ТС

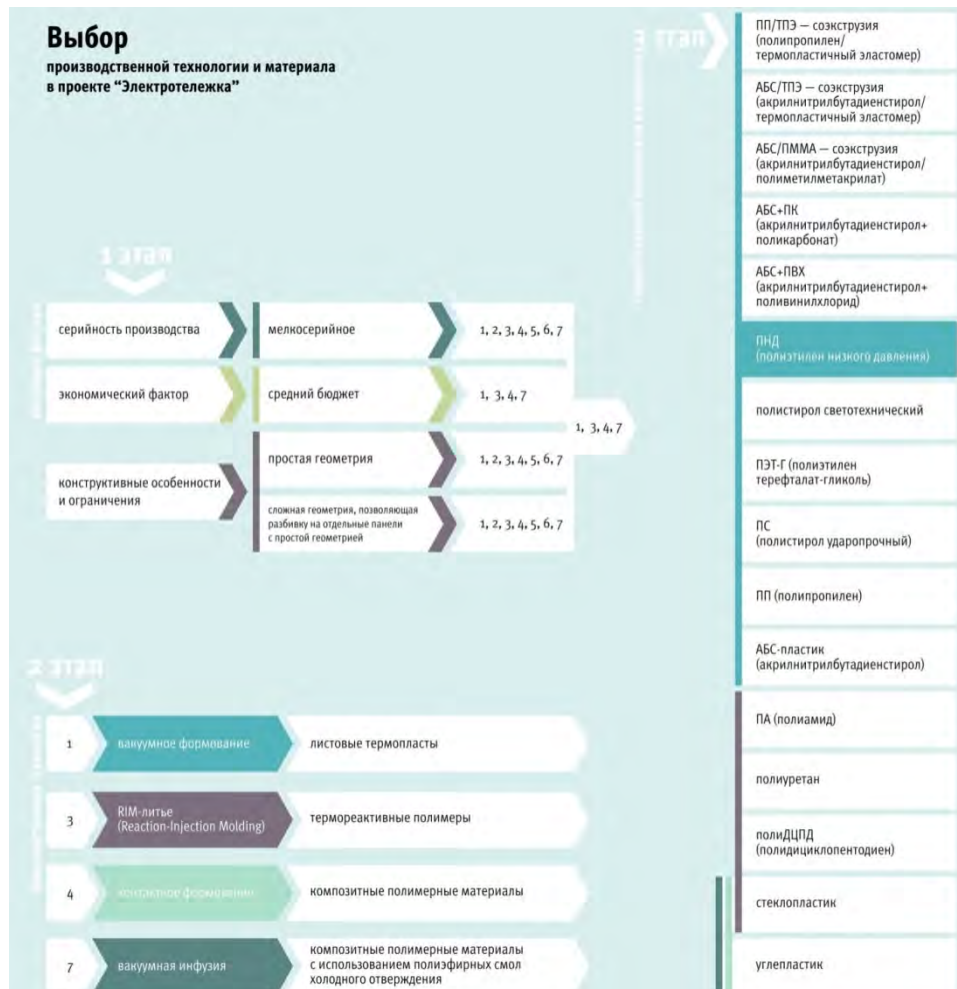


Рисунок 5.7 – Выбор материалов для панелей кузова МТС

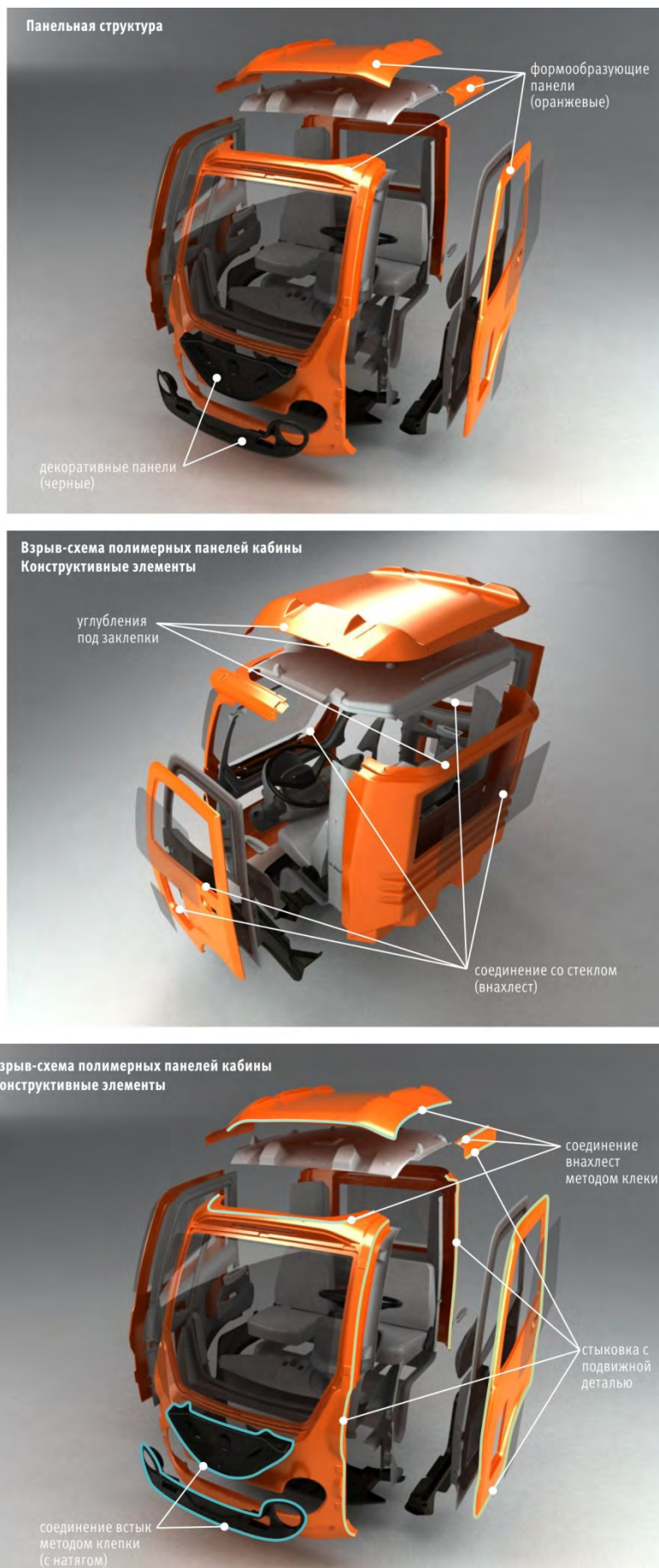
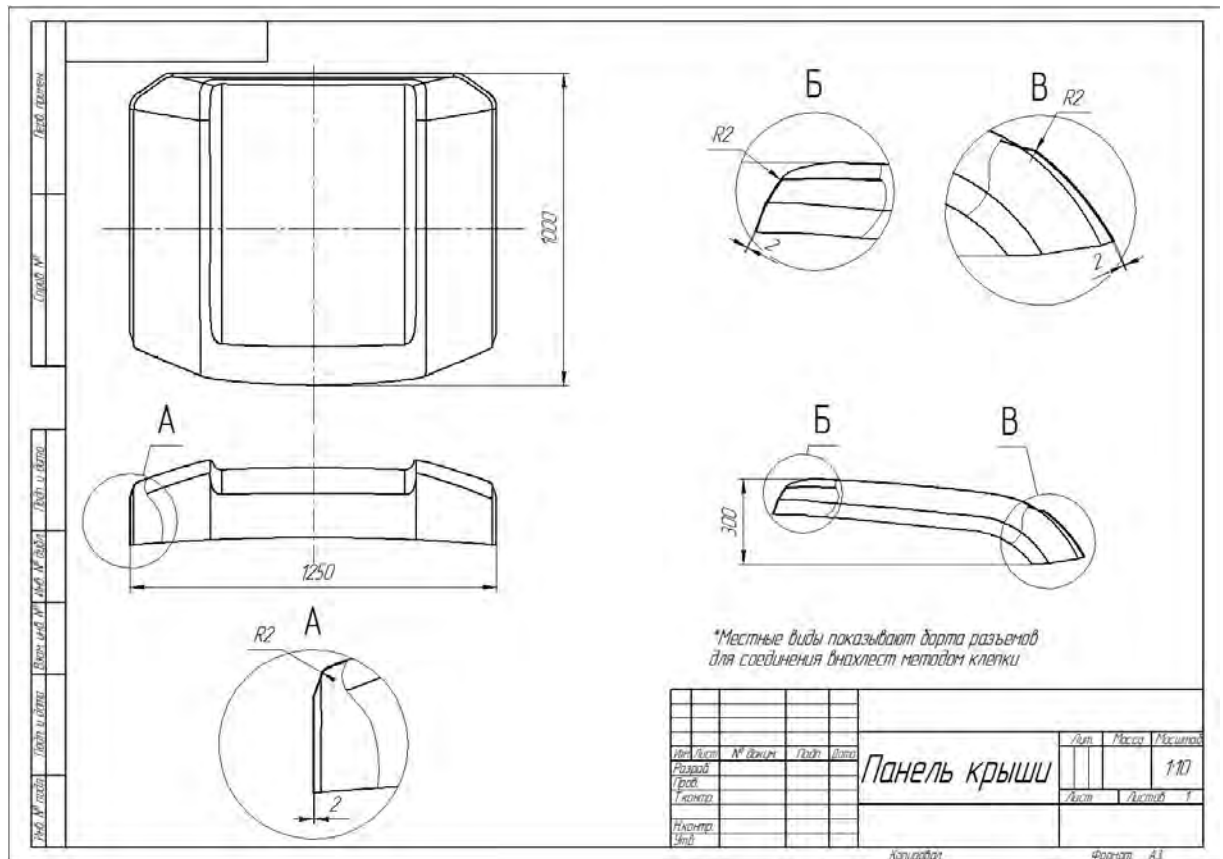
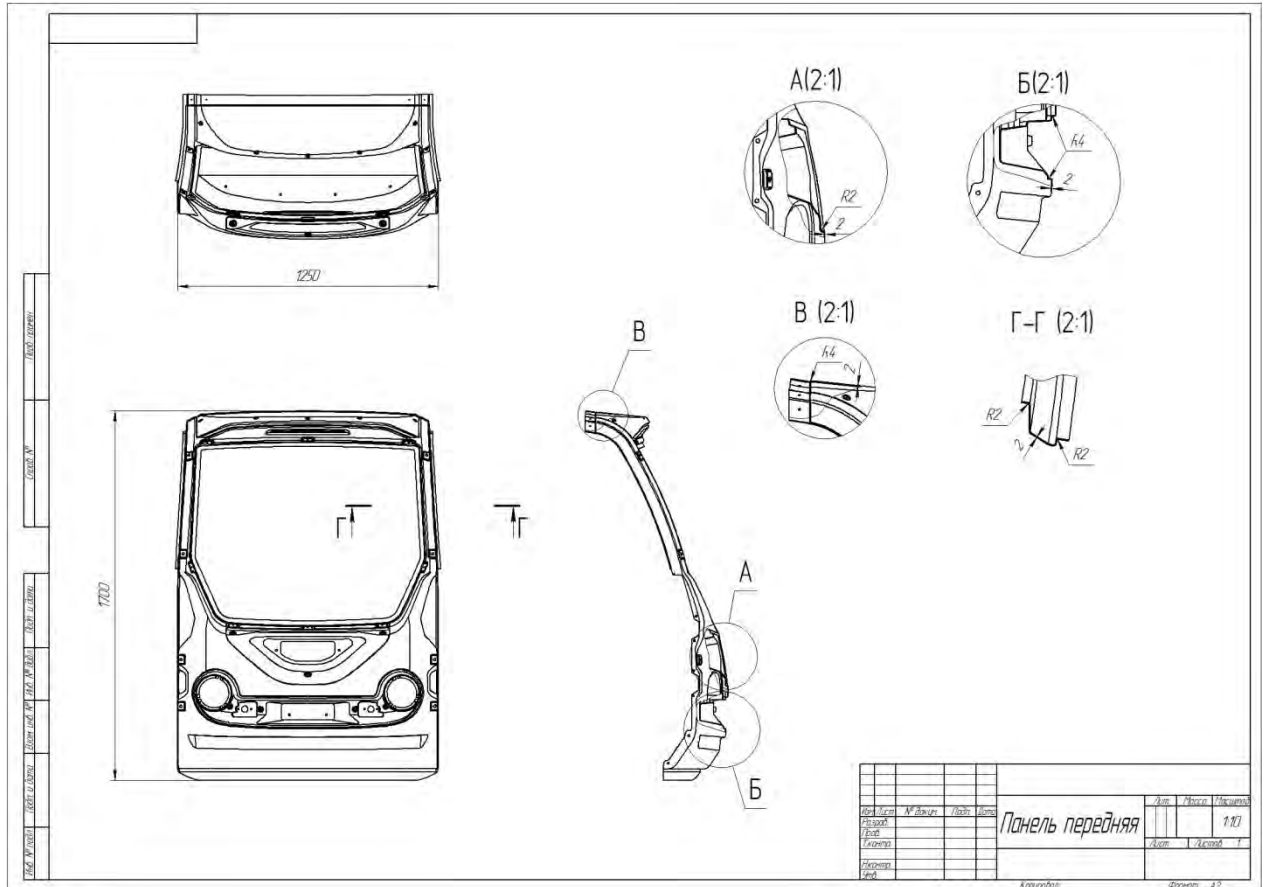


Рисунок 5.8 – Разбивка на панели полимерной оболочки кабины МТС



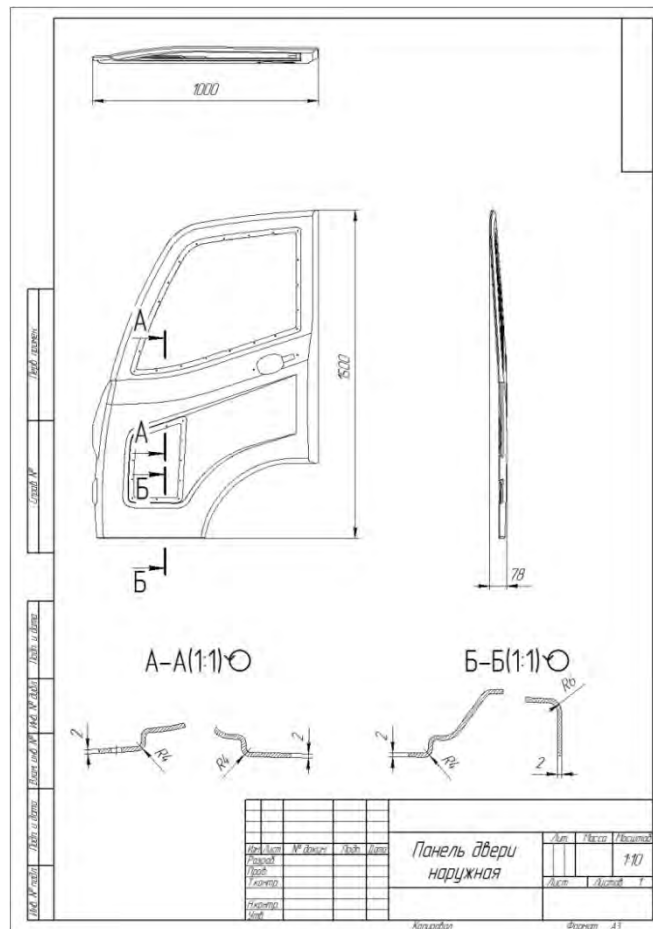
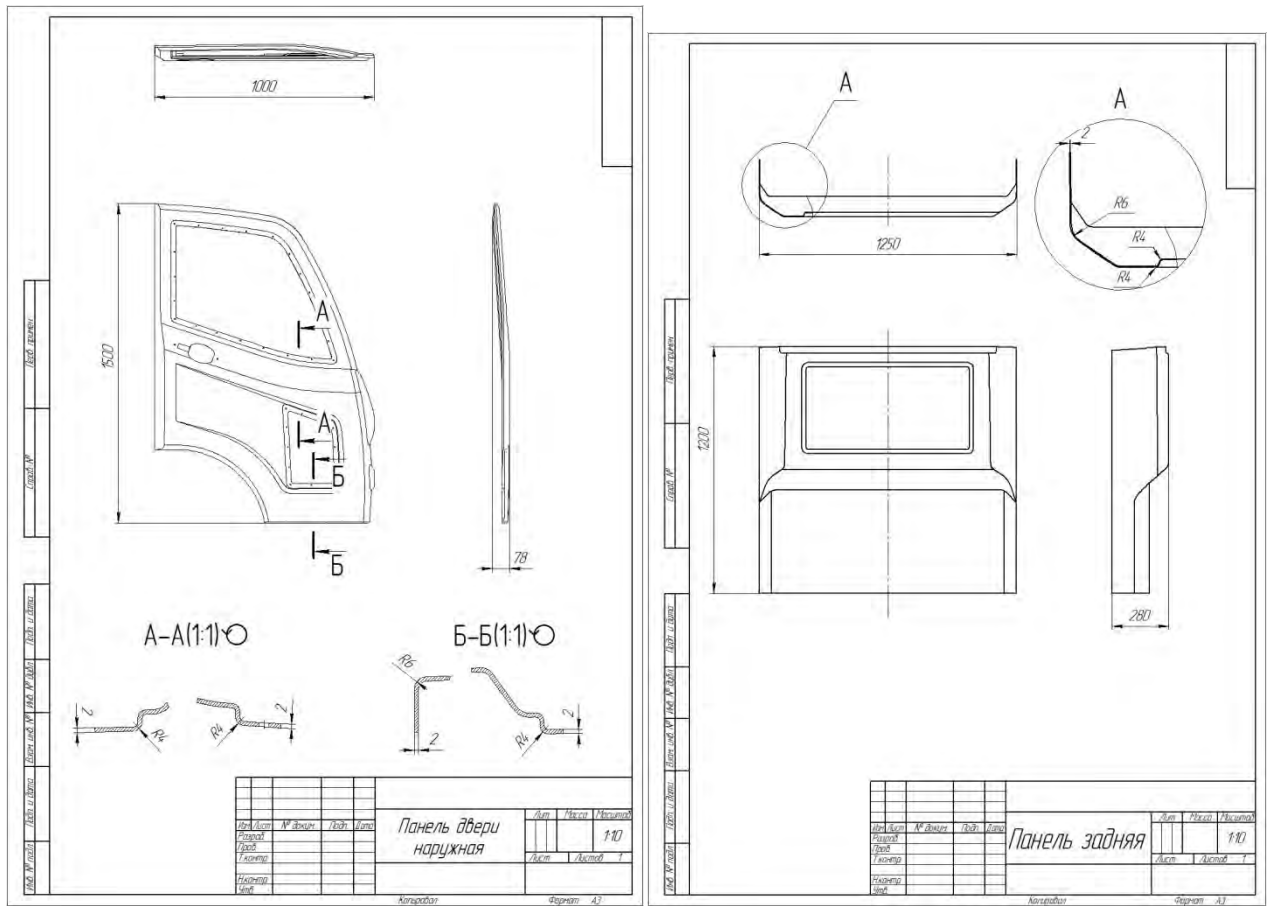


Рисунок 5.9 – Проектная документация по полимерным панелям МТС



Рисунок 5.10– Экстерьер и интерьер кабины МТС



Рисунок 5.11– Экспериментальный образец МТС

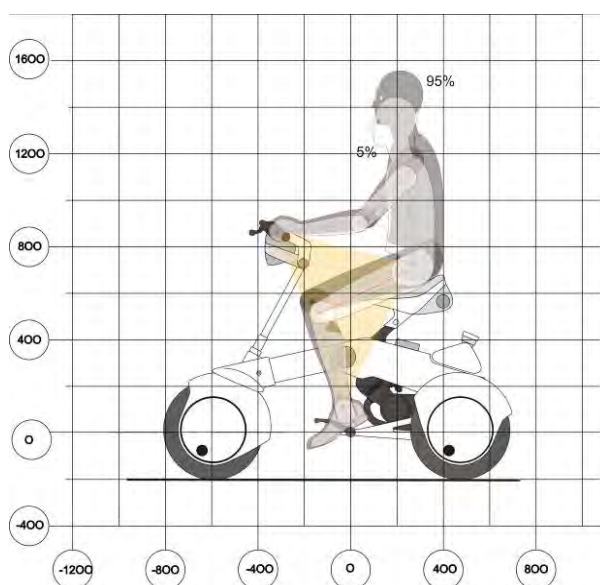


Рисунок 5.12–Трицикл прогулочного назначения (ОАО «Ижмаш»)



Рисунок 5.13 – Детское багги (ООО «Инженерный центр «i-Дизайн»)



Рисунок 5.14 – Трициклутилитарного назначения
(ООО «Инженерный центр «i-Дизайн»)



Рисунок 5.15 – Квадрицикл утилитарного назначения
с автомобильным типом управления(ООО «Инженерный центр «i-Дизайн»)

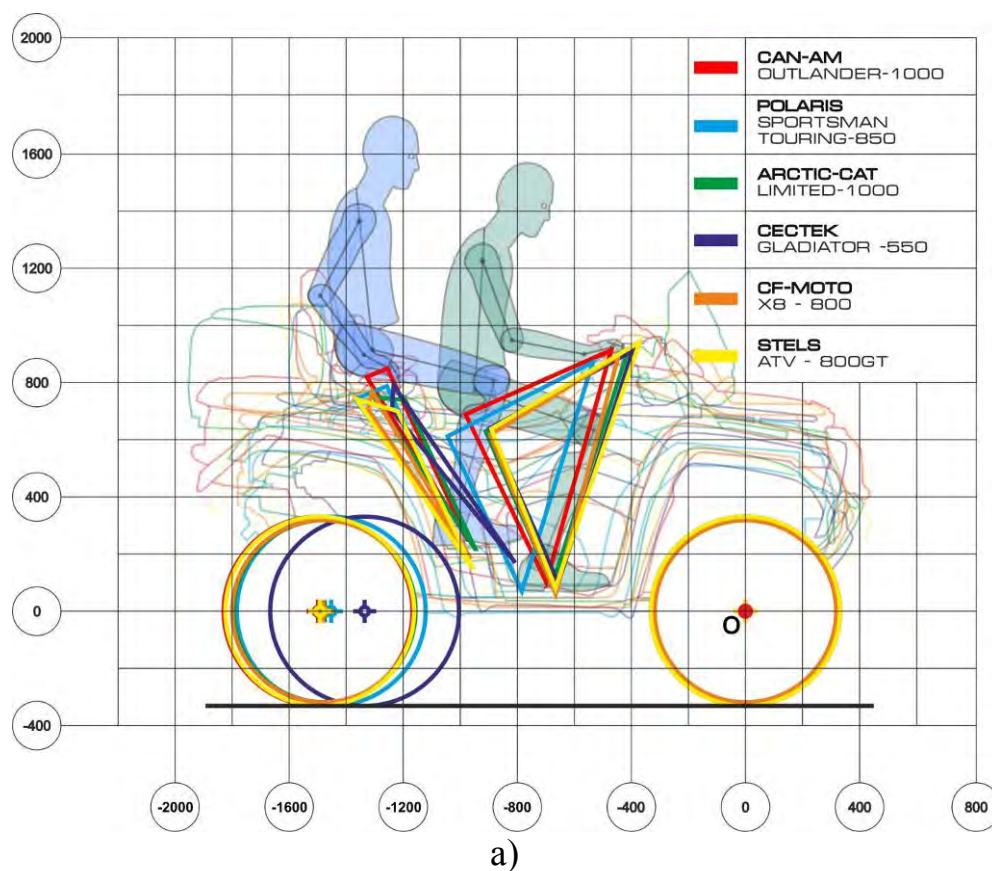


Рисунок 5.16 – Квадрицикл автомобильного типа
(ООО «Инженерный центр «i-Дизайн»)

5.2. Дизайн-проекты перспективных малогабаритных транспортных средств

Дизайн-проект двухместного квадрицикла мотоциклетного типа

Анализ посадочного треугольника водителя и пассажира (В-П) на примере различных моделях двухместных квадрициклов с двигателями свыше 500 см³ (рисунок 5.17) позволяет выявить общие закономерности МПС МТС. На рисунке 5.17 представлено сравнение посадочных схем В-П существующих квадрициклов при совмещении точек θ и H . При сформированных схемах выявлены закономерности подобных треугольников пассажира. Проанализировав посадочные треугольники различных моделей квадрициклов с двигателями свыше 500 см³ (1. *BRP Can-Am Outlander-1000 XT*; 2. *Arctic Cat 1000 Mud Pro*; 3. *Polaris Sportsman 850 Touring*; 4. *Ceatek Gladiator 500EFI*; 5. *CFMOTO CF800-X8 EFI*; 6. *Stels ATV800GT max*).



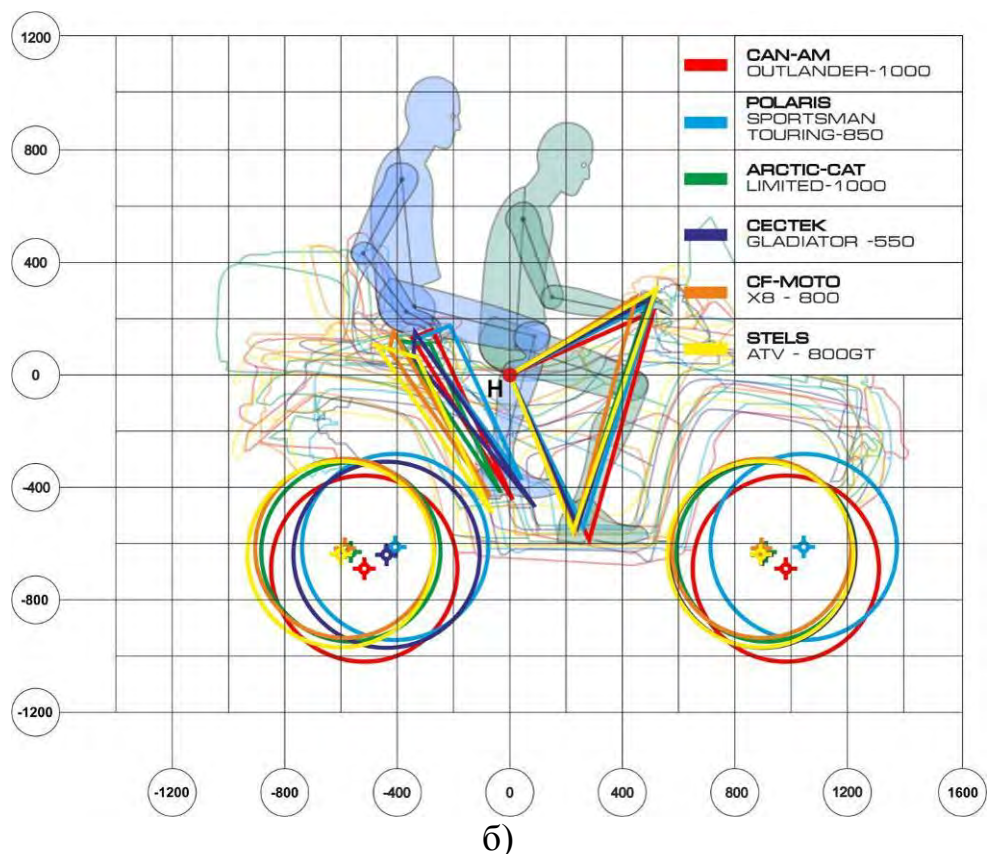


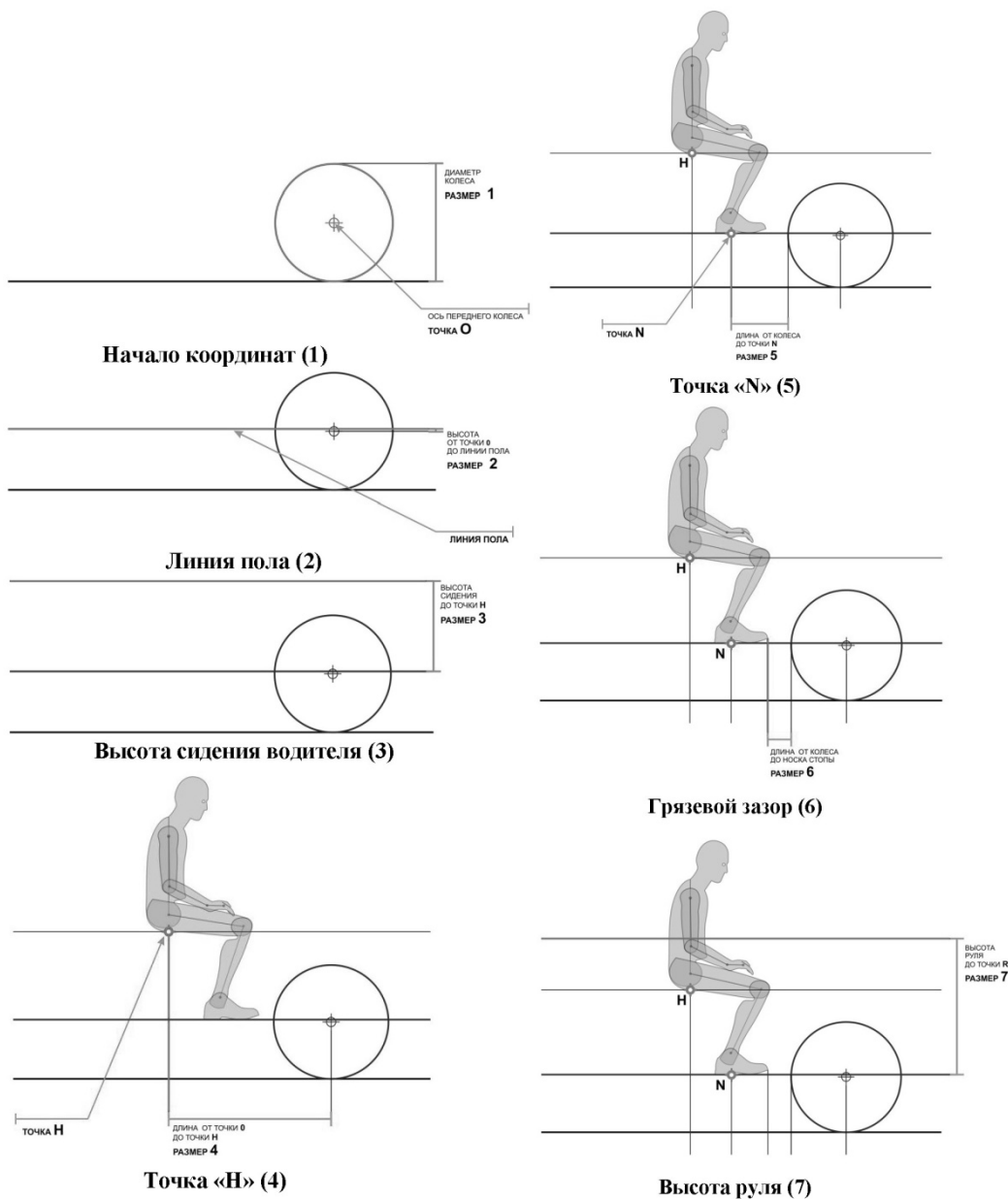
Рисунок 5.17 – Антропометрическая сетка квадрициклов – сравнение моделей, [мм] (каждой модели присвоен цветовой код в правом углу): а) сравнение схем посадки аналогов при совмещении точки « θ »; б) сравнение схем посадки аналогов при совмещении точки « H »

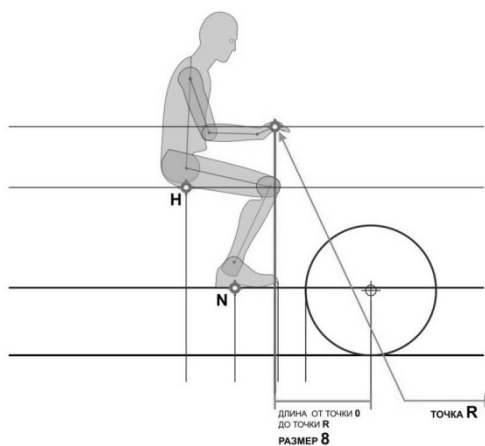
На основании сформированы таблицы рекомендованных параметров для МТС (таблица 5.3). На рисунке 5.12 – моделирование МПС МТС.

Таблица 5.3 – Рекомендуемые параметры для моделирования МПС двухместных квадрициклов

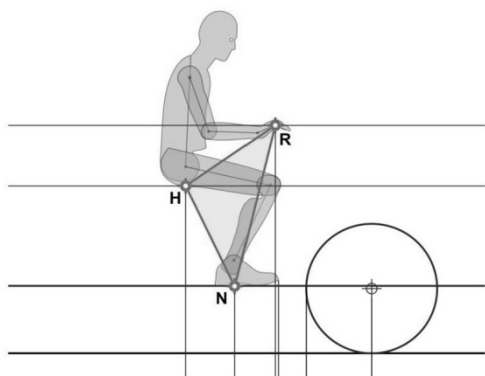
Наименование параметра	Значение параметра, [мм]
1. Диаметр колеса	635 – 660
2. Высота от точки θ до линии пола	20– 80
3. Высота сидения до точки H	550 – 590
4. Длина от точки θ до точки H	900 – 1000
5. Длина от переднего колеса до точки N	340– 370
6. Длина от переднего колеса до носка пятки водителя	120 – 180
7. Высота руля до точки R	810– 860
8. Длина точки θ до точки R	380 – 490

9. Высота от точки H до точки H_2	65 – 120
10. Длина от точки H до точки H_2	320 – 420
11. Длина от точки H_2 до оси заднего колеса	130 – 170
12. Высота от точки N до точки N_2	90 – 140
13. Длина от точки N до точки N_2	255 – 300
14. Длина от заднего колеса до пятки стопы пассажира	60 – 100
15. Длина от точки H_2 до точки R_2	50 – 100
16. Высота от точки H_2 до точки R_2	-15 – 40
Колесная база	1440 – 1490
Высота седла	880 – 910
Дорожный просвет	260 – 290

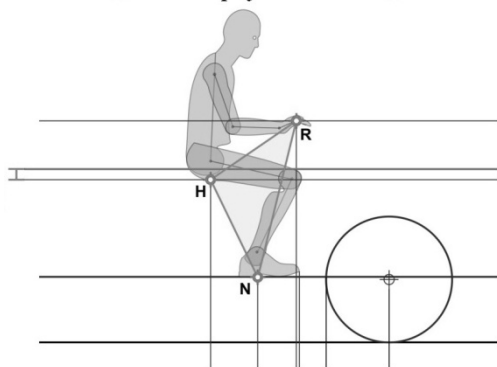




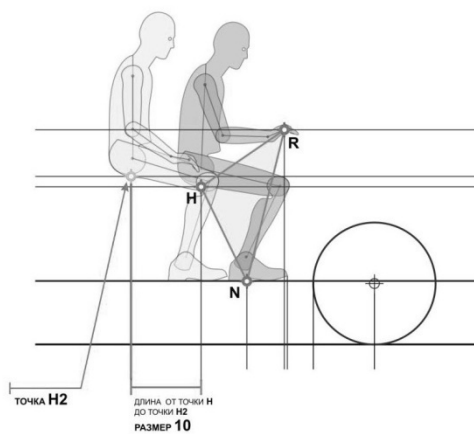
Точка «R» (8)



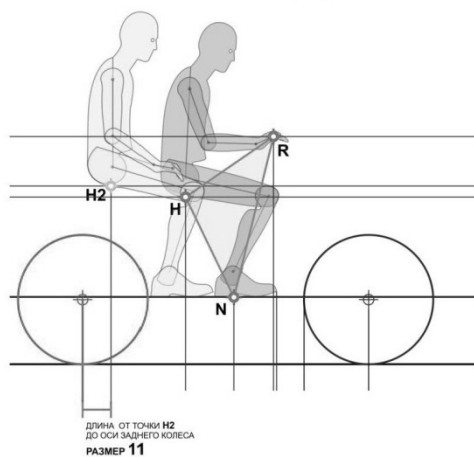
Посадочный треугольник водителя



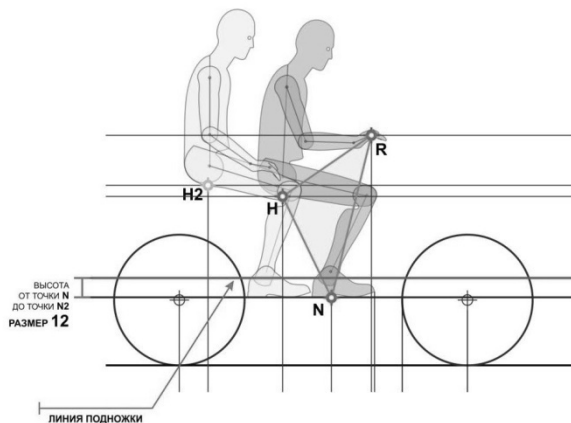
Высота сидения пассажира (9)



Точка «H2» (10)



Колесная база и грязевой зазор (11)



Высота подножки (12)

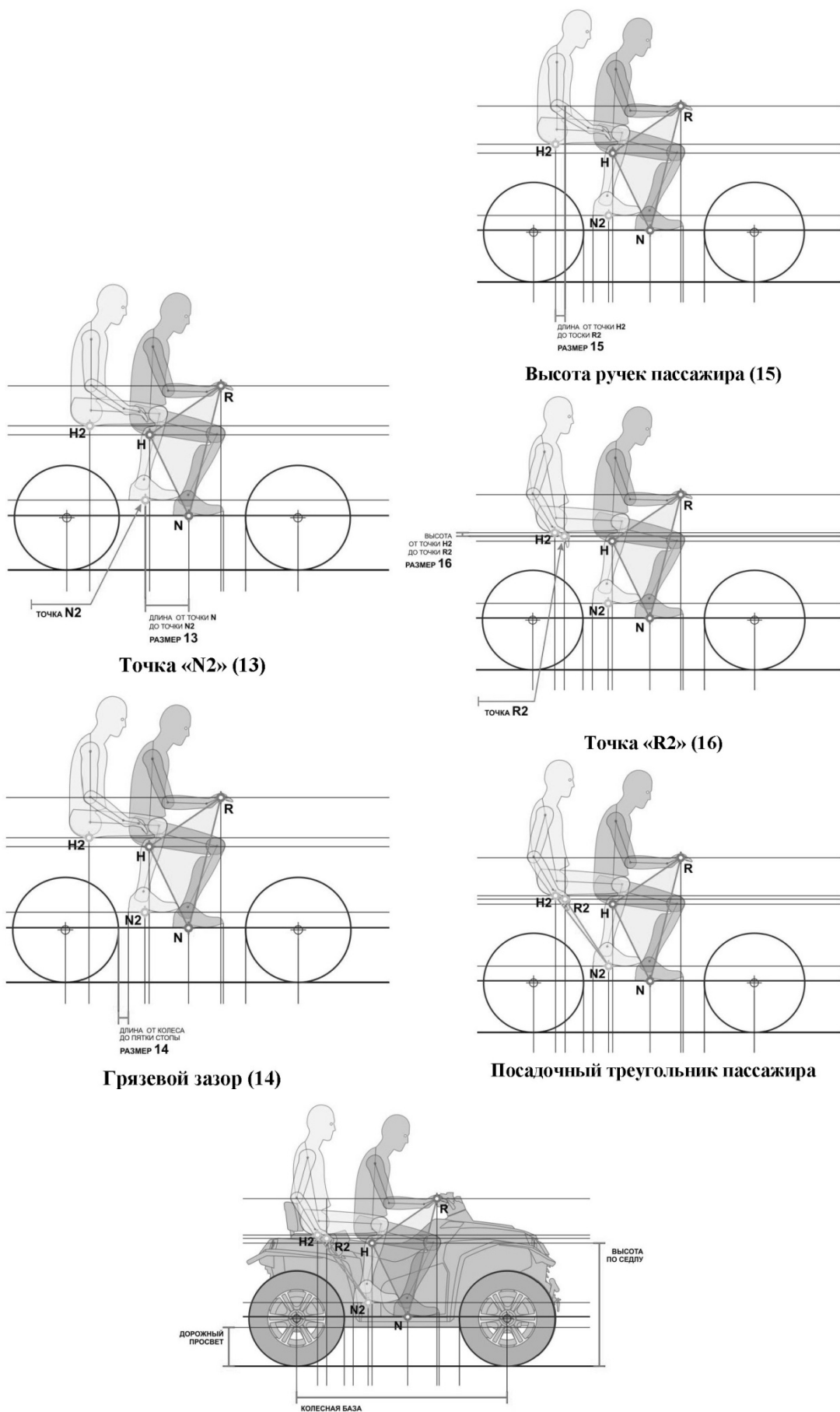


Рисунок 5.18 – Моделирование МПС квадрицикла



Рисунок 5.19 – Дизайн-проект квадрицикла мотоциклетного типа





Рисунок 5.20 – Выбор материала и разбивка на панели у квадрицикла
Дизайн-проект МТС коммерческого назначения



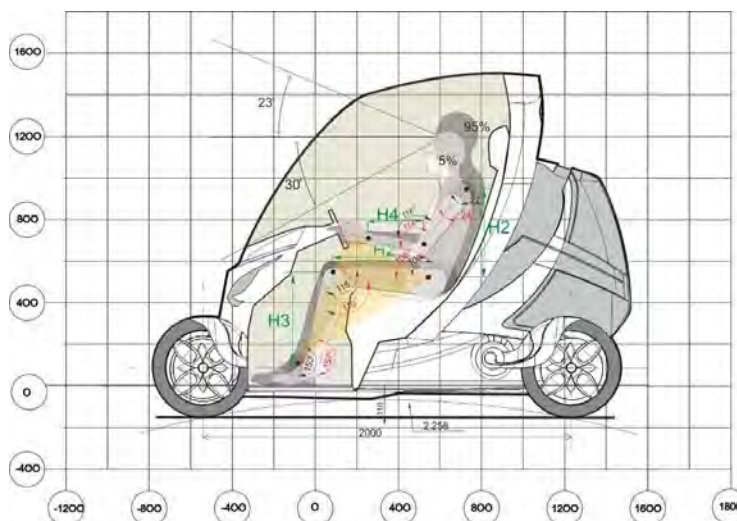
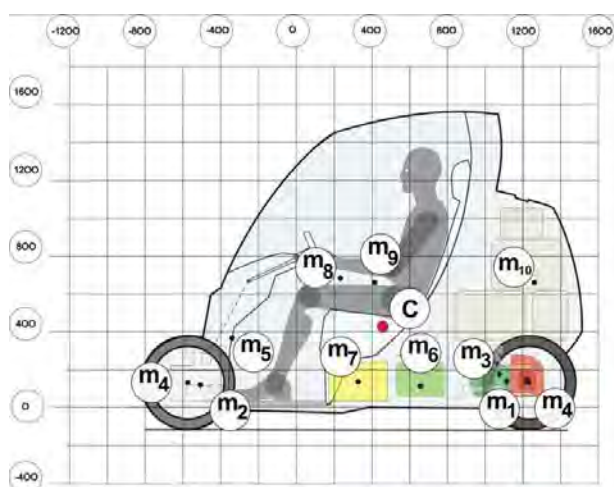


Рисунок 5.21– Антропометрическая схема МТС (5% и 95% перцентиль)



Наименование	Значение, кг
m_1 Электропривод + полуоси	35
m_2 Передняя подвеска	10
m_3 Задняя подвеска	12
m_4 Пара колес + торм.	25
m_5 Рулевое управление	20
m_6 Электрооборудование+ штатная АКБ	20
m_7 Тяговая АКБ	80
m_8 Кузов и неучтенные части конструкции	100
m_9 Манекен	75,6
m_{10} Полезный груз	80

Рисунок 5.22– Схема центра масс МТС

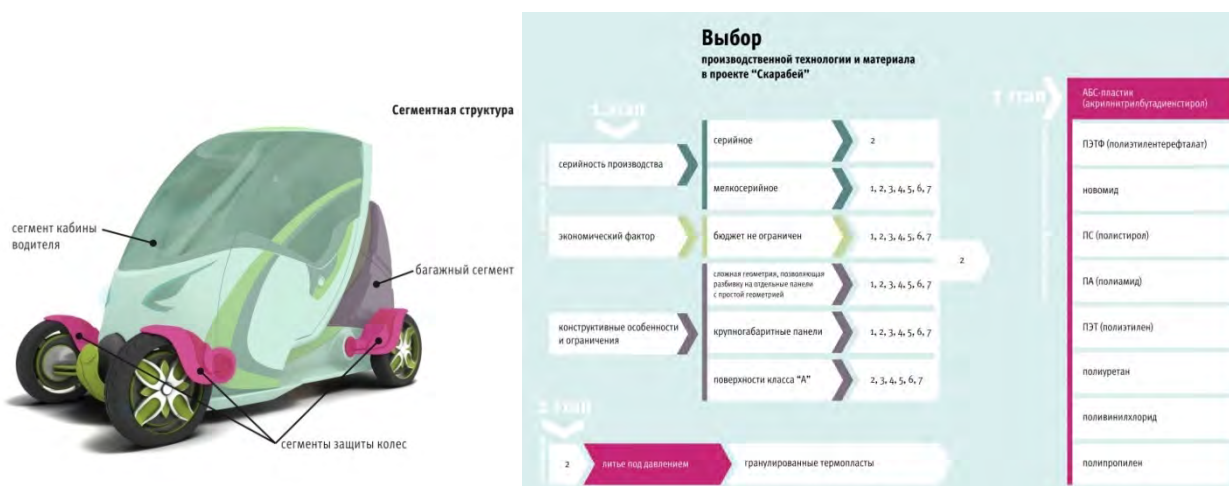


Рисунок 5.23 – Выбор материалов и разбивка на сегменты кузова МТС

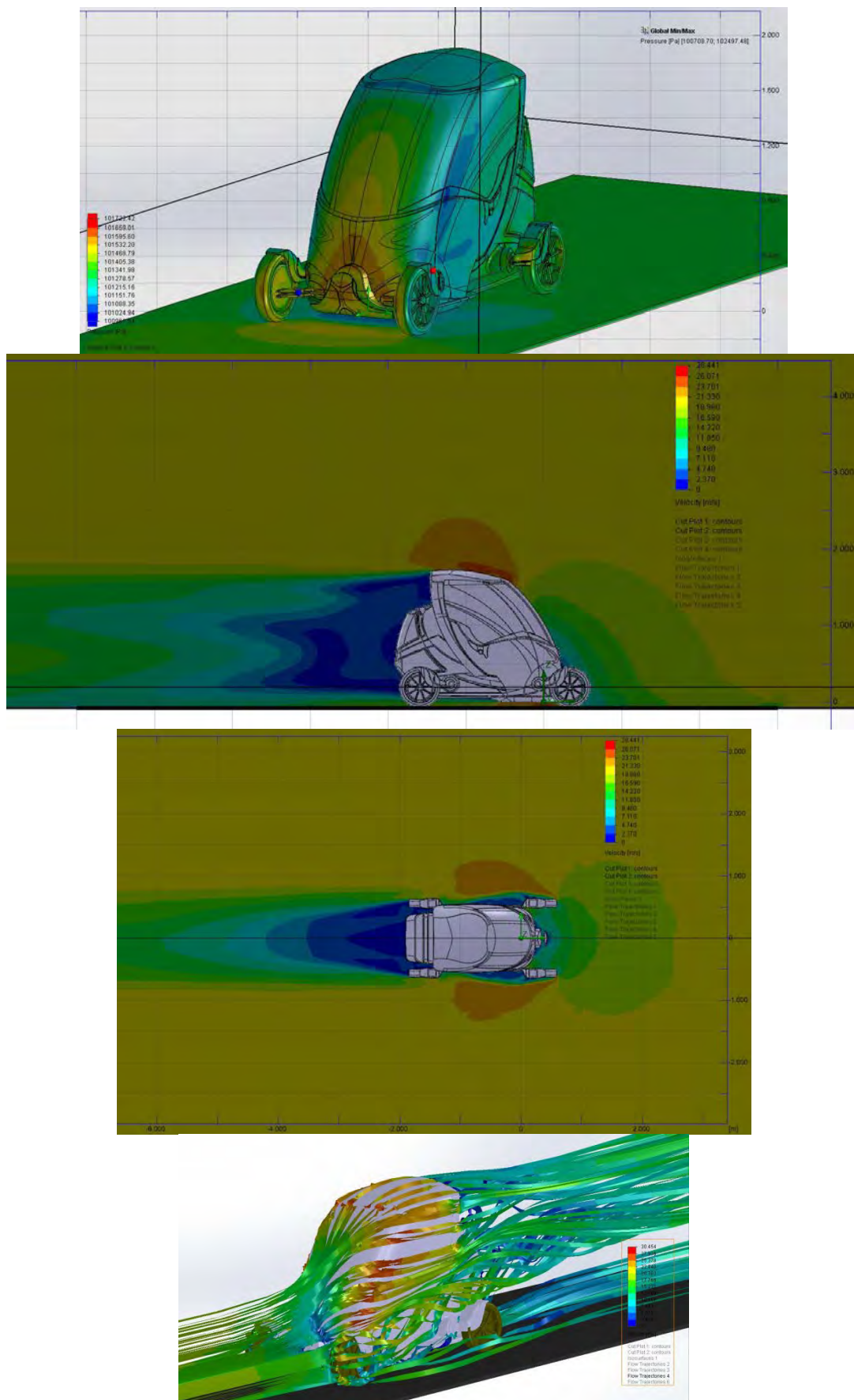


Рисунок 5.23 – Выбор материалов и разбивка на сегменты кузова и обтекание модели воздушным потоком

Большой угол наклона лобового стекла способствует плавному разделению потока, небольшая зона завихрения образуется только в нижней части около щитка. Резкий обрыв за кабиной с переходом в багажное отделение ухудшают аэродинамику, создавая отрыв потока и завихрения. задняя часть АТС резко обрублена, это создает завихрения, скорее всего задняя часть будет страдать от грязи, но для этого требуются дополнительные расчеты. Открытое заднее колесо вблизи кузова так же создает препятствие для свободного протекания потока, способствует завихрениям, увеличивая зону срыва потока и зону завихрения. Отчетливо виден вихрь, идущий от переднего колеса, грязь, поднятая с дороги передним колесом будет оседать на двери АТС. От задних колес поднятая грязь будет оседать на транспорте, идущем следом. Коэффициент лобового сопротивления $C_x = 0,451$.

Дизайн-проект трицикла городского назначения



Габаритные размеры (мм)

Длина.....	2450
Ширина.....	1450
Высота.....	1750
Дорожный просвет.....	250
Колесная база.....	1750

Ортогональные проекции

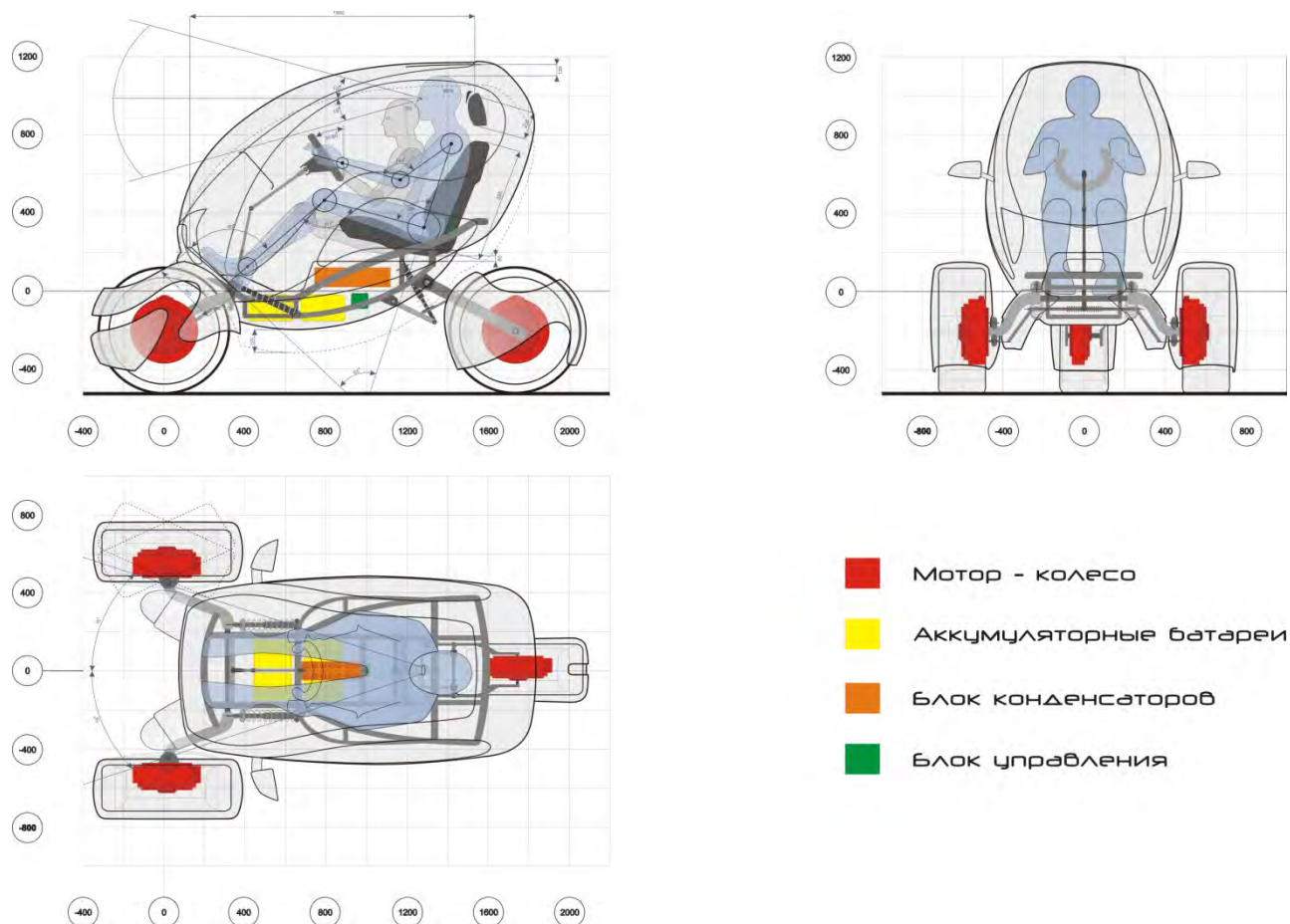


Рисунок 5.24 – Ортогональные проекции компоновочная схематрицикла

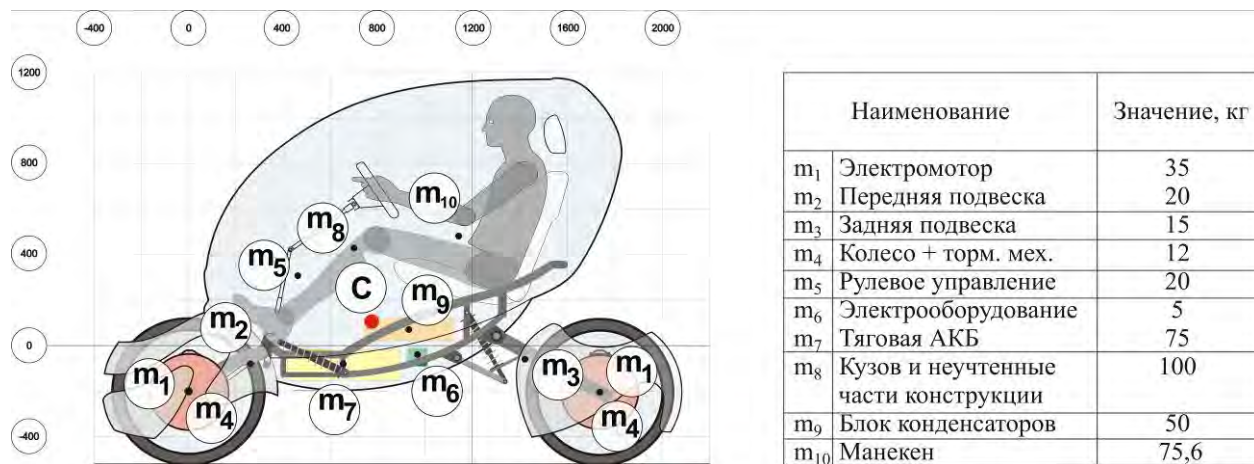


Рисунок 5.25– Определение центра масс трицикла



Рисунок 5.26 – Демонстрационные изображения трицикла
Дизайн-проект перспективного двухместного МТС городского назначения



Рисунок 5.27 – Демонстрационное изображение МТС

M 1:10

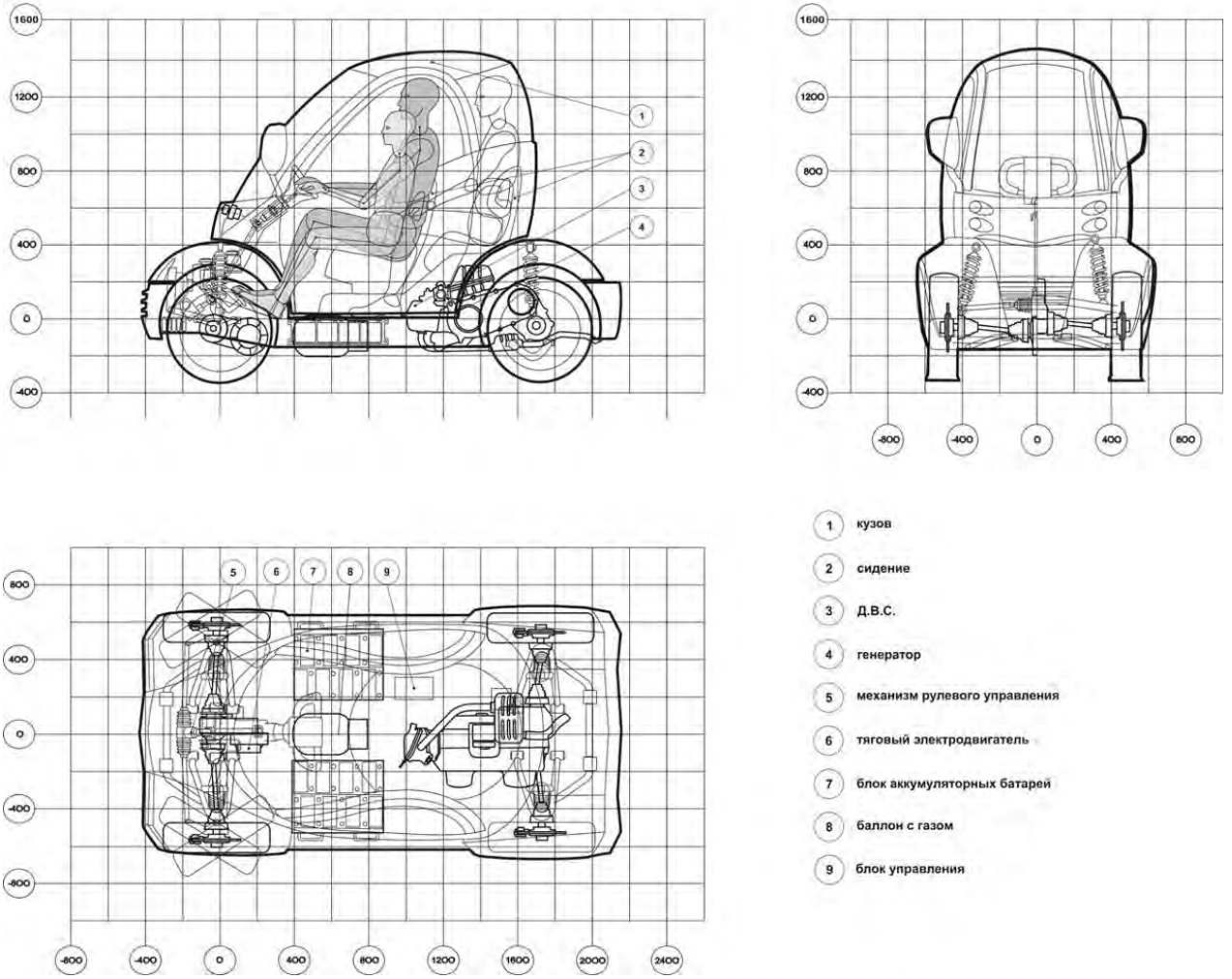


Рисунок 5.28 – Компоновочная схема МТС

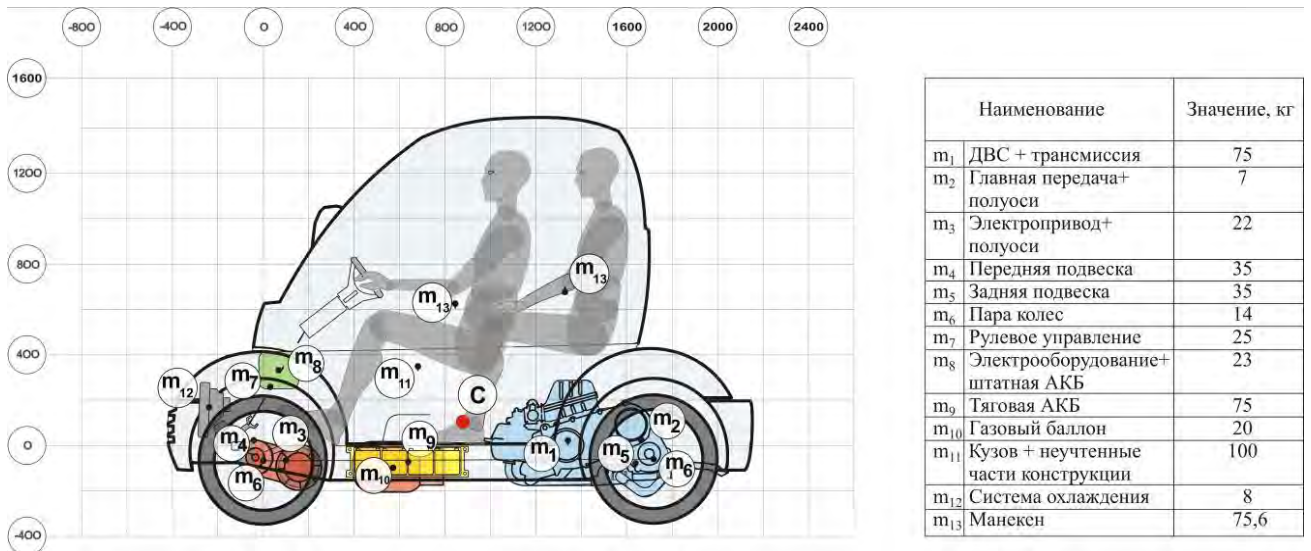


Рисунок 5.29– Определение центра масс МТС

Дизайн-проект мотовездехода на гусеничной тяге

Анализируя посадочный треугольник на различных моделях снегоходов утилитарного и туристического классов с двигателями свыше 500 см³ легко выявить особенности посадки для каждой модели (рисунки 5.30, 5.31).

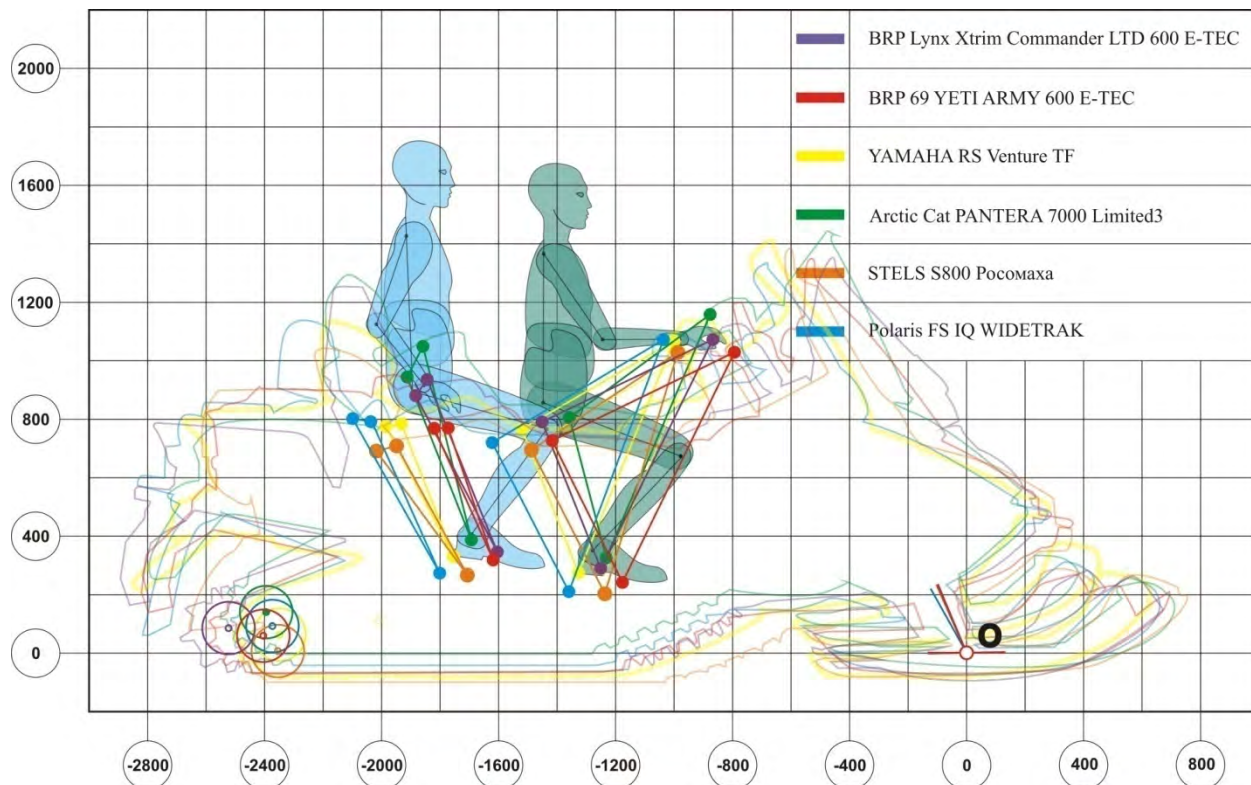


Рисунок 5.30 – Сравнение схем посадки аналогов при совмещении точки «O»

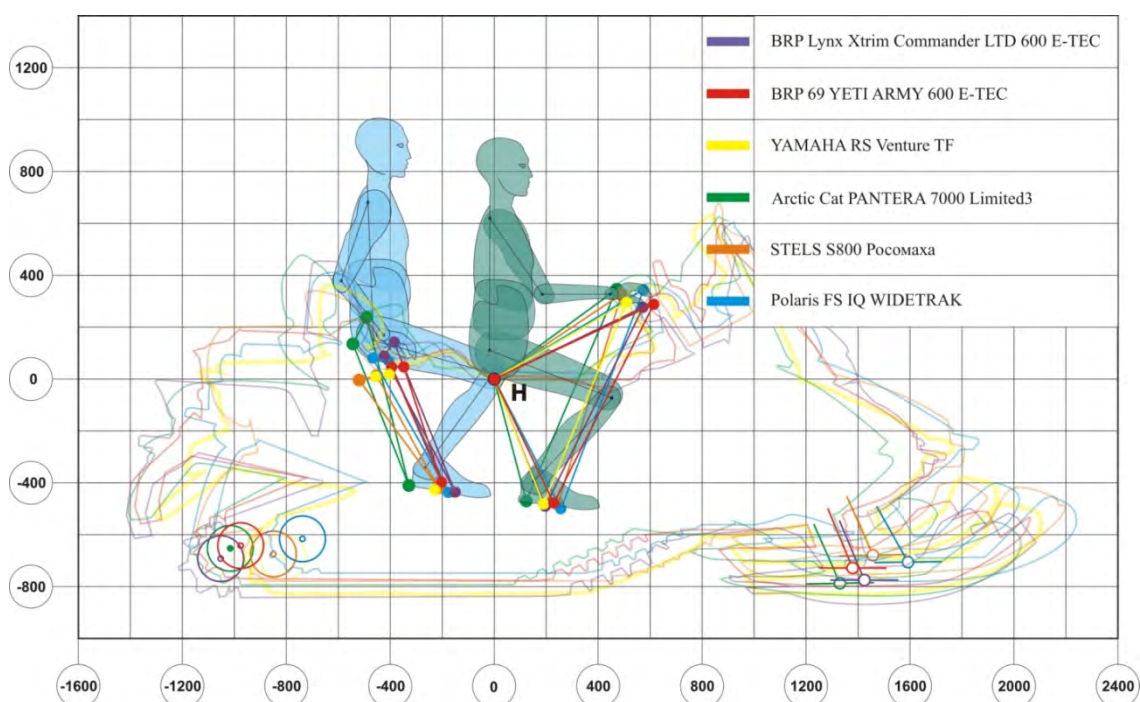


Рисунок 5.31 – Сравнение схем посадки аналогов при совмещении точки «H»

Проанализировав посадочные треугольники различных моделей снегоходов утилитарного и туристического классов с двигателями свыше 500 см³, сформирована таблица рекомендованных параметров (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Рекомендуемые параметры для моделирования МПС двухместных снегоходов

Наименование параметра (шага)	Значение параметра, [мм]
1. Длина лыжи	1084 – 1200
2. Угол между линией пола и поверхности земли	7 – 10°
3. Высота до точки H	726 – 760
4. Длина от точки θ до точки H	1300 – 1612
5. Длина от точки θ до точки N	1107 – 1357
6. Длина от лыжи до стопы водителя	453 – 656
7. Высота до точки R	970 – 1100
8. Длина точки H до точки H₂	335 – 445
9. Длина от точки H₂ до оси заднего ролика	370 – 670
10. Длина от точки H₂ до точки R₂	0 – 100
11. Длина от точки θ до точки R	740 – 1016
12. Длина от оси заднего ролика до точки N₂	570 – 940
13. Длина от точки N₂ до поверхности земли	290 – 380
14. Длина от точки H₂ до поверхности земли	748 – 903
15. Длина от точки R₂ до поверхности земли	730 – 1004
Длина от оси заднего ролика до оси лыжи	2450
Высота седла	720 – 830

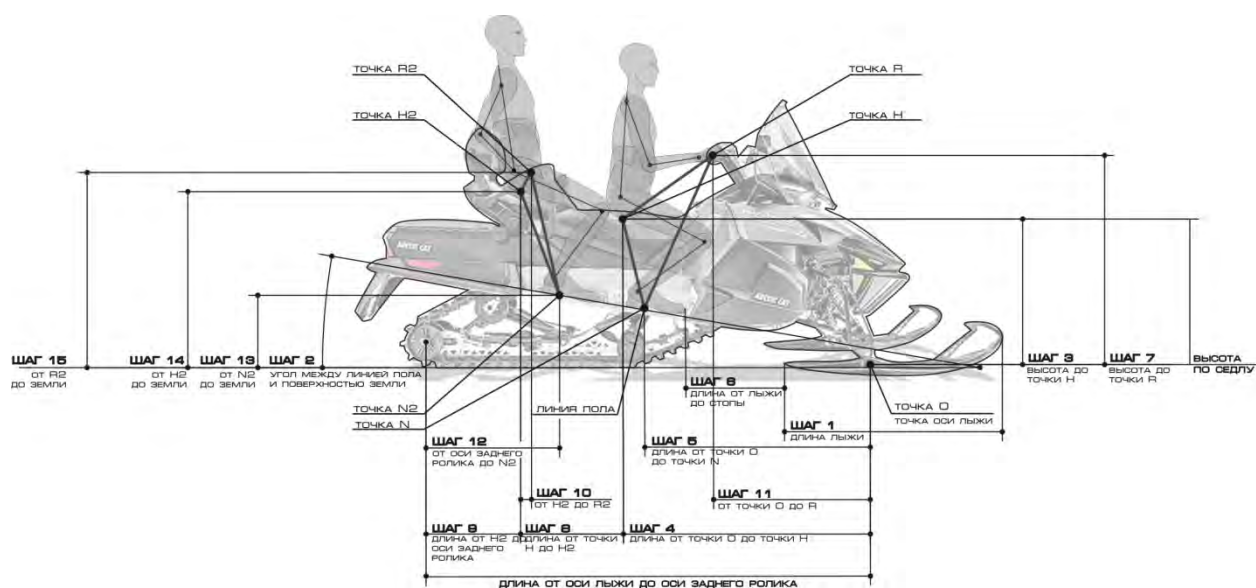


Рисунок 5.32 – Алгоритм моделирования МПС

На основании данных, полученных при анализе эргономических схем аналогов был выявлен посадочный треугольник водителя и пассажира мотовездехода по данному дизайн проекту (рисунок 5.33)

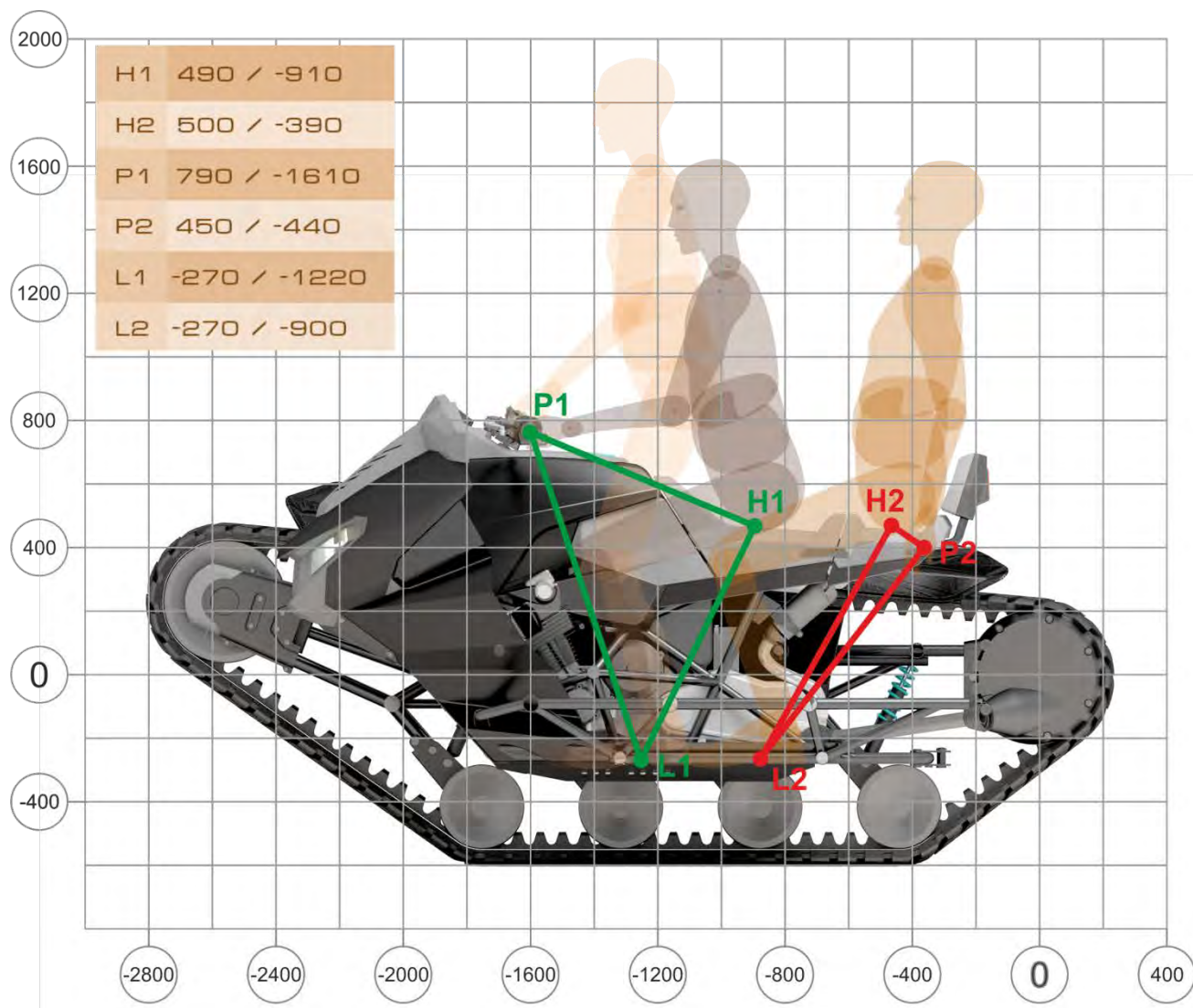


Рисунок 5.33 – Эргономическая схема мотовездехода



КОНСТРУКТОРСКОЕ РЕШЕНИЕ

Основой силовой структуры стала трубчатая конструкция - оптимальный вариант достижения легкости, удобства эксплуатации и ремонтопригодности. Сердце мотовездехода - 1200 кубовый двигатель, выдает достаточную для преодоления любых препятствий мощность. Рулевое управление осуществляется благодаря интеллектуальной системе сцепления. Крутящий момент передается посредством шруса на каждый ведущий ролик отдельно.

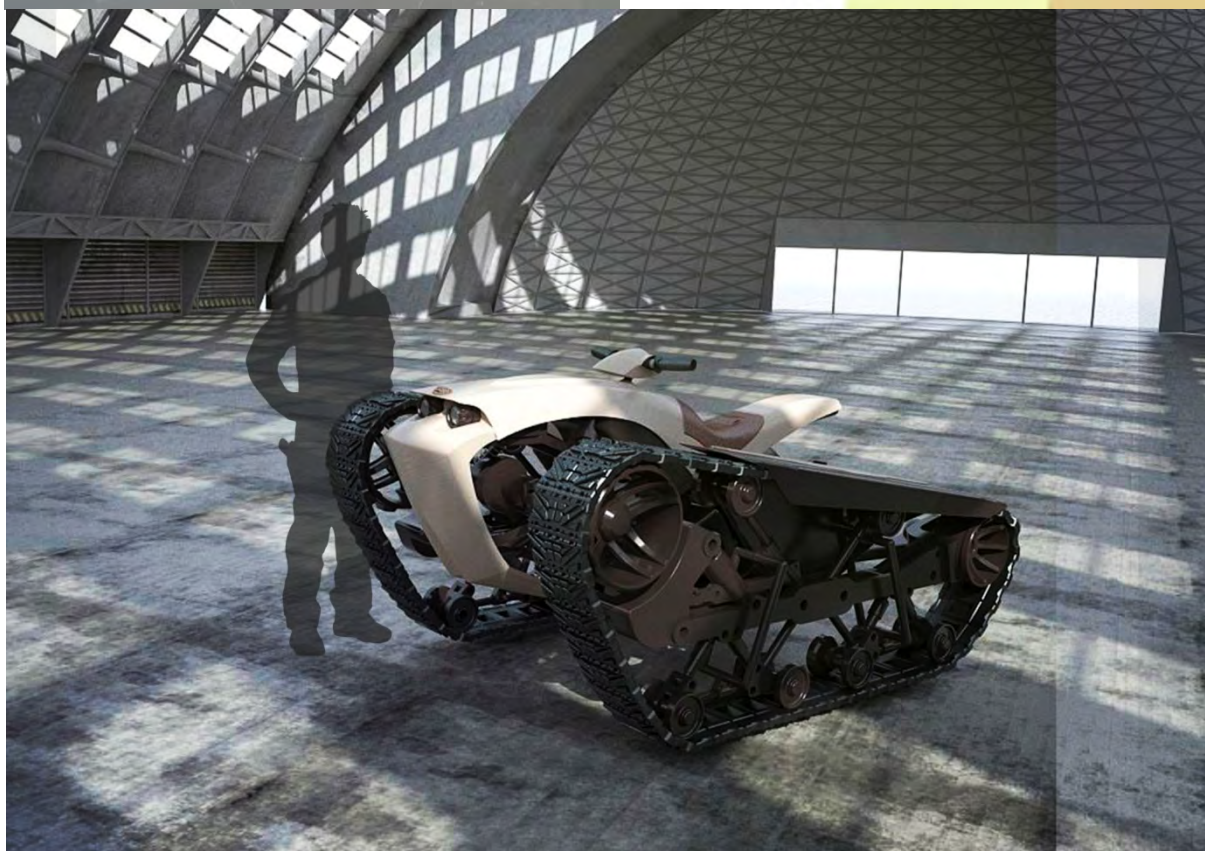


Рисунок 5.34 – Дизайн-проект мотовездехода на гусеничной тяге

Дизайн-проект наземного транспортного робота

В настоящее время развивается использование роботов во всех сферах деятельности человека. Формы и структуры робототехники могут быть разнообразными, начиная от огромных промышленных манипуляторов и заканчивая миниатюрными биоморфными роботами. Особый интерес в формообразовании представляют наземные транспортные роботы, сочетающие в себе методы и подходы формообразования изделий и транспортных средств одновременно. Основная проблема формообразования данных роботов заключается в их многообразии. Именно данный фактор выдвинул настоятельную необходимость анализа, систематизации и сведения методов формообразования в единую доступную систему для применения в дизайн-проектировании.

Проектирование и моделирование робототехники связаны с специфическими факторами взаимодействия элементов и подсистем по определенным технологическим принципам. Дизайнер не может произвольно формировать внутреннюю и внешнюю форму машины, он должен действовать в рамках определенных конструктивно-технологических ограничений. Вопросы формообразования робототехники решаются в основном на стадии морфологического анализа, где выполняется композиционно-пластическая и знаково-символическая, стилистическая и эстетическая проработка формы проектируемого объекта. Композиционно-пластический анализ основывается на анализе тектоники, объемно-пространственной структуры и цветопластики проектируемой робототехники. Анализ тектоники состоит в проработке типов материала и типов конструкции, видов форм.

Важную роль в системе формообразующих факторов играет определенный функциональный процесс. Поэтому одним из факторов является область применения робототехники и соответственно ее тип, тип конструктивной схемы. Форма робота напрямую зависит от области и места его использования, соответственно можно говорить об определенной

зависимости формы робота от его типа.

В классификации по отраслевым сегментам рынка или по областям применения наземным транспортным роботам относятся складские, сервисные, профессиональные, военные и специализированные роботы. На рисунке 5.35 приведена зависимость форм робототехники от таких факторов, как область применения, тип робототехники и тип конструктивной схемы. Данная схема составлена на основе анализа существующей робототехники и характерных для нее видов форм.

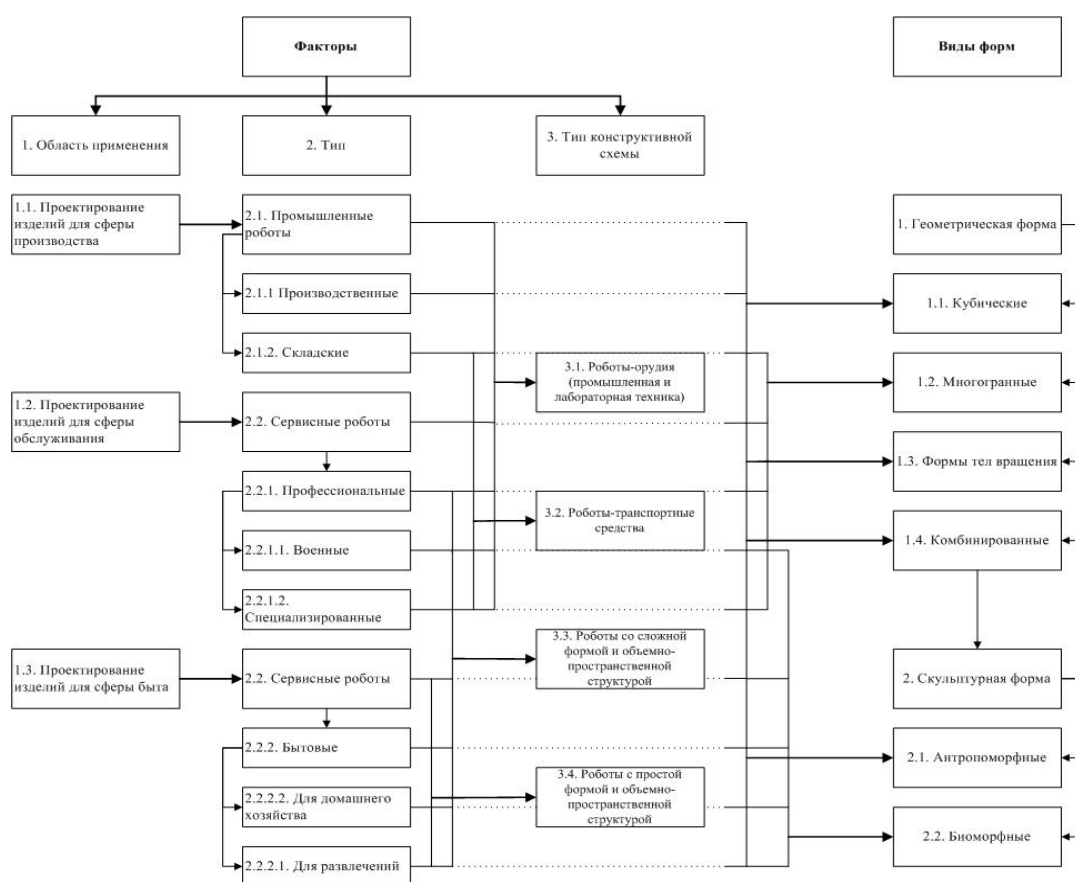


Рисунок 5.35 – Зависимость форм робототехники от факторов

Эти факторы влияют и на выбор функционального или художественно-образного метода проектирования робототехники. Для наземных транспортных роботов характерен функциональный метод проектирования.

Алгоритмы формообразования робототехники также имеют определенные отличия. В алгоритме формообразования наземных транспортных роботов по функциональному методу проектирования первоначально определяется пакет инженерных и эргономических требований к корпусу робота. Обработка

художественной концепции внешней формы ведется значительно позже и ставится в зависимость от инженерных требований. При любом несоответствии техническим параметрам внешняя форма должна быть приведена в соответствие с инженерными требованиями.

Разработанные методологические основы дизайна наземных транспортных роботов апробировались в проекте охранно-патрульного робота совместно с ОАО «Ижевский радиозавод». Проект данного робота с полным алгоритмом формообразования наземных транспортных роботов при функциональном методе проектирования представлен на рисунке 5.36.



Рисунок 5.36 – Проект охранно-патрульного робота

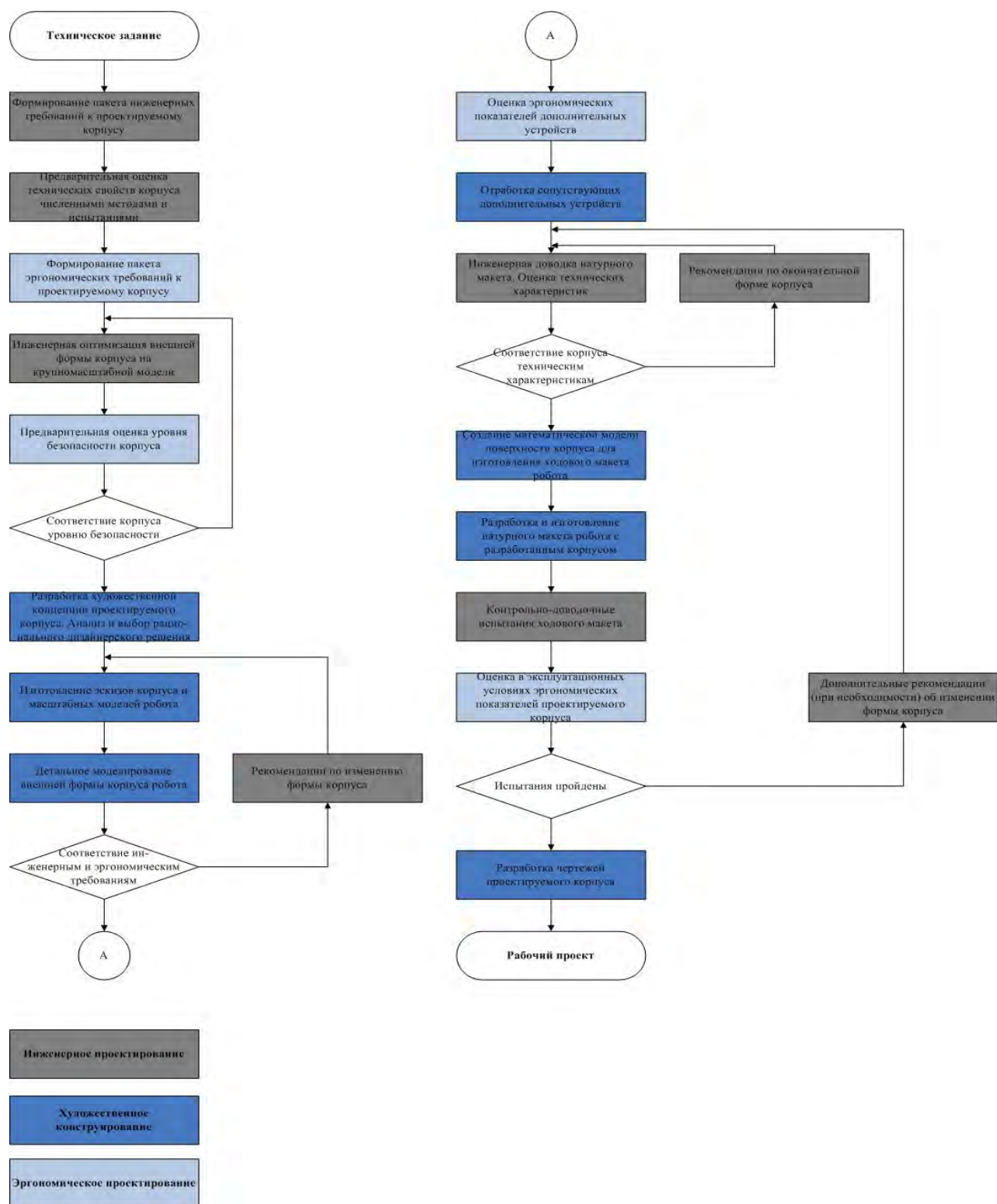


Рисунок 5.37 – Алгоритм формообразования наземных транспортных роботов при функциональном методе проектирования



Дизайн-проект городского малогабаритного транспортного средства



Рисунок 5.40 – Дизайн-проект МТС городского назначения

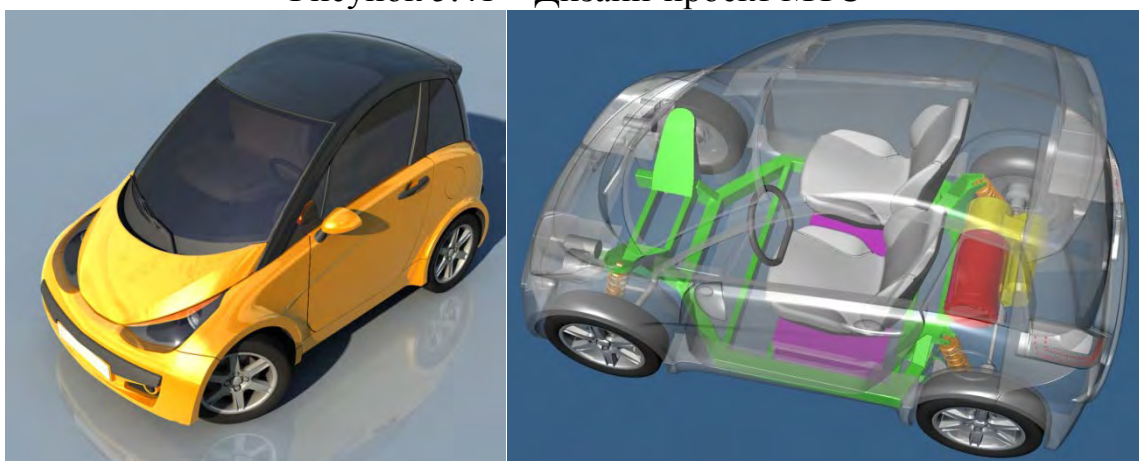
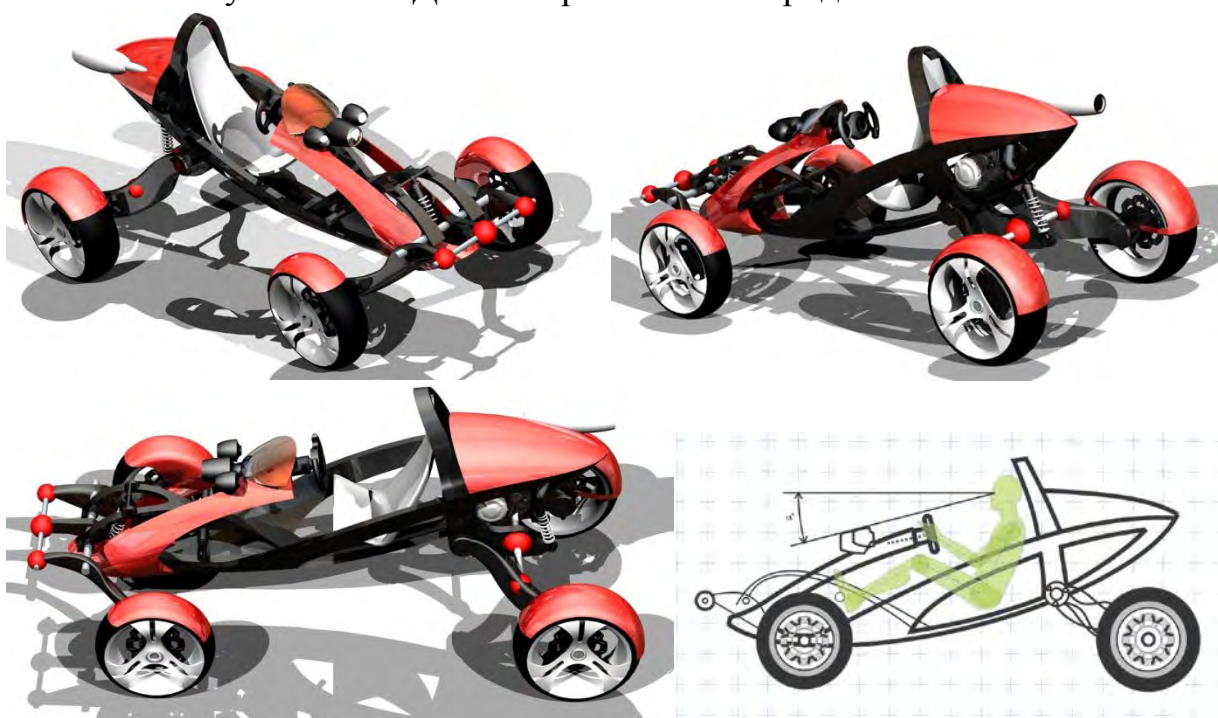




Рисунок 5.42 – Дизайн-проект ЭМТС



Рисунок 5.43 – Дизайн-проект малогабаритной спецтехники

5.3. Оценочный структурный анализ кузова на этапе дизайн-проектирования МТС

Рассмотрим пример оценочного прочностного анализа каркаса МТС. По результатам аэродинамического расчета имеем форму кузова МТС. Построив каркас, производим его расчет. Вариант 1 – Статический расчет от груза и пассажиров. Закрепления наложены в кронштейнах крепления пружин. Нагрузка приложена непосредственно на балки каркаса: от перевозимого груза, батарей АКБ, ЭД, водителя, управляющих устройств. Ориентировочная масса каркаса составила 96 кг.

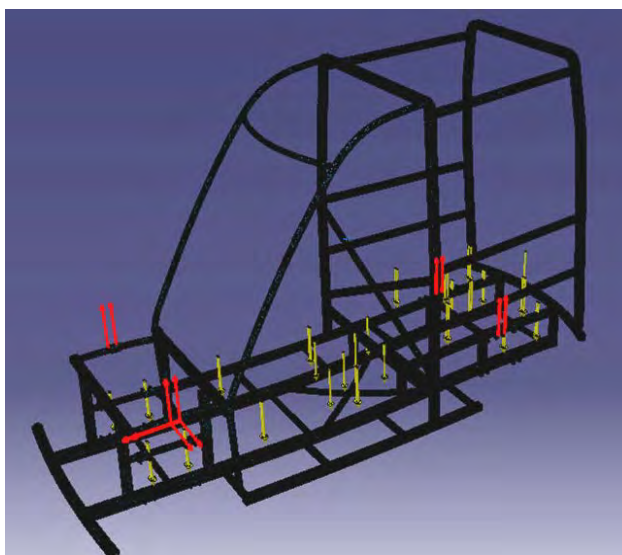


Рисунок 5.44 – КЭМ каркаса с наложенными ограничениями и нагрузкой

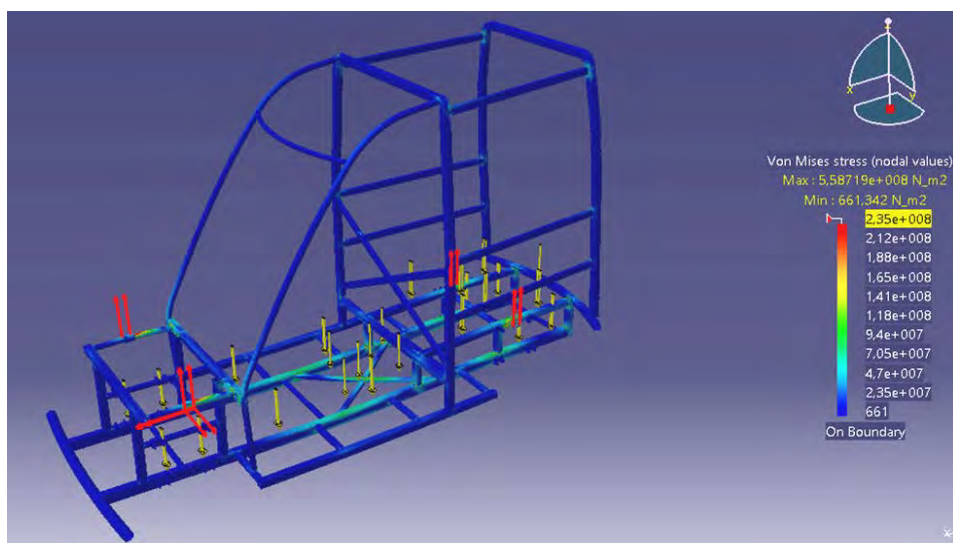


Рисунок 5.45– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 587 МПа

Шкала ограничена пределом текучести стали 235 МПа. Анализ показывает, что опасные участки только в передней части в зоне кронштейна пружины и в задней части.

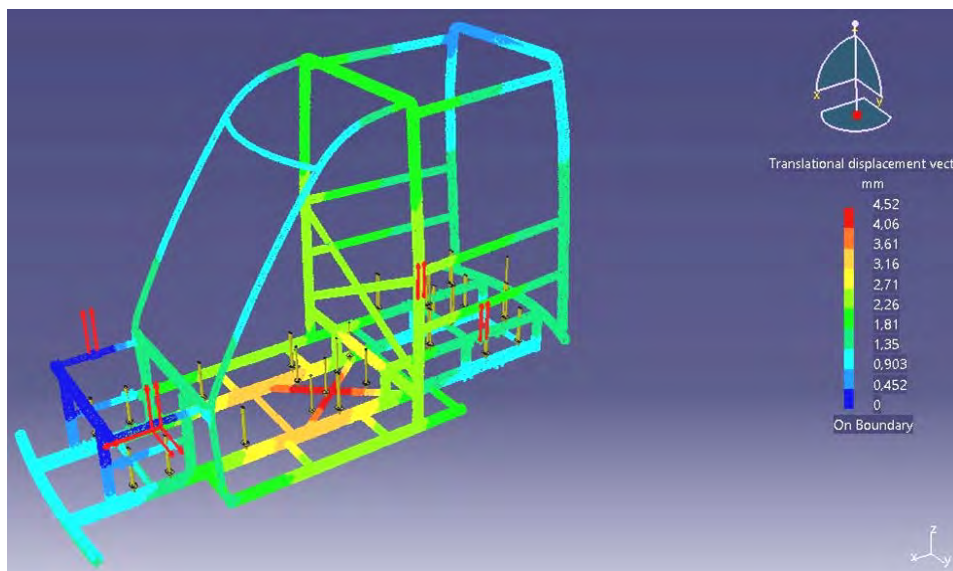


Рисунок 5.46– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное перемещение 4,5 мм

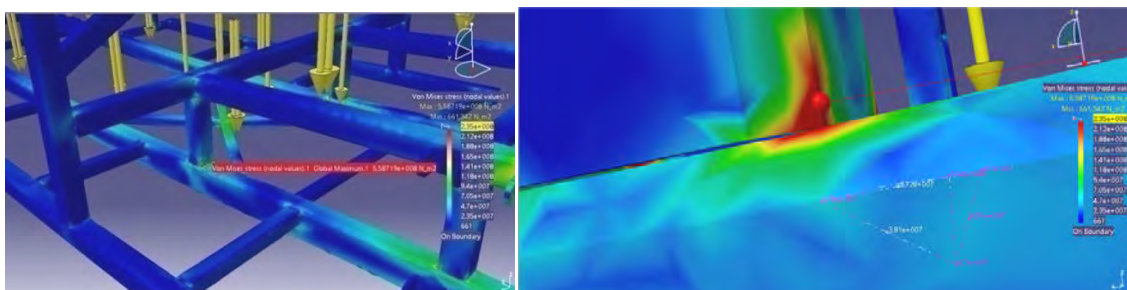


Рисунок 5.47– Напряженно деформированное состояние модели.

Место наибольших напряжений

Максимальные напряжения в стыке труб. В реальности это место будет заварено, поэтому в нашем расчете им пренебрегаем. В передней части требуется усиление в зоне опоры передней подвески.

Вариант 2 – скручивание кузова (когда одна из опор отсутствует). Один из наиболее тяжелых вариантов нагружения каркаса. Происходит скручивания практически всех частей каркаса.

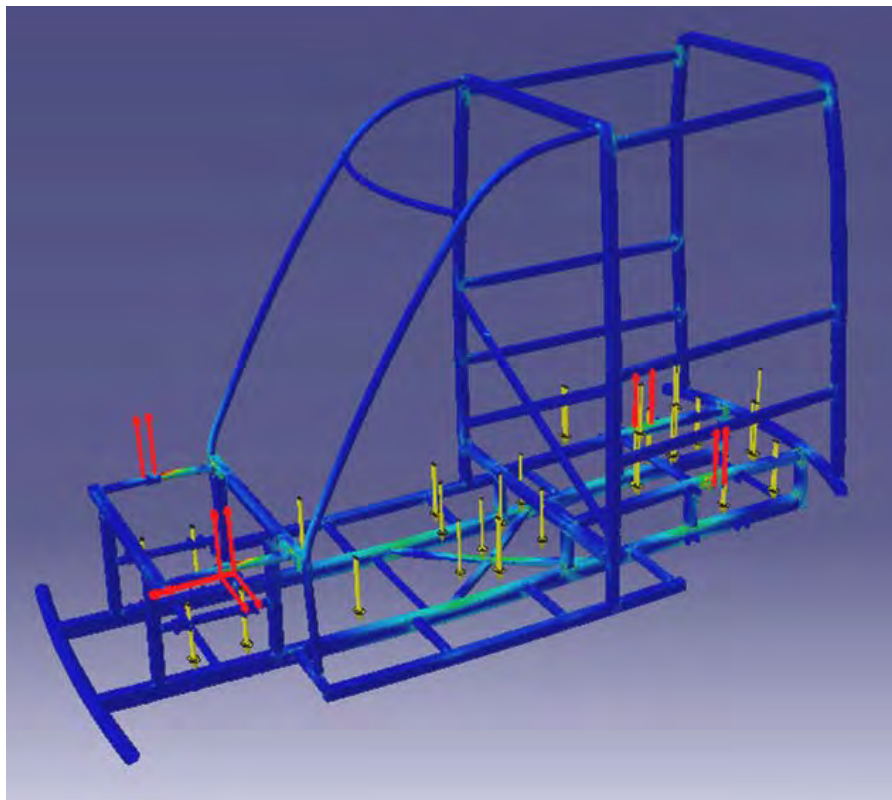


Рисунок 5.48–КЭМ каркаса с наложенными ограничениями и нагрузкой

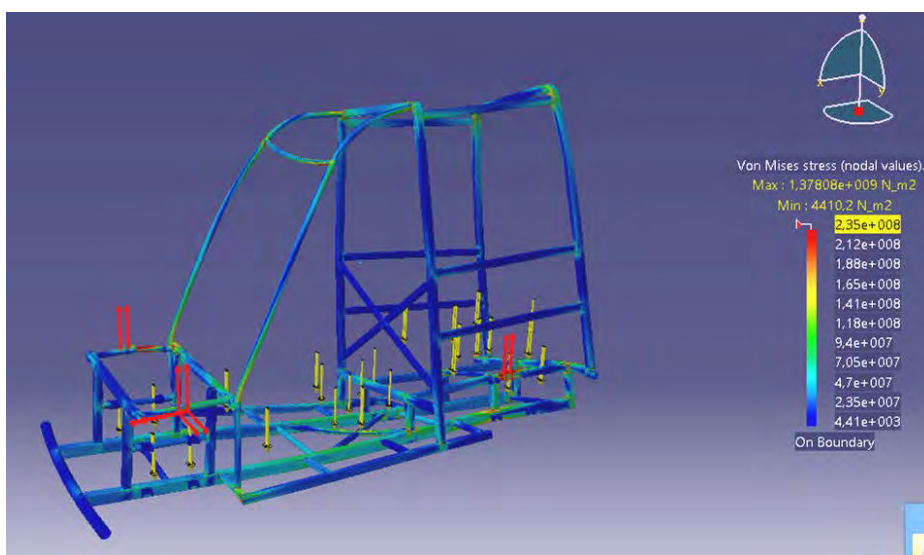


Рисунок 5.49– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 1378 МПа

В этом варианте отчетливо видно, как распространяются напряжения от нагрузок. Практически все трубы каркаса работают. Есть несколько труб, не задействованных в процессе (синий цвет), значит, есть возможность облегчить каркас или усилить его жесткость, за счет введения в действие этих труб.

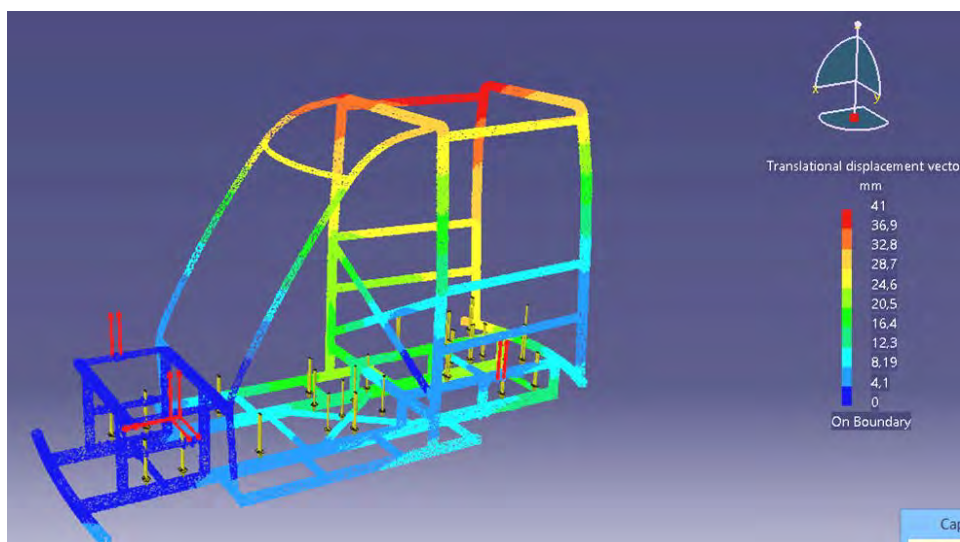


Рисунок 5.50 – Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное перемещение 41 мм

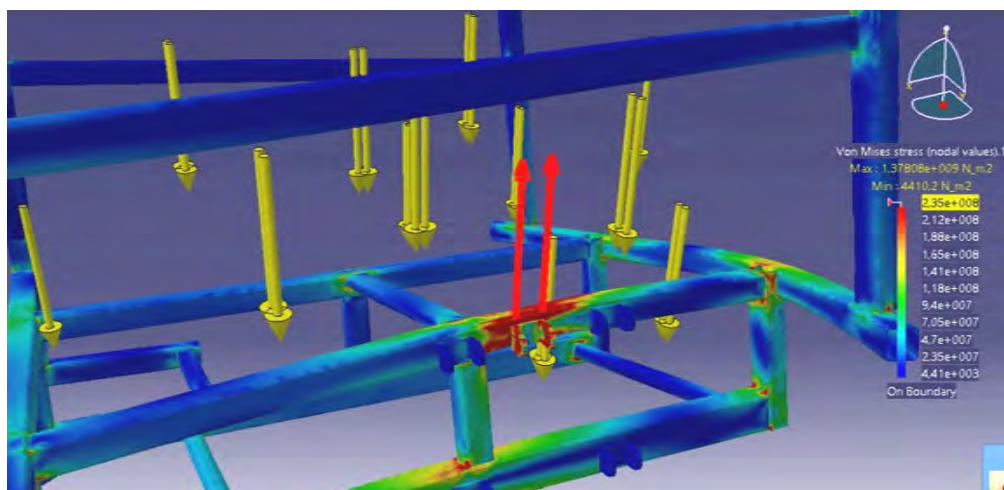


Рисунок 5.51– Напряженно деформированное состояние модели.

Место наибольших напряжений

Наиболее нагруженная часть - стойка возле опоры задней подвески. Передние балки тоже испытывают сильные нагрузки. Многие трубы не

задействованы, напряжения превышают предел прочности стали, каркас разрушится. Требуется модернизация каркаса.

Модернизация каркаса 1. Увеличено сечение передних труб под опору подвески. Изменена задняя часть, отказ от верхних трубчатых балок, замена на швеллер.

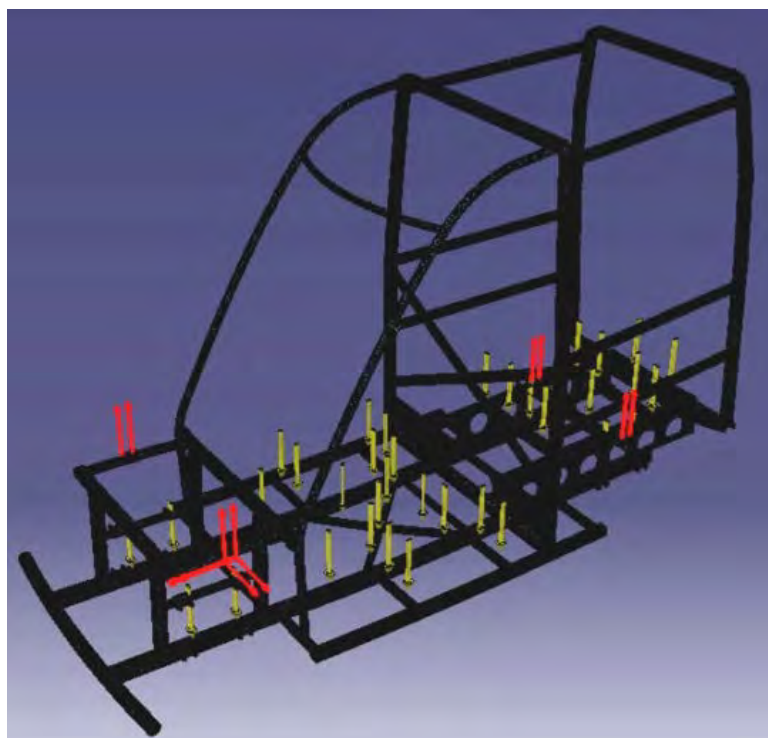


Рисунок 1 – КЭМ каркаса с наложенными ограничениями и нагрузкой

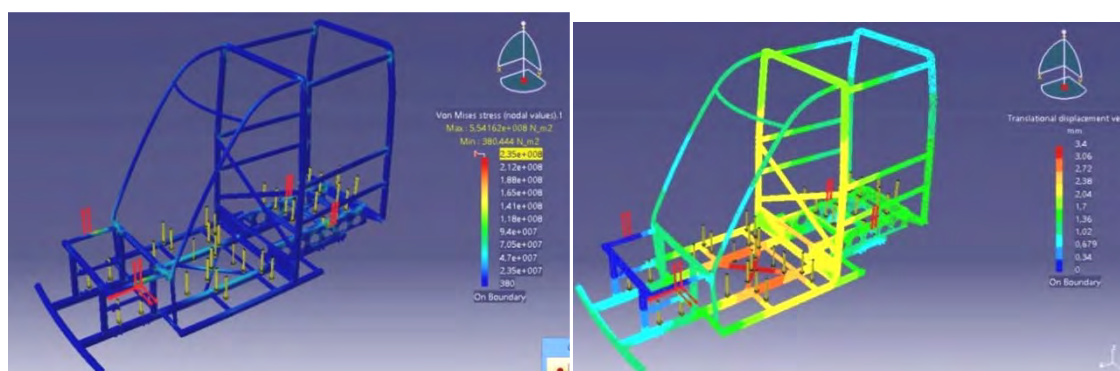


Рисунок 5.53– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 554 МПа. Перемещение 3,4 мм

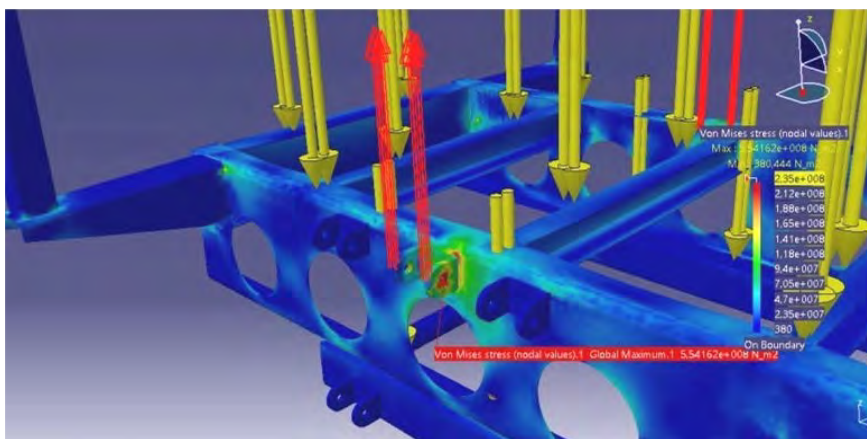


Рисунок 5.54– Напряженно деформированное состояние модели.

Место наибольших напряжений - задняя опора пружины подвески

Вариант 3– скручивание кузова (когда одна из опор отсутствует). Один из наиболее тяжелых вариантов нагружения каркаса. Происходит скручивания практически всех частей каркаса.

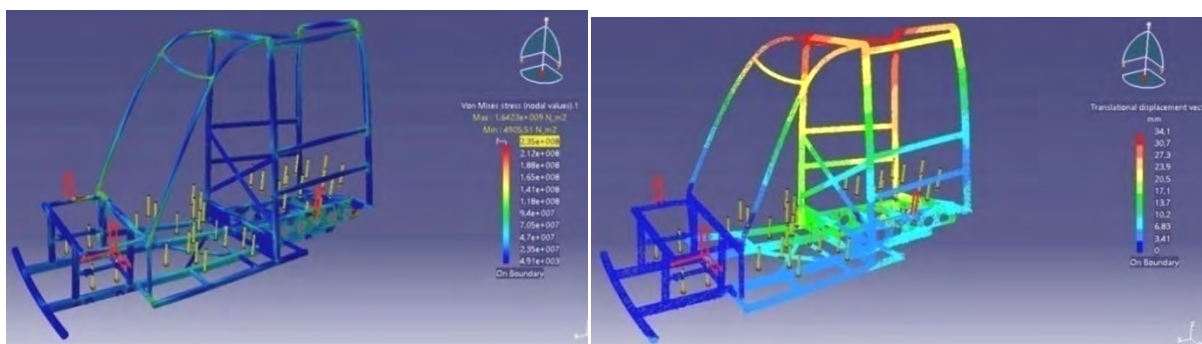


Рисунок 5.55– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 1642 МПа. Перемещение 34,1 мм

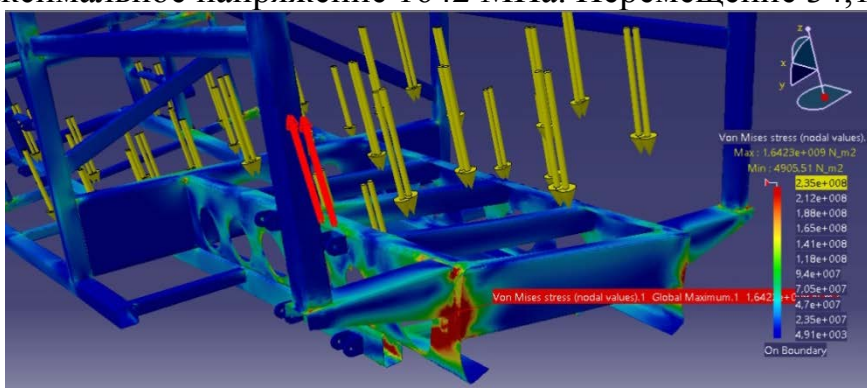


Рисунок 5.56 – Напряженно-деформированное состояние модели

Наиболее нагруженная часть – швеллер в районе кронштейна задней дуги, напряжения превышают предел прочности стали, каркас разрушится, требуется модернизация каркаса. Масса каркаса – 89 кг.

Модернизация каркаса 2. Продольные трубы, соединяющие дуги, заменены на швеллер. Изменена хвостовая часть каркаса.

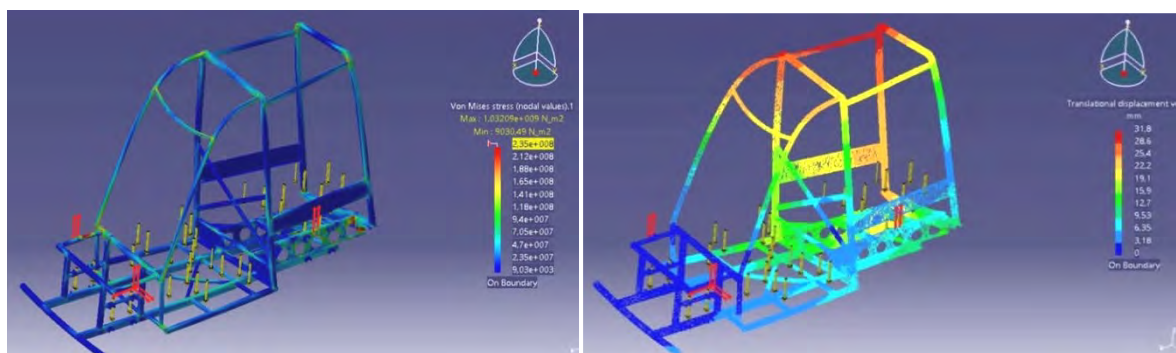


Рисунок 5.57– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 1032 МПа. Перемещение 31,8 мм

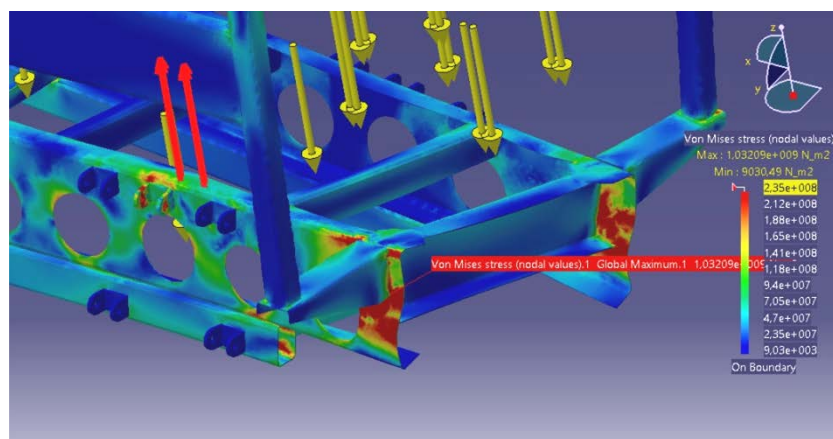


Рисунок 5.58– Напряженно-деформированное состояние модели.

Место наибольших напряжений-швеллер каркаса

Изменения в каркасе позволили повысить его жесткость и уменьшить массу до 85 кг. Но напряжения все еще превышают предел прочности для стали. Требуется доработка. *Модернизация каркаса 3.* Изменены отверстия в заднем швеллере каркаса. Доработано место стыковки поперечной замыкающей балки и продольных балок.

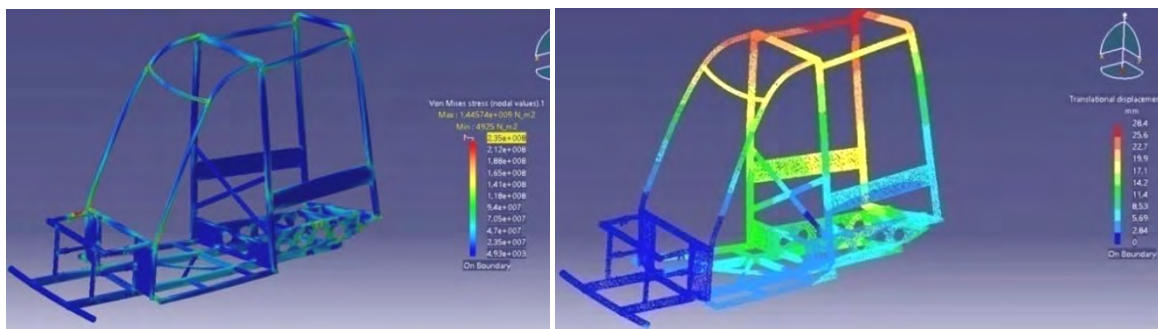


Рисунок 5.59– Напряженно-деформированное состояние модели.
Максимальное напряжение 1446 МПа. Перемещение 28,4 мм

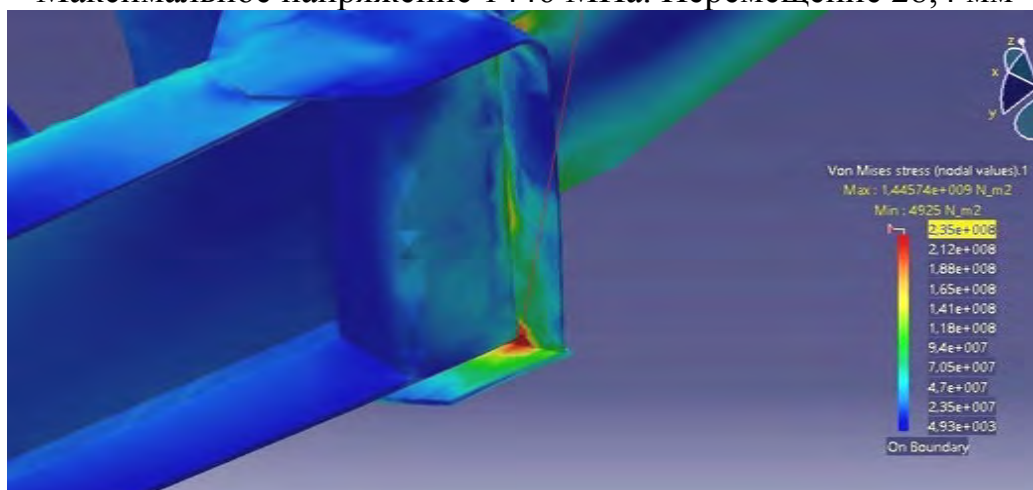


Рисунок 5.60– Напряженно-деформированное состояние модели.
Место наибольших напряжений - швеллер каркаса

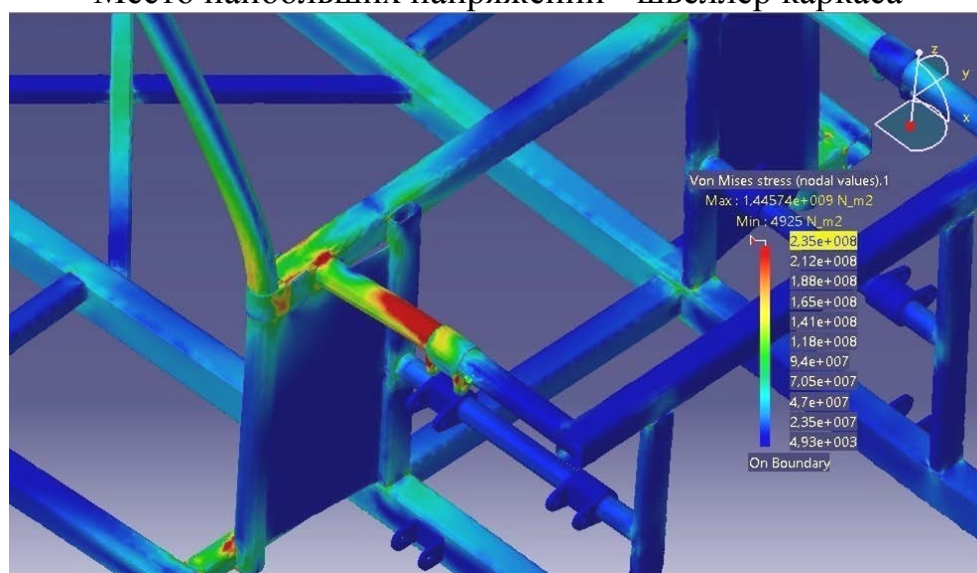


Рисунок 5.61– Напряженно-деформированное состояние модели.

Превышение предела текучести стали

Напряжения превышают предел прочности для стали. Требуется доработка. *Модернизация каркаса 4.* Усилены кронштейны и балки пружин передних подвесок.

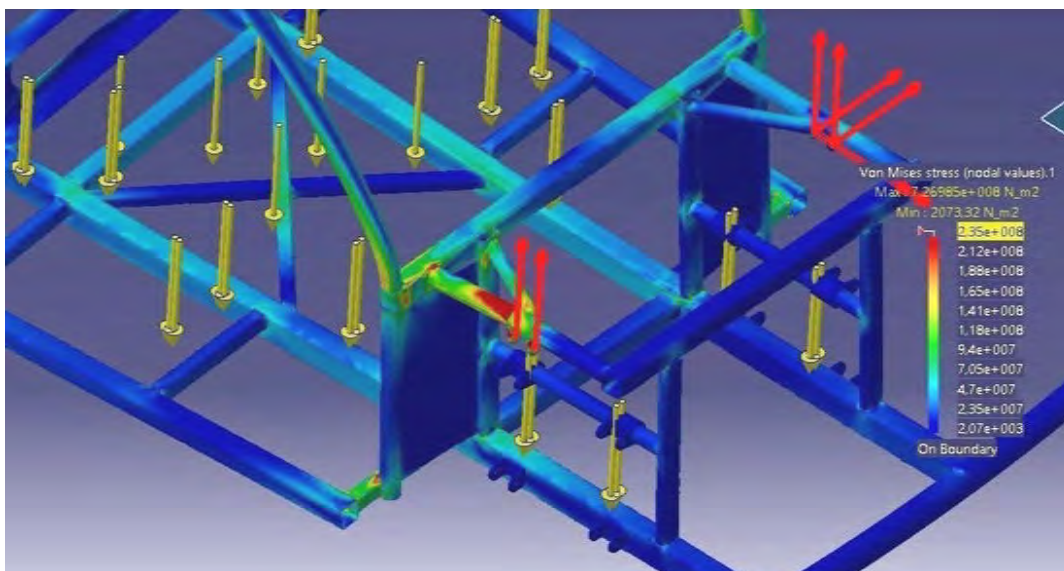


Рисунок 5.62– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 727 МПа

Напряжение в каркасе соизмеримо с пределом прочности стали.

Модернизация каркаса 5. Кардинальная переделка передней части каркаса. Изменен способ крепления амортизаторной стойки. Масса каркаса 87 кг.

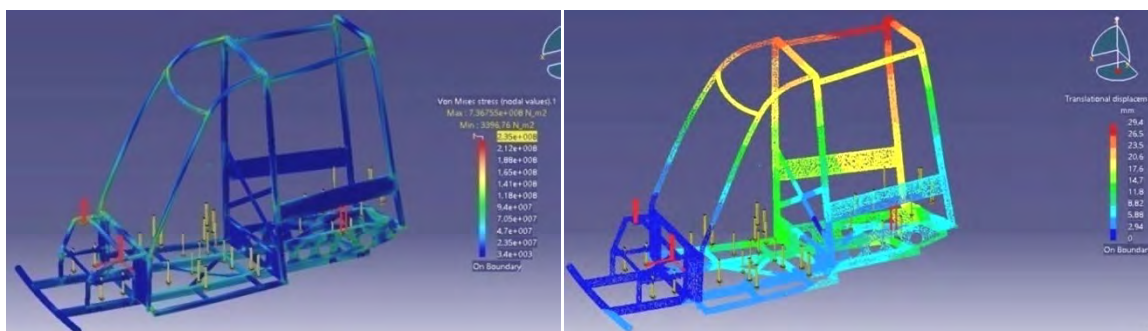


Рисунок 5.63– Напряженно-деформированное состояние модели.

Максимальное напряжение 736 МПа. Перемещение 29,4 мм

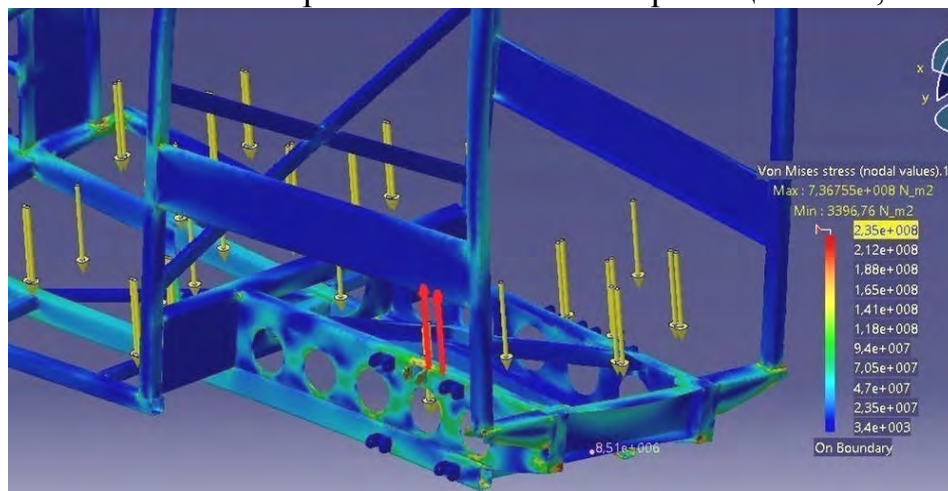


Рисунок 5.64– Напряженно-деформированное состояние модели.

Задняя часть каркаса

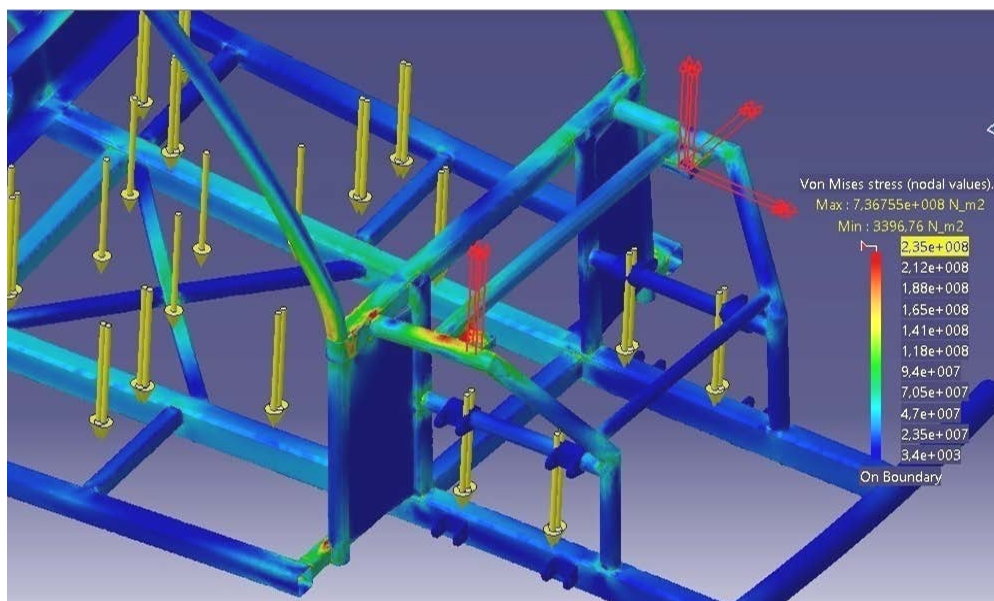


Рисунок 5.65– Напряженно-деформированное состояние модели.

Передняя часть каркаса

Анализ показывает, что каркас выдерживает нагрузки, в том виде какой он есть он не влияет на форму АТС, дальнейший расчет каркаса целесообразно отдать соответствующей службе, параллельно более детально проработать кузов.

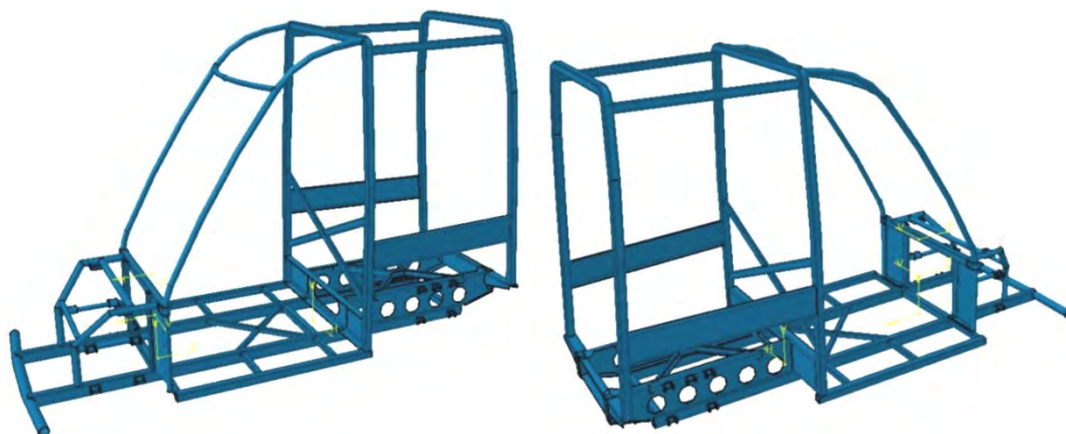


Рисунок 5.66 – Окончательный вариант каркаса

на этапе дизайн-проектирования

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана методология дизайн-проектирования нового сегмента транспорта МТС с учетом существующей производственно-технологической базы на гражданских и оборонных предприятиях России.

2. На основании ретроспективного исследования существующих образцов МТС разработан типоразмерный ряд форм кузова индивидуальных и коммерческих МТС пяти исторических периодов: 1900–1910, 1920–1930, 1950–1960, 1970–1980, 1990–2010-е гг.; определен сегмент МТС; разработанные типаж и классификация МТС по социальному, функциональному, формообразующему и структурному решениям позволят достоверно определить приоритеты дизайна МТС в соответствии с потребительскими и эксплуатационными свойствами.

3. Разработанная классификация эргономических схем МТС по типу посадочных схем (мопедные, мотоциклетные, легкоавтомобильные и грузоавтомобильные), по типу компоновки органов управления и посадочного места водителя МТС позволяет дизайнеру, эргономисту и конструктору повысить эффективность проектной деятельности.

4. Классификация современных компоновочных схем 3- и 4-колесных МТС с разными видами ЭСУ и методика выбора компоновочных схем МТС позволят дизайнеру выбирать научно обоснованную рациональную компоновочную схему уже на этапе дизайн-проектирования МТС. По разработанным геометрическим моделям проведен сравнительный анализ посадочных схем МТС, в результате которого определена рациональная схема – 4-колесная 2-местная схема с продольным расположением водителя и пассажира, обеспечивающая малую колею, управляемость, устойчивость и маневренность ТС.

5. Определены основные три точки и параметры, формирующие МПС

В-П МТС. Введено понятие «посадочный треугольник» МПС. Колесная база МТС является результирующим размером, а не задающим. Высота по седлу – это тоже результат, зависящий от конструктивных элементов МТС, хода подвесок между линией пола и дорожным просветом. Разработанная методика антропометрического моделирования МПС водителя и пассажира МТС заключается в поэтапном моделировании посадочных треугольников МПС и их анализе с существующими аналогами для определения антропометрических качеств МПС в целом.

6. Сформулированные и описанные принципы современного проектного моделирования позволяют дизайнеру грамотно выбирать рациональный способ моделирования в проектной ситуации, синтезировать новые способы воплощения дизайн-концепций, развивать новое мышление и инновационный подход к моделированию МТС. Для транспортного дизайна используются традиционный и инверсионный принципы на основе геометрического моделирования. Разработанная методика электронного геометрического моделирования МТС, проведенная дифференциация полисоставных поверхностей на классы («А», «В», «С») и сформулированные требования к качеству и топологии ЭГМ позволят дизайнеру создавать высококачественные поверхности кузова ТС для обеспечения повышения качества дизайна МТС.

7. Методика структурного анализа кузова на этапе дизайн-проектирования МТС позволит дизайнеру принимать научно обоснованное решение по формообразованию кузова МТС в сочетании с гармоничными композиционными характеристиками формы и оценочными численными исследованиями поверхностной и каркасной структуры кузова МТС. Сочетание эстетических и численных средств в выборе геометрических показателей кузова ТС позволяет уменьшить количество конструктивно-технологических недочетов, чтобы повысить общую эффективность проектных работ, уменьшая временные и материальные затраты на их проведение.

8. На основании классификации методов и методики макетирования и

прототипирования кузова МТС необходимо на разных этапах дизайн-проектирования ТС рационально синтезировать рукотворные и автоматизированные методы макетирования для повышения проектной эффективности и качества дизайна ТС. Рукотворные методы используются для поискового формообразования, экспериментальных и учебно-познавательных целей. Автоматизированные методы используются в синтезе с *CAD/CAM/CAE* программами для оперативного высококачественного и без больших трудозатрат изготовления макетов в достаточном количестве.

9. Проектное моделирование функциональных элементов ТС с использованием *RP*-технологий является рациональным в рамках мелкосерийного производства для уменьшения временно-материальных затрат на проектные работы и изготовление технологической оснастки для увеличения качества дизайна изделий. На основе изложенного разработана классификация *RP*-технологий для выбора процесса технологии прототипирования на этапе дизайн-проектирования: возможности отдельных технологических процессов, используемого материала и функционального назначения конечного прототипа.

10. В результате анализа современных технологий и материалов производства внешних полимерных панелей кузова ТС выявлены основные две группы количественных и качественных показателей по семи технологиям, что обеспечит правильный выбор технологий и повысит качество дизайна внешней структуры (панелей) кузова МТС. Выбор типа принципиальных решений стыковых соединений осуществляется соответственно назначению панелей, их расположению в общей структуре, необходимости движения или, наоборот, стационарного неподвижного крепления относительно друг друга. Линии стыков деталей должны подчиняться общему композиционно-стилевому решению, дополнять его, формировать образ ТС более выразительным и целостным на основе конструктивного и технологического обоснования и повышая качество дизайна МТС.

11. Система факторов формообразования внешней структуры (панелей) и методика формообразования кузова МТС позволяют дизайнеру рационально моделировать структуру кузова ТС, состоящую из панелей или сегментов с учетом конструктивных и технологических требований для увеличения эффективности проектной деятельности, уменьшения количества методологических ошибок, повышения качества дизайна кузова МТС. В процессе проектирования на каждом этапе необходимо проводить контроль качества формы и его соответствие поставленным задачам и системно учитывать все факторы, влияющие на качество проектирования и моделирования. Выбор уровня качества поверхностей структуры основывается на назначении и топологии структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдоньев, Е.Д. Конструирование форм современных машин, агрегатов и сооружений / Е.Д. Авдоньев. – Киев; Одесса: Лъибидь, 1990. – 153 с.: ил.
2. Аведьян, А. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование / А. Аведьян // САПР и графика. – 2003. – № 10. – С. 48.
3. Авто-каталоги 2001-2011 гг. – М.: Изд-во «КЖИ «За рулем», 2000-2011.
4. Автомобили мира 2004-2007 (ИД «Третий Рим»). – 2003-2006. – № 10-13.
5. Автомобили особо малого класса (квадрициклы) с гибридной энергосиловой установкой / В.А. Умняшкин, А.Н. Филькина, К.С. Ившин, Д.В. Скуба; Под общ. ред. В.А. Умняшкина. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2004. – 138 с.
6. Автомобильные транспортные средства / Под ред. Д.П. Великанова. – М.: Транспорт, 1977. – 326 с.
7. Автомобильный рынок России (центр политической конъюнктуры России). – 2005. – № 43 (575).
8. Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «КЖИ «За рулём», 2004. – 992 с.: ил.
9. Автомобильный справочник. Пер. с англ. – М.: Изд-во «За рулем», 2000. – 896 с.
10. Автономный, гибридный, универсальный // Авторевю. – 2002. – № 19. – С. 19.
11. Авторелиз // Рейтинг 2004 года (изд. дом «Поволжье»). – 2005. – № 10.
12. Агейкин, Я.С. Проходимость автомобилей / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
13. Александров, И.К. Механические трансмиссии. Потери с учетом нагрузочных режимов / И.К. Александров // Автомобильная промышленность. – 1995. – № 12. – С. 16-17.
14. Андреев, А.В. Передача трением / А.В. Андреев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 176 с.

15. Андриюшин, П. Автомобиль: дружественное дитя третьего тысячелетия / П. Андриюшин // Автомобили. – 2000. – № 2.
16. Антонов, А.С. Силовые передачи колесных и гусеничных машин. Теория и расчет / А.С. Антонов. – Л.: Машиностроение, 1975. – 480 с.
17. Антропометрический атлас. Метод рекомендации. – М.: ВНИИТЭ, 1977.
18. Анчуров, М.А. Моторные коляски / М.А. Анчуров, Р.И. Немцев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1969. – 287 с., с илл.
19. Аронов, В. Теоретические концепции зарубежного дизайна / В. Аронов. – М.: ВНИИТЭ, 1992. – 122 с.
20. Артамонов, М.Д. Теория автомобиля и автомобильного двигателя / М.Д. Артамонов, В.А. Иларионов, М.М. Морин. – М.: Машиностроение, 1968. – 283 с.
21. Арутюнян, Д. Из жизни насекомых: обзор квадрициклов / Д. Арутюнян // ЗАО «КЖИ «За рулём», 2007. – № 6. – С. 220.
22. Архангельский, В.М. Энергетические показатели карбюраторных двигателей при их разгонах на режимах полной мощности / В.М. Архангельский, С.А. Пришвин, С.С. Эпштейн // Двигателестроение. – 1988. – № 4. – С. 9-11, 23.
23. Арямов, В.И. Дизайн и экономичность автомобилей / В.И. Арямов // Техническая эстетика. – 1983. – № 8. – С. 21-26.
24. Арямов, В.И. Необходимое и случайное в дизайне автомобиля / В.И. Арямов // Техническая эстетика. – 1979. – № 11. – С. 17-22.
25. Арямов, В.И. Новая волна в автомобилестроении / В.И. Арямов // Техническая эстетика. – 1984. – № 3. – С. 27-31.
26. Арямов, В.И. От экипажа к автомобилю. Из истории автомобильного дизайна / В.И. Арямов // Художник, вещь, мода. – М., 1988. – С. 148-159.
27. Арямов, В.И. Эстетика и безопасность автомобиля / В.И. Арямов // Техническая эстетика. – 1980. – № 12. – С. 14-18.
28. Ашкин, В.А. Дизайнология автомобиля / В.А. Ашкин. – Тольятти-Москва: Изд-во «Niksha», 1995.

29. Аэродинамика автомобиля / В.Г. Гухо, Д. Гуммель, Г.Й. Эммельманн и др.; Под ред. В.Г. Гухо; Пер. с нем. Н.А. Юниковой; Под ред. С.П. Загородникова. – М.: Машиностроение, 1987. – 422 с.: илл.
30. Аэродинамика автомобиля: Сб. ст. / Пер. с англ. Ф.Н. Шклерчука; Под ред. Э.И. Гриколюка. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с., ил.
31. Байер, В.Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров: Уч. пос. / В.Е. Байер. – М.: Астрель АСТ, Транзиткнига, 2005. – 244 с.
32. Барахтанов, Л.В. Пройодимостъ автомобиля / Л.В. Барахтанов, В.В. Беяков, В.Н. Кравец. – Н. Новгород: НГТУ, 1996. – 200 с.
33. Барский, И.Б. Инженерный метод расчета полной работы буксования тракторной муфты сцепления / И.Б. Барский, И.М. Эглит, В.М. Шарипов // Тракторы и сельхозмашины. – 1977. – № 9. – С. 16-17.
34. Барташевич, А.А. Основы художественного конструирования: учеб. для втузов / А.А. Барташевич. – Мн.: Выш. шк., 1984. – 244 с., ил.
35. Батищев, Д.И. Методы оптимального проектирования / Д.И. Батищев. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.
36. Бегенау, З.Г. Функция, форма, качество. Пер. с нем. / З.Г. Бегенау. – М.: Мир, 1969. – 167 с.
37. Без пяти минут серийный // За рулем-регион. – 2003. – № 10. – С. 3.
38. Бесправие стоит дорого // Автомобили. – 1999. – № 7.
39. Богданов, Э.Ф. Потери энергии и время включения фрикционных устройств кривошипных прессов / Э.Ф. Богданов // Вестник машиностроения. – 1995. – № 7. – С. 12-14.
40. Богданович, Л.Б. Художественное конструирование в машиностроении / Л.Б. Богданович, В.А. Бурьян, Ф.И. Раутман. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Киев: «Техніка», 1976. – 183 с., с ил.
41. Божко, Ю.Г. Основы архитектоники и комбинаторики формообразования / Ю.Г. Божко. – Х.: Вища шк., 1984. – 184 с.
42. Букке, А. Messerschmitt бескрылый, приземленный / А. Букке //

Авторевю. – 2000. – № 16. – С. 62-63.

43. Бусыгин, Б.П. Электромобили: учеб. пос. / Под ред. Е.А. Вершинской. – М.: МАДИ, 1979. – 72 с.

44. Быстрова, Т.Ю. Вещь. Форма. Стиль: Введение в философию дизайна / Т.Ю. Быстрова. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2001. – 288 с.

45. Быстрые и экономичные // Авторевю. – 2003. – № 18. – С. 34.

46. В Москве покажут гибрид // Авторевю. – 2000. – № 9. – С. 7.

47. Вайсблум, М.Е. Конференция по экологически чистым автомобилям / М.Е. Вайсблум, В.И. Котляренко // Журнал Ассоциации Автомобильных Инженеров. – 2006. – № 1. – С. 40-43.

48. Вакс, И.А. Художник в промышленности / И.А. Вакс. – Л.-М.: «Искусство», 1965. – 120 с.

49. Васильев, А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения / А.П. Васильев. – М.: Транспорт, 1986. – 248 с.

50. Вахламов, В.К. Автомобили. Основы конструкции: учеб. для вузов / В.К. Вахламов. – М.: Academia, 2004. – 527 с.: ил.

51. Вахламов, В.К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей: учеб. пособие для студ. вузов / В.К. Вахламов. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 560 с.

52. Вернигор, В.А. Переходные режимы тракторных агрегатов / В.А. Вернигор, А.С. Солонский. – М.: Машиностроение, 1983. – 183 с.

53. Верхом на «кроте» // Ружье. – 2002. – № 4. – С. 59.

54. Виленкин, Н.Я. Комбинаторика / Н.Я. Виленкин. – М.: Наука, 1969. – 328 с.

55. Винтман, В.Э. Художественное конструирование изделий машиностроения / В.Э. Винтман. – Л., 1966. – 36 с., с илл.

56. Войненко, В.М. Эргономические принципы конструирования / В.М. Войненко, В.М. Мунипов. – К.: Техника, 1988. – 119 с.

57. Волкотруб, И.Т. Основы художественного конструирования / И.Т. Волкотруб. – Киев: Выща шк., 1988. – 191 с.

58. Вонг, Дж. Теория наземных транспортных средств: Пер. с англ. А.И. Аксенова / Дж. Вонг. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
59. Воробьев-Обухов, А. «Пить» надо меньше! / А. Воробьев-Обухов // За рулем. – 2001. – № 8. – С. 56-58.
60. Воробьев-Обухов, А. Квадрициклы. Малютки, но каковы! / А. Воробьев-Обухов, М. Гзовский // За рулем. – 1999. – № 4. – С. 48-49.
61. Воронов В.Н. Производственное искусство – предшественник дизайна / В.Н. Воронов // Дизайн. – М.: НИИРАХ, 1993. – Вып. 2. – С. 3-55.
62. Воронов, А.А. Конкурентоспособность промышленной продукции / А.А. Воронов // Стандарты и качество. – 2003. – № 5.
63. Воронов, А.А. Моделирование конкурентоспособности продукции / А.А. Воронов // Стандарты и качество. – 2004. – № 11.
64. Воронов, В.Н. Российский дизайн. Очерки отечественного дизайна. Т. 1 / В.Н. Воронов. – М.: «Союз дизайнеров России», 2001. – 424 с., илл.
65. Воронов, В.Н. Российский дизайн. Очерки отечественного дизайна. Т. 2 / В.Н. Воронов. – М.: «Союз дизайнеров России», 2001. – 392 с., илл.
66. Галлагер, Р. Методы конечных элементов. Основы. Пер. с англ. / Р. Галлагер – М.: Мир, 1984. – 428 с.
67. Гвишиани, Д.М. Наука, дизайн и будущее / Д.М. Гвишиани // Техническая эстетика. – 1970. – № 1.
68. Геллер, Ю.А. Материаловедение: Учеб. пос. вузов. Под ред. А.Г. Рахинтадта / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахинтадт. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1989. – 454 с.: ил.
69. Гзовский, М. Гулливеры и лилипуты / М. Гзовский // За рулем. – 2003. – № 3. – С. 90-91.
70. Гзовский, М. Кто на свете всех сильнее / М. Гзовский // За рулем. – 2003. – № 1. – С. 72-73.
71. Гинзбург, Ю.В. Промышленные тракторы / Ю.В. Гинзбург, А.И. Швед, А.П. Парфенов. – М.: Машиностроение, 1986. – 296 с.

72. Глазычев, В.Л. О дизайне: очерки по теории и практике дизайна на Западе / В.Л. Глазычев. – М.: Искусство, 1970. – 140 с.

73. Глазычев, В.Л. Функция – конструкция – форма / В.Л. Глазычев // Декоративное искусство СССР. – 1965. – № 7. – С. 2-7.

74. Гоголев, Л. История создания первого украинского автомобиля ЗАЗ-965 / Л. Гоголев // Сигнал. – 2000. – № 7.

75. Голованов, Л. Экстенсивная Америка? / Л. Голованов // Авторевю. – 2004. – № 2. – С.34-37.

76. Голомидов, А.М. Эксплуатационные свойства автомобилей с приводом на передние колеса / А.М. Голомидов. – М.: Машиностроение, 1986. – 112 с. ил.

77. Гольд, Б.В. Конструирование и расчет автомобиля / Б.В. Гольд. – 2-е изд. – М.: ГНТИ Машгиз, 1962. – 464 с.

78. Гольд, Б.В. Конструирование и расчет автомобиля / Б.В. Гольд. – 2-е изд. – М.: ГНТИ Машгиз, 1962. – 464 с.

79. ГОСТ 2.002-2013. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемых при проектировании. – Введ. 2015-07-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 48 с., ил.

80. ГОСТ 2.051-2006. ЕСКД. Электронные документы. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 11 с.

81. ГОСТ 2.052-2006. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 11 с.

82. ГОСТ 2.053-2006. ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9 с.

83. ГОСТ 2.102-2013. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов. – Введ. 1971-01-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 28 с., ил.

84. ГОСТ 2.103-2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – Введ. 2015-07-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 9 с., ил.

85. ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Введ. 2009-07-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2009. – 15 с., ил.

86. ГОСТ 20.39.108-85. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике: госстандарт СССР. – Введ. 14.12.85. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1986. – 6 с.

87. ГОСТ 20304-90. Манекены посадочные трёхмерный и двухмерный. Конструкция, основные параметры и размеры (СТ СЭВ 4016-83). – М.: Госкомитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. – 16 с.

88. ГОСТ 28261-89 (ИСО 4130-78, ИСО 6549-80). Автотранспортные средства. Порядок определения точки Н и фактического угла наклона спинки сиденья посадочных мест водителя и пассажиров: Межгосударственный стандарт – Введ. 01.01.91. – М.: Госкомитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 15 с., ил.

89. ГОСТ Р 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. – Введ. 2001-01-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008. – 15 с., ил.

90. ГОСТ Р 41.52-2005 (правила ЕЭК ООН № 52): единообразные предписания, касающиеся транспортных средств малой вместимости категорий М₂ и М₃ в отношении их общей конструкции. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 40 с., ил.

91. ГОСТ Р 50944-2011. Снегоходы. Технические требования и методы испытаний. – Введ. 01.09.2012. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 28 с.

92. ГОСТ Р 51815-2001. Квадрициклы. Общие технические требования: введ. 01.07.2002. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

93. ГОСТ Р 52008-2003. Средства мототранспортные четырехколесные внедорожные. Общие технические требования: введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 19 с.

94. ГОСТ Р 52051-2003. Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения: введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 18 с.

95. Грашин, А.А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных и агрегатированных объектов: Учеб. пос. / А.А. Грашин. – М.: «Архитектура-С», 2004. – 232 с.: ил.

96. Гримм Т. Вся правда о быстром прототипировании // САПР и графика. 2003. №11. С. 85.

97. Далиняк, В.И. Эргономический аспект формообразования специализированного мототранспорта (на примере моторикши) / В.И. Далиняк, Ж.Г. Цинман // Дизайн. Эргономика. Сервис. – 2006. – № 1. – С. 136-154.

98. Далиняк, В.И. Эргодизайн, качество, конкурентоспособность / В.И. Далиняк, В.М. Мунипов, М.В. Федоров. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 200 с.

99. Демидов, А. Коляски с моторами / А. Демидов // Игрушки для больших. – 2003. – № 7.

100. Джонс, Дж. К. Инженерное и художественное проектирование. Пер. с англ. / Дж. К. Джонс. – М.: Мир, 1976. – 378 с.

101. Джонс, Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. / Дж. К. Джонс. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.

102. Дизайн и промышленность. Пер. с англ. – М.: ВНИИТЭ, 1968.

103. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г.Б. Минервин, В.Т. Шимко, А.В. Шимко, А.В. Ефимов и др.: Под общ. ред. Г.Б. Минервина и В.Т. Шимко. – М.: Архитектура-С, 2004. – 288 с., ил.

104. Дизайн: очерки теории системного проектирования / Н.П. Валькова, Ю.А. Граборенко, Е.Н. Лазарев, В.И. Михайленко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 185 с.

105. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: системный подход. Пер. с пол. / Я. Дитрих. – М.: Мир, 1981. – 455 с.

106. Долматовский, Ю.А. Автомобиль в движении / Ю.А. Долматовский. – М.: ГНТИ Машгиз, 1957. – 231 с., илл.

107. Долматовский, Ю.А. Автомобиль за 100 лет / Ю.А. Долматовский. – М.: Знание, 1986. – 240 с., ил.

108. Долматовский, Ю.А. Автомобильные кузова / Ю.А. Долматовский.

– М.: ГНТИ Машгиз, 1950. – 328 с.: ил.

109. Долматовский, Ю.А. Автомобильные специальные кузова / Ю.А. Долматовский. – М.: ГНТИ Машгиз, 1946. – 184 с.

110. Долматовский, Ю.А. Век автомобиля / Ю.А. Долматовский. – М.: Знание, 1973. – 64 с.

111. Долматовский, Ю.А. Об оценке потребительских качеств легкового автомобиля / Ю.А. Долматовский // Техническая эстетика. – 1965. – № 4.

112. Долматовский, Ю.А. Основы конструирования автомобильных кузовов / Ю.А. Долматовский. – 2-е изд., перераб. – М.: ГНТИ Машгиз, 1962. – 321 с.

113. Долматовский, Ю.А. Основы конструирования автомобильных кузовов / Ю.А. Долматовский. – М.: Металлургиздат, 1961. – 316 с.

114. Долматовский, Ю.А. Прогнозирование автомобилестроения – закономерности развития / Ю.А. Долматовский // Техническая эстетика. – 1990. – № 8. – С. 3-6.

115. Долматовский, Ю.А. Разработка сложных поверхностей промышленных изделий / Ю.А. Долматовский // Техническая эстетика. – 1964. – № 9. – С. 17-24.

116. Долматовский, Ю.А. Разработка сложных поверхностей промышленных изделий / Ю.А. Долматовский // Техническая эстетика. – 1964. – № 11. – С. 23-27.

117. Долматовский, Ю.А. Советский автомобильный дизайн / Ю.А. Долматовский // За рулем. – 1987. – № 2. – С. 6-7.

118. Долматовский, Ю.А. Человек и автомобиль / Ю.А. Долматовский. – М.: Знание, 1968. – 50 с.

119. Дьяконов, С. Французский национальный продукт / С. Дьяконов // Автомобили и цены. – 2005. – № 26.

120. Евграфов, А.Н. Аэродинамика колесного транспорта / А.Н. Евграфов, М.С. Высоцкий. – Минск: НИРУП «Белавтотракторостроение», 2001. – 368 с.

121. Евграфов, А.Н. Формообразование автомобильного кузова / А.Н. Евграфов. – М.: МГИУ, 2001. – 95 с.
122. Еще один народный автомобиль // Авторевю. – 2000. – № 17. – С. 15.
123. Жак, С.В. Оптимизация проектных решений в машиностроении: Методология, модели, программы. Отв. ред. А.М. Дризо / С.В. Жак. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1982. – 167 с.
124. Железный «МУЛ» // Клаксон. Автомобильная газета. – 1997. – № 20. – С. 8.
125. Жогов, Л. Микроавтомобиль для села / Л. Жогов, И. Черепанов // За рулём. – 1967. – № 1.
126. Жуков, С. Обзор. Микроавтомобили. Право на бесправие / С. Жуков // 5 колесо. – 2000. – № 12.
127. Завьялов, В.Б. Влияние ременной передачи на крутильные колебания в цепной динамической модели / В.Б. Завьялов, Г.К. Куликовский // Бесступенчато-регулируемые передачи: Межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯПИ, 1984. – С. 49-53.
128. Захарченко, В.Д. Я строю автомобиль / В.Д. Захарченко, И.С. Туревский. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.: ил.
129. Зленко, М.А. «Who is who» в мире прототипирования / М.А. Зленко // Журнал автомобильных инженеров. – 2006. – № 5. – С. 16-22.
130. Злотин, Г.Н. Снова о коэффициенте неустановившегося режима работы двигателя / Г.Н. Злотин // Двигателестроение. – 1988. – № 12. – С. 55-57.
131. Зыков, О. Промышленная автоматизация: движение от САПР PLM / О. Зыков // САПР и графика. – 2005.
132. Ившин, К.С. Автомобили «ИЖ» / К.С. Ившин, А.Р. Романов // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 11. – С.35-39.
133. Ившин, К.С. Анализ компоновочных схем для городского автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин, А.В. Полозов, А.Р. Иммангулов // Инновации в транспортном комплексе. Безопасность движения. Охрана

окружающей среды: труды междунар. науч.-прак. конф. В 3 т. Т. I / ПГТУ. – Пермь, 2010.

134. Ившин, К.С. Анализ компьютерного обеспечения инженерных расчетов в дизайне транспортных средств / А.М. Жуйков, К.С. Ившин // Машиностроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: мат-лы всерос. науч.-прак. конф. / ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – Ижевск, 2012. – С. 68-70.

135. Ившин, К.С. Анализ нового направления малых транспортных средств в работах студентов кафедры «Дизайн промышленных изделий» / К.С. Ившин // Сб. работ СНО и НОМУА УдГУ 2002-03 гг. – Ижевск, 2003. – С. 23-24.

136. Ившин, К.С. Влияние законодательных требований на форму кузова автомобиля особо малого класса (квадрицикла) / К.С. Ившин // Теория динамических систем в приоритетных направлениях науки и техники: сб. док. всерос. конф. / ИжГТУ. – Ижевск, 2007. – С. 54-59.

137. Ившин, К.С. Влияние компоновочной схемы на антропометрическую схему индивидуальных транспортных средств / А.Р. Романов, К.С. Ившин // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: мат-лы V междунар. конф. В 3 т. Т. 3 / ИжГТУ. – Ижевск, 2012. – 129-133.

138. Ившин, К.С. Выбор рациональной компоновочной схемы в дизайне малогабаритного городского транспортного средства / К.С. Ившин, А.В. Полозов // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012. – № 2. – С. 110-119.

139. Ившин, К.С. Выбор параметров и дизайнерское проектирование легковых автомобилей особо малого класса (квадрициклов) с комбинированной энергосиловой установкой: Диссертация ... канд. техн. наук: 05.05.03, 17.00.06 / К.С. Ившин. – М.: ИжГТУ, 2006. – 193 с.

140. / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин, А.В. Полозов // Машиностроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и

производства: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. / ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – Ижевск, 2012. – С. 218-221.

141. Ившин, К.С. Высококачественное поверхностное моделирование в дизайне транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Теория и практика (электронный журнал). – 2011. – №7. – С. 83-93.

142. Ившин, К.С. Дизайн и инжиниринг транспортных средств в Удмуртской Республике: монография / К.С. Ившин, А.Р. Романов. – М.: МГХПА им. С.Г. Строгонова, 2014. – 180 с.

143. Ившин, К.С. Дизайн электрических малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин, А.В. Полозов // Дизайн. Теория и практика (электронный журнал). – 2013. – № 13. – С. 29-39.

144. Ившин, К.С. Дизайн-проектирование – антропоцентрический процесс / К.С. Ившин // Сборник трудов научно-технического форума. Ч. 1. – Ижевск, 2004. – С. 63-67.

145. Ившин, К.С. Использование технологий пластических масс и стеклопластиков в дизайне малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Пластические массы. – 2013. – № 3. – С. 55-63.

146. Ившин, К.С. Историческая типология антропометрических схем индивидуальных транспортных средств / А.Р. Романов, К.С. Ившин // Современная техника и технологии (СТТ-2013): мат-лы XIX междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых / НИУ «ТПУ». – Томск, 2013.

147. Ившин, К.С. Историческая типология формообразования малогабаритных механических транспортных средств / К.С. Ившин // Вестник МГХПУ. – 2009. – № 1. – С. 113-121.

148. Ившин, К.С. Классификация и актуальные направления разработки квадрициклов / К.С. Ившин, С.Н. Зыков, А.Н. Лазарева // Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 12. – С. 44-47.

149. Ившин, К.С. Компонировочное проектирование малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2012.

– № 4. – С. 28-33.

150. Ившин, К.С. Метод антропометрического моделирования мотоциклетной посадочной схемы малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – № 20. – С.7-16.

151. Ившин, К.С. Метод прочностного анализа каркасных конструкций кузова в дизайне транспортных средств с компонентами САПР / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – № 4. – С. 5-9.

152. Ившин, К.С. Методика выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – № 3. – С. 131-132.

153. Ившин, К.С. Методические основы дизайна полимерных панелей кузова автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин, Л.Е. Ермолаева // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2011. – № 3. – С. 141-145.

154. Ившин, К.С. Методологические основы дизайна малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн и технологии. – 2015. – № 48 (90).

155. Ившин, К.С. Методологические основы дизайна наземных транспортных роботов / К.С. Ившин // Дизайн. Технология. Материалы. – 2014. – № 3. – С. 62-67.

156. Ившин, К.С. Методологические особенности инженерного обеспечения дизайна транспортных средств / К.С. Ившин // Всероссийская науч.-практ. конференция по дизайну: мат-лы конф. / ННГАСУ. – Н. Новгород, 2014. – С. 110-114.

157. Ившин, К.С. Методы проектного моделирования в дизайне транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн и технологии. – 2015. – № 46 (88). – С. 15-23.

158. Ившин, К.С. Модель научно-образовательного центра в подготовке высококвалифицированных дизайнеров / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – № 4. – С. 3-5.

159. Ившин, К.С. Мотоциклы «ИЖ» / К.С. Ившин, А.Р. Романов //

Автомобильная промышленность. – 2012. – № 10. – С. 36-39.

160. Ившин, К.С. Направления разработки в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей / К.С. Ившин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 4-2. – С. 85-90.

161. Ившин, К.С. Определение компоновочного решения автомобиля в аспекте эксплуатационных свойств / В.А. Умняшкин, А.В. Полозов, К.С. Ившин, С.В. Овсянников // Современные научные исследования в дорожном и строительном производстве: мат-лы всерос. науч.-прак. конф. / ПГТУ. – Т. 1. – Пермь, 2011. – С. 203-209.

162. Ившин, К.С. Оптимизация параметров в дизайне легкового автомобиля / Н.М. Филькин, К.С. Ившин, В.П. Баранчик // Дизайн. Теория и практика (электронный журнал). – 2012. – № 9. – С. 107-114.

163. Ившин, К.С. Оптимизация проектных параметров легкового автомобиля на этапе дизайн-проектирования / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин, А.В. Полозов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: мат-лы междунар. науч.-прак. конф. В 2 т. Т. 1 / ПНИПУ. – Пермь, 2012. – С. 320-324.

164. Ившин, К.С. Организация композиционных связей автомобиля методом антропометрического моделирования / К.С. Ившин, А.Р. Романов // Вестник МГХПА. – 2011. – № 4. – С. 115-126.

165. Ившин, К.С. Особенности выбора проектных параметров в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей / К.С. Ившин // Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: сб. мат-лов VIII всерос. науч.-техн. конф. / УГПУ (УПИ). – Екатеринбург, 2010. – С. 62-65.

166. Ившин, К.С. Особенности выбора формирования функционала программного обеспечения в дизайне транспортных средств / К.С. Ившин // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты Развития и подготовка кадров: сб. мат-лов междунар. науч.-техн. конф. ААИ / МГТУ МАМИ. – Москва, 2010. – С. 113-115.

167. Ившин, К.С. Особенности формирования функционала программного обеспечения в дизайне / К.С. Ившин, С.Н. Зыков, А.А. Матвеев // Трехмерная визуализация научной, технической и социальной реальности. Технологии высокополигонального моделирования: труды второй междунар. конф. В 2 т. Т. 2. – Ижевск, 2010. – С.47-49.

168. Ившин, К.С. Особенности формообразования внешней поверхностной структуры малогабаритного транспортного средства / К.С. Ившин, Л.Е. Ермолаева // VIII Международный Бьеннале дизайна «Модулор-2011»: мат-лы науч. конф. – СПб, 2011.

169. Ившин, К.С. Особенности формообразования малогабаритных микролитражных транспортных средств / К.С. Ившин // Автомобильная промышленность. – 2011. – № 7. – С. 6-9.

170. Ившин, К.С. Перспективы дизайна малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Архитектура и дизайн в современном обществе: российский опыт и мировые тенденции: мат-лы всерос. науч. конф. / УралГАХА. – Екатеринбург, 2012. – С. 100-101.

171. Ившин, К.С. Применение каркасно-панельной конструкции кузова в квадрицикле / К.С. Ившин // Социально-экономические и технические системы: Исследование, проектирование, оптимизация / Набережные Челны, КамПИ. – 2006. – № 1. – С. 9-13.

172. Ившин, К.С. Принципы современного трехмерного моделирования в промышленном дизайне / К.С. Ившин, А.Ф. Башарова // Архитектон: известия вузов (электронный журнал). – 2012. – № 39. – С. 101-113.

173. Ившин, К.С. Принципы формообразования полимерной структуры малогабаритного транспортного средства / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. – № 3. – С. 3-7.

174. Ившин, К.С. Принципы электронного трехмерного моделирования в дизайне / К.С. Ившин, А.Ф. Башарова // VIII Международный Бьеннале дизайна «Модулор-2011»: мат-лы науч. конф. – СПб, 2011.

175. Ившин, К.С. Проблемы и перспективы развития малогабаритных микролитражных транспортных средств / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин // Проблемы и перспективы автомобилестроения в России: мат-лы 53-й междунар. науч.-техн. конф. ААИ. – Ижевск, 2006. – С. 186-198.

176. Ившин, К.С. Прочностной анализ трубчатого каркаса кузова автомобиля особо малого класса (квадрицикла) на стадии эскизного проекта / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Проблемы и перспективы автомобилестроения в России: мат-лы 53-й Междунар. научно-техн. конф. ААИ РФ. – Ижевск, 2006. – С. 75-78.

177. Ившин, К.С. Прочностной аспект в эргономическом моделировании транспортных средств городского назначения / А.Р. Романов, К.С. Ившин // Машиностроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: мат-лы всерос. науч.-прак. конф. / ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – Ижевск, 2012. – С. 76-78.

178. Ившин, К.С. Развитие дизайна и инжиниринга промышленных изделий в научно-образовательном центре / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин, С.В. Громовой // Международное сотрудничество: интеграция образовательных пространств: мат-лы II междунар. науч.-прак. конф / УдГУ. – Ижевск, 2011. – С. 539-543.

179. Ившин, К.С. Развитие и становление дизайна средств транспорта в Удмуртской республике / К.С. Ившин, А.Р. Романов // Архитектон: известие вузов (электронный журнал). – 2011. – № 3 (35).

180. Ившин, К.С. Развитие логико-пространственного мышления с помощью компьютерного моделирования / К.С. Ившин, Д.Ю. Драгомиров // Сборник трудов научно-технического форума с международным участием. Часть 1. – Ижевск, 2004. – С. 67-72.

181. Ившин, К.С. Разработка дизайна кузовов индивидуальных малогабаритных микролитражных механических транспортных средств / К.С. Ившин, Б.Я. Бендерский // Проблемы и перспективы автомобилестроения в

России: мат-лы всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск, 2008. – С. 84-90.

182. Ившин, К.С. Разработка интерьера городского автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин К.С., Д.В. Данилов // Инновации в транспортном комплексе. Безопасность движения. Охрана окружающей среды: труды междунар. науч.-прак. конф. В 3 т. Т. I / ПГТУ. – Пермь, 2010.

183. Ившин, К.С. Разработка исторического типоразмерного ряда кузова индивидуальных малогабаритных микролитражных механических транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 4. – С. 13-16.

184. Ившин, К.С. Разработка классификации структуры конструктивного решения кузова квадрицикла / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 3. – С. 15-17.

185. Ившин, К.С. Разработка методики проектного моделирования функциональных объектов / К.С. Ившин, Д.Н. Брагин, В.А. Володских // Вестник ИжГТУ. – 2009. – № 4. – С. 4-8.

186. Ившин, К.С. Разработка методических основ выбора структуры конструктивного решения кузова квадрицикла на этапе дизайне новых моделей / К.С. Ившин, Н.М. Филькин // Проблемы и перспективы автомобилестроения в России: мат-лы всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск, 2008. – С. 91-99.

187. Ившин, К.С. Реальное и виртуальное трехмерное моделирование в дизайн-образовании / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Современные технологии в дизайн-образовании: мат-лы IV всерос. науч.-практ. конф. – Ч. 2. – Сочи, 2007. – С. 76-80.

188. Ившин, К.С. Синтез эстетического и технического подходов при выборе геометрических параметров формы кузова квадрицикла автомобильного типа / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Дизайн. Материалы. Технология. – 2007. – № 2. – С. 101-105.

189. Ившин, К.С. Сквозное учебное проектирование промышленных изделий / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 2. – С. 6-

8.

190. Ившин, К.С. Современные компоновочные факторы в эргономическом моделировании индивидуальных транспортных средств городского назначения / А.Р. Романов, К.С. Ившин // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: мат-лы Междунар. науч.-прак. конф. В 2 т. Т. 1 / ПНИПУ. – Пермь, 2012. – С. 301-306.

191. Ившин, К.С. Теоретическое обоснование устойчивости в дизайне легкового автомобиля / К.С. Ившин, Н.М. Филькин, В.П. Баранчик // Дизайн. Теория и практика (электронный журнал). – 2012. – № 10. – С.15-22.

192. Ившин, К.С. Формирование устойчивости автомобиля на этапе дизайн-проектирования / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин, А.В. Полозов // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: мат-лы V междунар. конф. В 3 т. Т. 3 / ИжГТУ. – Ижевск, 2012. – 204-210.

193. Ившин, К.С. Художественно-конструкторская разработка кузова легкого квадрицикла (L_6) автомобильного типа / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Вестник ИжГТУ. – 2006. – № 2. – С. 52-57.

194. Ившин, К.С. Художественно-конструкторская разработка кузова легкого квадрицикла (L_6) автомобильного типа / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // Вестник ИжГТУ. – 2006. – № 2. – С. 52-57.

195. Ившин, К.С. Художественно-промышленное образование в Удмуртской Республике / К.С. Ившин, А.Р. Романов // Вестник МГХПА. – 2014. – № 1. – С. 216-221.

196. Ившин, К.С. Численный анализ в дизайне малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Теория и практика (электронный журнал). – 2011. – № 8. – С. 1-14.

197. Ившин, К.С. Электронная геометрическая модель объекта в дизайне / К.С. Ившин // Трехмерная визуализация научной, технической и социальной реальности. Кластерные технологии моделирования: труды первой междунар.

конф. В 2 т. Т. 2 / УдГУ. – Ижевск, 2009. – С. 49-52.

198. Ившин, К.С. Электронное геометрическое моделирование в дизайне промышленных изделий и транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – № 1. – С. 105-108.

199. Ившин, К.С. Эргономическое проектирование малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. – № 2. – С. 32-38.

200. Идея «народного» живет и побеждает? // За рулем. – 1999. – № 8. – С. 13.

201. Ильинич, И.М. Расчет, Проектирование и испытание кабин тракторов / И.М. Ильинич, В.В. Никонов, Б.И. Кальченко. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 208 с.

202. Иосилевич, Г.Б. Детали машин / Г.Б. Иосилевич. – Изд. 3-е, испр. и перераб. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

203. Ипатов, А.А. Тенденции и направления конструкций автотранспортных средств в 2001-2010 гг. с учетом требований автомобильного рынка / А.А. Ипатов // Промышленность России. – 2001. – № 1. – С. 33-55.

204. Исаев, Е.У. Метод компоновки рабочего места водителя легкового автомобиля с применением пространственной геометрической модели человека: Монография / Е.У. Исаев, Н.С. Соломатин. – Тольятти: ТГУ, 2013.

205. Кадаков, М. Гибрид и голиаф / М. Кадаков // Авторевю. – 2001. – № 19. – С. 5.

206. Кадаков, М. Квадрицикл Quark / М. Кадаков // Авторевю. – 2004. – № 19.

207. Калиничева, М.М. Научная школа эргодизайна ВНИИТЭ: предпосылки, истоки, тенденции становления. Монография / М.М. Калиничева, Е.В. Жердев, А.И. Новиков. – М.: ВНИИТЭ, 2009. – 368 с.: ил.

208. Калицев, А. НАМИ – 85 лет / А. Калицев // Авторевю. – 2003. – № 23. – С. 10.

209. Кантор, К.М. Правда о дизайне / К.М. Кантор. – М.: АНИР, 1996. – 284 с.

210. Канунников, С. Когда «Запорожцы» были молодыми / С. Канунников // За рулем. – 2004. – № 1. – С. 162-163.
211. Канунников, С. Когда «Запорожцы» были молодыми / С. Канунников // За рулем. – 2004. – № 1. – С. 162-163.
212. Канунников, С. Путь в народ / С. Канунников // За рулем. – 2005. – № 2. – С. 212-214.
213. Канунников, С. Эпоха вундеркиндов / С. Канунников // За рулем. – 2003. – № 3. – С. 88-89.
214. Катус, Г.П. Виртуальная реальность в компьютерном обучении / Г.П. Катус, П.Г. Катус [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mesi.ru/>, свободный.
215. Кацыгин, В.В. Анализ показателей разгона агрегата с учетом буксования / В.В. Кацыгин, А.И. Бобровик // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1975. – № 10. – С. 13-15.
216. Квадрицикл: пат. 73728 на промышленный образец, Рос. Федерация: МКПО⁹ 12-08 / Умняшкин В.А., Ившин К.С., Савельев В.А., Филькин Н.М. – № 2008504070; заявл. 07.11.2008; опубл. 16.01.2010. – 4 с.: ил.
217. Квадрицикл: пат. 73730 на промышленный образец, Рос. Федерация: МКПО⁹ 12-08 / Умняшкин В.А., Ившин К.С., Савельев В.А., Филькин Н.М. – № 2008504136; заявл. 14.11.2008; опубл. 16.01.2010. – 3 с.: ил.
218. Квасов, А.С. Основы художественного конструирования промышленных изделий: Учеб. пос. для вузов / А.С. Квасов. – М.: Гардарики, 2006. – 95 с.
219. Квасов, А.С. Основы художественного конструирования промышленных изделий / А.С. Квасов. – М.: МВХПУ, 1989.
220. Квасов, А.С. Пластмассы. Технология и художественное конструирование изделий из них / А.С. Квасов. – М.: Высшая школа, 1976. – 152 с.
221. Квасов, А.С. Художественное проектирование изделий из пластмасс

/ А.С. Квасов. – М.: Высшая школа, 1989. – 239 с.: ил.

222. Кнороз, В.И. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1976. – 236 с.

223. Колесов, С.И. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учеб. для вузов / С.И. Колесов, И.С. Колесов. – М.: Высш. шк., 2004. – 518 с.: ил.

224. Композиция в промышленном и декоративно-прикладном искусстве: Сб. ст. / Сост. Е.Н. Лазарев. – Л.: Изд-во «На страже Родины», 1993. – 103 с.

225. Компьютеры в автомобилестроении: компьютерное проектирование // Автомобильная промышленность США. – 1996. – № 2. – С. 13-15.

226. Кондрашкин, А.С. К вопросу о построении обобщенного критерия оптимальности при оптимизации передаточных чисел трансмиссии транспортного средства / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Динамика и прочность автомобиля: Тез. док. второго всесоюзного научно-технического совещания. – М., 1986. – С. 143-145.

227. Кондрашкин, А.С. К вопросу построения критерия оптимальности моментов переключения передач при разгоне АТС / А.С. Кондрашкин, Н.М. Филькин // ЭВМ в исследованиях работы АТС: Межвузовский сб. науч. трудов. – М.: МИП, 1988. – С. 41-44.

228. Кондрашкин, А.С. Комбинированная силовая установка для электромобиля / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, В.Г. Мезрин // Автомобильная промышленность. – 1996. – № 4. – С. 9-10.

229. Кондрашкин, А.С. Комбинированная силовая установка для электромобиля / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, В.Г. Мезрин // Автомобильная промышленность. – 1996. – № 4. – С. 9-10.

230. Кондрашкин, А.С. Легковой автомобиль с гибридной силовой установкой. Результаты экспериментов / А.С. Кондрашкин, Н.М. Филькин,

В.Г. Мезрин, В.Ю. Сальников // Автомобильная промышленность. – 1996. – № 4. – С. 9-10.

231. Кондрашкин, А.С. Методика расчета передаточных чисел трансмиссии легкового автомобиля / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Автомобильная промышленность. – 1986. – № 2. – С. 16-17.

232. Кондрашкин, А.С. Оптимизация законов переключения передач / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Автомобильная промышленность. – 1988. – № 10. – С. 19-20.

233. Кондрашкин, А.С. Оптимизация параметров транспортных средств в условиях многокритериальности / А.С. Кондрашкин, В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Проблемы совершенствования автомобильной техники: Тез. док. Всесоюзного семинара. – М.: МВТУ, 1986. – С. 56-57.

234. Конструкция автомобиля. Шасси / Под общ. ред. А.Л. Карунина. – М.: Изд-во МАМИ, 2000. – 528 с.

235. Корельский, Д.В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами / Д.В. Корельский, Е.М. Потапенко, Е.В. Васильева // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2001. – С. 155-159.

236. Корн, Г. Справочник по математике: для научных работников и инженеров (определения, теоремы, формулы) / Пер. со 2-го американского перераб. изд. И.Г. Арамановича, А.М. Березмана, И.А. Вайнштейна и др.; Под общ. ред. И.Г. Арамановича / Г. Корн, Т. Корн. – Изд. 4-е. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. – 832 с.

237. Костин, И.М. К оптимизации параметров грузового автомобиля на этапе проектирования / И.М. Костин, Х.А. Фасхиев // Грузовик. – 2001. – № 11.

238. Костин, И.М. Применение метода денежных потоков при оценке экономической эффективности грузовых автомобилей / И.М. Костин, Х.А. Фасхиев // Машиностроитель. – 2002. – № 2.

239. Костин, И.М. Техничко-экономическая оценка грузовых

автомобилей при разработке/ И.М. Костин, Х.А. Фасхиев. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2002. – 479 с.

240. Котляр, Ф. Основы маркетинга. Пер с англ. / Ф. Котляр. – М.: Прогресс, 1990 – 736 с.

241. Кочегаров, Б.Е. Промышленный дизайн / Б.Е. Кочегаров. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 297 с.

242. Кошарный, Н.Ф. Некоторые закономерности динамики взаимодействия колеса с грунтом / Н.Ф. Кошарный // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 1. – С. 15-17.

243. Кошарный, Н.Ф. Техничко-эксплуатационные свойства автомобилей высокой проходимости / Н.Ф. Кошарный. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с.

244. Кравец, В.Н. Законодательные и потребительские требования к автомобилям / В.Н. Кравец, Е.В. Горырин. – Н. Новгород: НГТУ, 2000. – 400 с.

245. Кравец, В.Н. Проектирование автомобиля / В.Н. Кравец. – 2-е изд. перераб. и доп. – Н. Новгород: НПИ, 1992. – 230 с.

246. Кравец, В.Н. Проектирование автомобиля / В.Н. Кравец. – Горький: ГПИ, 1983. – 94 с., ил.

247. Кравчик, А.Э. и др. Выбор и применение асинхронных двигателей / А.Э. Кравчик, Э.К. Стрельбицкий, М.М. Шлаф. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 96 с.: ил.

248. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.

249. Краткая методика художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1966. – 280 с.

250. Краткий справочник машиностроителя / В.Н. Беляев, Л.С. Борович, В.В. Досчатов и др.; Под ред. С.А. Чернавского. – М.: Машиностроение, 1966. – 798 с.

251. Крюков, Г.В. Основные принципы и закономерности художественного конструирования изделий промышленного производства /

Г.В. Крюков. – М.: МВХПУ, 1964.

252. Ксенофонтов, И. Таковы правила / И. Ксенофонтов // Мото. – 2004. – № 4. – С. 10-11.

253. Кузнецов, В.А. Вентильно-индукторные двигатели / В.А. Кузнецов, Кузьмичев В.А. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 70 с.

254. Курасов, С.В. Отечественный транспортный дизайн 20-30-х годов: Социокультурные и художественно-образные особенности формообразования: автореферат дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.06 / МГХПА им. С.Г. Строгонова. – М., 2000. – 25 с.: ил.

255. Кутенев, В.Ф. Проблема утилизации автомобилей в РФ, состояние и пути решения / В.Ф. Кутенев, А.С. Теренченко, Т.С. Лаптева // Журнал Ассоциации Автомобильных Инженеров. – 2006. – № 1. – С. 34-39.

256. Лазарев Е.Н. Дизайн: от формы вещи до духа человека / Е.Н. Лазарев // Дизайн для всех. Альманах. –1992. – № 1.

257. Лазарев, Е.Н. Дизайн машин / Е.Н. Лазарев. – Л.: Машиностроение, 1988. – 256 с.: ил.

258. Лазарев, Е.Н. Краткий словарь по технической эстетике / Е.Н. Лазарев. – М.: Знание, 1968. – 38 с.

259. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.: ил.

260. Легковой автомобиль с гибридной силовой установкой. Результаты экспериментов / А.С. Кондрашкин, Н.М. Филькин, В.Г. Мезрин, В.Ю. Сальников // Автомобильная промышленность. – 2001. – № 11. – С. 9-10.

261. Легковой парк России: сегодня и завтра // Рынок автозапчастей. – 2006. – № 5. – С. 14.

262. Ленмит, Л. и др. Макетное проектирование. Основы сборки макетов. Пер. с англ. / Л. Ленмит и др. – М.: Мир, 1984. – 334 с.

263. Лепешкин, И.А. Закономерности формообразования в дизайне

транспортных средств: Диссертация...канд. техн. наук: 17.00.06 / И.А. Лепешкин. – М.: МГУПИ, 2012. – 222 с.

264. Липовицкий, Е. Чудоцикл / Е. Липовицкий // Мотор. – 2004. – № 10.

265. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А.С. Литвинов – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

266. Литвинов, А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

267. Литвинов, А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

268. Maggiora. В высшей степени городской автомобиль // Клаксон. Автомобильная газета. – 1998. – № 9. – С. 22-23.

269. Максимов, К. Peugeot и спорт / К. Максимов // Авторевю. – 2004. – № 18. – С. 4.

270. Максимов, К. M72, P75... / К. Максимов // Авторевю. – 2003. – № 2. – С. 5.

271. Максимов, К. Matra: надежда на мотоколяску / К. Максимов // Авторевю. – 2002. – № 19. – С. 5.

272. Максимов, К. Маленький, но безопасный / К. Максимов // Авторевю. – 2004. – № 20. – С. 4.

273. Мартынов, В.К. Аналог ременной передачи / В.К. Мартынов, Б.Я. Выров // Бесступенчато-регулируемые передачи: Межвузовский сборник научных трудов. – Ярославль: ЯПИ, 1984. – С. 44-49.

274. Матвеев, А. Создано в России: промышленный дизайн / А. Матвеев, В. Самойлов. – Вильнус: UAB Spaudos Konturai, 2004. – 288 с.

275. Матвейчук, В. «Зеленые карлики» / В. Матвейчук // Автомобили. – 2000. – № 2.

276. Матвейчук, В. Гибридные «утята» уже начинают походить на «лебедей» / В. Матвейчук // Автомобили. – 2000. – № 2.

277. Матвейчук, В. Пережитки прошлого? / В. Матвейчук // Автомобили. – 2001. – № 2.

278. Материаловедение и конструкционные материалы: Учеб. пос. для

маш. спец. вузов / Л.С. Пинчук, В.А. Струк, Н.К. Мышкин, А.И. Свириденко; Под ред. В.А. Белого. – Минск: Вышэйш. шк., 1989. – 460 с.: ил.

279. Материалы в машиностроении: В 5 т. / Под ред. И.В.Кудрявцева. Т. 4. – М.: Машиностроение, 1969. – 248 с.

280. Мацкерле, Ю. Автомобиль сегодня и завтра. Пер. с чеш. К.К. Семенова / Ю. Мацкерле. – М.: Машиностроение, 1980. – 384 с., ил.

281. Мацкерле, Ю. Современный экономичный автомобиль. Пер. с чеш. В.Б. Иванова; Под ред. А.Р. Бенедиктова / Ю. Мацкерле. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.: ил.

282. Машиностроение. Энциклопедия: Колесные и гусеничные машины. Т. IV-15 / В.Ф. Платонов, В.С. Азаев, Е.Б. Александров и др.; Под общ. ред. В.Ф. Платонова. – М.: Машиностроение, 1997. – 688 с.

283. Медведев, В.Ю. Стиль и мода в дизайне: учеб. пособие / В.Ю. Медведев. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПГУТД, 2005. – 256 с.

284. Медведев, В.Ю. Принципы и критерии эстетической оценки промышленных изделий – произведений дизайна: учеб. пособие / В.Ю. Медведев. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПГУТД, 2006. – 75 с.

285. Медведев, В.Ю. Система формообразующих факторов в композиционном формообразовании произведений дизайна / В. Ю. Медведев // Вестник СПГУТД.– 2001. – № 5.– С. 73 – 78.

286. Медведев, В.Ю. Сущность дизайна: теоретические основы дизайна: учеб. пос. / В.Ю. Медведев. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПГУТД, 2009. – 110 с.

287. Меделец, Н.А. Основные формообразующие факторы создания легкового автомобиля и их взаимосвязь с технологиями и материалами / Н.А. Меделец, А.А. Грашин // Всероссийская научно-практическая конференция по дизайну: мат-лы / ННГАСУ. – Н. Новгород, 2014. – С. 115-117.

288. Меделец, Н.А. Факторы формообразования легкового автомобиля (технологический аспект): Автореферат дис...канд. искусствоведения: 17.00.06 / Н.А. Меделец. – М.: ВНИИТЭ, 2013. – 312 с.

289. Меньше некуда // Авторевю. – 2003. – № 21. – С. 71.
290. Методика художественного конструирования / Ю.Б. Соловьев, В.Ф. Сидоренко, Л.А. Кузьмичев и др.; Под общ. ред. Ю.Б. Соловьева, В.Ф. Сидоренко и др. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 166 с.
291. Методика художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1978. – 336 с.
292. Методика художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 334 с.
293. Методика художественного конструирования. Дизайн-программа. – М.: ВНИИТЭ, 1987.
294. Методология в аэродинамике автомобиля при разработке его внешних форм / Д.В. Скуба, А.В. Русских, К.С. Ившин и др. // Информационные технологии в инновационных проектах: сб. трудов IV междунар. науч.-техн. конф.: Ч. 4. – Ижевск, 2003. – С. 31-32.
295. Методы и технические средства предпроектного эргономического моделирования. Метод. пос. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 77 с.
296. Микролитражка для села // Наука и жизнь. – 2005. – № 6.
297. Миндлин, Я.З. Логика конструирования / Я.З. Миндлин. – М.: «Машиностроение», 1969. – 123 с., с черт.
298. Минервин, Г.Б. Архитектоника промышленных форм. Вып. 1 / Г.Б. Минервин. – М.: ВНИИТЭ, 1970. – 157 с.: ил.
299. Минервин, Г.Б. Архитектоника промышленных форм. Вып. 2 / Г.Б. Минервин. – М.: ВНИИТЭ, 1974. – 180 с.: ил.
300. Михайлов, С.М. История дизайна. Т. 1: Учеб. для вузов / С.М. Михайлов. – 2-е изд. исп. и доп. – М.: «Союз дизайнеров России», 2004. – 280 с., ил.
301. Михайлов, С.М. История дизайна. Т. 2: Учеб. для вузов/ С.М. Михайлов. – М.: «Союз дизайнеров России», 2004. – 396 с., ил.
302. Михайлов, С.М. Основы дизайна / С.М. Михайлов, Л.М. Кулеева. – Казань: Новое знание, 1999. – 240 с.
303. Михайловский, Е.В. Аэродинамика автомобиля / Е.В.

Михайловский. – М.: Машиностроение, 1973. – 223 с., ил.

304. Мишин, С. Наука – ленивым / С. Мишин // За рулем. – 1999. – № 10. – С.140-141.

305. Модуль Automotive Class A системы CATIA // CAD/CAM/CAE Observer. – 2005. – № 4 (22).

306. Мозберг, Р.К. Материаловедение: Учеб. пос. для техн. вузов / Р.К. Мозберг. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 447 с.: ил.

307. Моисеева, Н.К. Выбор технических решений при создании новых изделий / Н.К. Моисеева. – М.: «Машиностроение», 1980. – 181 с.: ил.

308. Мотовездеходы // Мир мотоциклов. За рулем. – 2003. – № 8. – С. 167-188.

309. Мунипов В.М. Эргономика и художественное конструирование. – М.: Знание, 1966.

310. Мунипов, В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учеб. / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.

311. Назаров, Д. Самобеглая коляска / Д. Назаров // Огонек. – 2004. – № 4.

312. Назаров, Ю.В. Компьютерные технологии как средство художественного проектирования / Ю.В. Назаров, О.Г. Яцюк // Дизайн. Эргономика. Сервис. – 2006. – № 1. – С. 155-181.

313. Назаров, Ю.В. Постсоветский дизайн. Проблемы, тенденции, перспективы, региональные особенности / Ю.В. Назаров. – М.: СД России, 2002. – 416 с.

314. Нарбут, А.Н. Мини-автомобили / А.Н. Нарбут. – М.: Знание, 1988. – 64 с.

315. Наши в городе! // Авторевю. – 2000. – № 19. – С. 16.

316. Нельсон, Дж. Проблемы дизайна / Дж. Нельсон. – М.: Искусство, 1971. – 207 с.

317. Немцев, Р.И. Моторная коляска СЗД / Р.И. Немцев, М.А. Анчуров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 120 с., ил.

318. Немчинов, М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей / М.В. Немчинов. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
319. Неприкаянный Мишка // Авторевю. – 2002. – № 16. – С. 19.
320. Нестеренко, О.И. Краткая энциклопедия дизайна / О.И. Нестеренко. – М.: Мол. гвардия, 1994. – 354 с.
321. Неустановившиеся режимы поршневых и газотурбинных двигателей автотранспортного типа / Н.С. Ждановский, А.И. Ковригин, В.С. Шкрабак, А.В. Соминин. – Л.: Машиностроение, 1974. – 222 с.
322. Нечетов, Ю. «Кинешма» – мотоколяска или автомобиль? / Ю. Нечетов // За рулем. – 1998. – № 12. – С. 58-60.
323. Никульников, Э.Н. Некоторые результаты испытаний малогабаритных автотранспортных средств / Э.Н. Никульников, Ю.Ф. Благодарный, О.В. Мельников // Журнал Ассоциации Автомобильных Инженеров. – 2002. – № 11. – С. 62-64.
324. Новиков, Н.В. Конструирование в академическом дизайне / Н.В. Новиков. – СПб.: РИФ «Роза мира», 1998. – 56 с.
325. Новикова, Л. Художественное проектирование в системе дизайна / Л. Новикова // Декоративное искусство СССР. – 1972. – № 8.
326. Новицкий, А. Ford Th!nk набирает обороты / А. Новицкий // Авторевю. – 2000. – № 5. – С. 4.
327. Новости дизайна // Журнал Ассоциации Автомобильных Инженеров. – 2006. – № 1. – С. 4-5.
328. Новости. Prodrive // Моторевю. – 2005. – № 3. – С. 10.
329. Норенков, И.П. Автоматизированное проектирование / И.П. Норенков. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 188 с.
330. О комплексной оценке качества промышленных изделий. – М.: ВНИИТЭ, 1966.
331. Общие методические рекомендации по оценке технического уровня

промышленной продукции / В.А. Трапезников, Д.Ю. Амиров, Б.А. Березовский и др. // Государственный комитет СССР по науке и технике. – М., 1989.

332. Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Б.Онищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.

333. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочное пособие. В 2 кн. / Под ред. П.И. Учаева / П.И. Орлов. – 3-е изд. испр. – М.: «Машиностроение», 1988. – (1 кн.: 559 с.: ил., 2 кн.: 542 с.: ил.).

334. Осепчуров, В.В. Автомобиль: рабочие процессы и расчеты: Учеб. пос. для вузов / В.В. Осепчуров, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1984. – 323 с.: ил.

335. Основные термины дизайна. Краткий справочник-словарь. – М.: ВНИИТЭ, 1988. – 88 с.

336. Основы методики художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1970. – 279 с.

337. Основы технической эстетики. – М.: ВНИИТЭ, 1970.

338. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: ИЦ «Академия», 2005. – 256 с.

339. Особенности имитационного моделирования многослойных кузовных конструкций / А.С. Вашурин, А.В. Герасин, Л.Н. Орлов, К.С. Ившин // Безопасность транспортных средств в эксплуатации: сборник материалов 71-й междунар. науч.-техн. конф. ААИ / НГТУ. – Н.Новгород, 2010. – С. 27-29.

340. Островцев, А.Н. Основы проектирования автомобиля / А.Н. Островцев. – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.

341. Островцев, А.Н. Основы проектирования автомобиля / А.Н. Островцев. – М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.

342. От «Смарта» до микроавтобуса // Авторевю. – 2003. – № 21. – С. 70.

343. Отт, А. Курс промышленного дизайна / А. Отт. – М.:

Художественно-педагогическое издательство, 2005. – 160 с.

344. Официальный сайт «Газета АВТОРЕВЮ» [Электронный ресурс] / ООО "Газета АВТОРЕВЮ". – Электрон. журнал. – Режим доступа к журналу: http://autoreview.ru/new_site/year2002/n07/c3/1.htm.

345. Официальный сайт ACADEMIC [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru>, свободный.

346. Официальный сайт Aixam [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aixam.com/>.

347. Официальный сайт ALECHENKOV [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.alechenkov.ru>, свободный.

348. Официальный сайт Association européenne des fabricants et importateurs de quadricycles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.afquad.com/>.

349. Официальный сайт ATW (Auto Technik Walther GmbH) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atw-mobil.de/>.

350. Официальный сайт AUTOCENTRE [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.autocentre.ua>, свободный.

351. Официальный сайт AVTOAVTO [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://avtoavto.ru>, свободный.

352. Официальный сайт Avtodesign [Электронный ресурс] /– Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.avtodesign.ru/design-engineering.html>.

353. Официальный сайт Bellier Automobiles S.A. (Société J. Bellier) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bellier.fr/>.

354. Официальный сайт CAD [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.cad.ru>, свободный.

355. Официальный сайт CAMEL [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.camel.az>, свободный.

356. Официальный сайт Cardesign [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.cardesign.ru/library/interview/>.

357. Официальный сайт CARDI [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.cardi.ru>, свободный.
358. Официальный сайт Casalini S.r.l. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.casalini.it/>.
359. Официальный сайт CAT S.p.A. (CityCat) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.citycat.it/>.
360. Официальный сайт Chatenet Automobiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.automobiles-chatenet.com/>.
361. Официальный сайт CMC S.r.l. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cmccity.com/>.
362. Официальный сайт Don Foster Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.donfoster-racing.fr/>.
363. Официальный сайт ElBil Norge AS (Ltd) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kewet.com/>.
364. Официальный сайт Grecav S.p.A. (Gonzaga) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grecav.it/>.
365. Официальный сайт Gruppo Industriale Tasso [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tasso.it/>.
366. Официальный сайт HT-NEWS [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.ht-news.info.ru>, свободный.
367. Официальный сайт International Council of Societies of Industrial Design [Электронный ресурс]. – <Http://www.icsid.org/>.
368. Официальный сайт Kawasaki [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kawasaki.com/>.
369. Официальный сайт Ligier Automobiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ligier-automobiles.com/>.
370. Официальный сайт Matra Automobile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.matra.fr/>.
371. Официальный сайт Mega [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.mega.com/>.

372. Официальный сайт Microcar SA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microcar.fr/>.

373. Официальный сайт Mitsuoka.co [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mitsuoka-motor.com/>.

374. Официальный сайт PEUGEOT [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.peugeot.ru>, свободный.

375. Официальный сайт Piaggio & C SpA Veicoli Trasporto Leggero [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.it.vtl.piaggio.com/>.

376. Официальный сайт PLASTINFO [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://plastinfo.ru>, свободный.

377. Официальный сайт Polimerportal [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.polimerportal.ru>, свободный.

378. Официальный сайт Rosautopark [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.rosautopark.ru>, свободный.

379. Официальный сайт Russian Industrial Design Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.designet.ru/>.

380. Официальный сайт SIMPA (Société Industrielle de Matières Plastiques Armées) – JDM S.A. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.simpa-jdm.com/>.

381. Официальный сайт Société Anonyme Véhicules Européens Légers (Savel) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.savel.com/>.

382. Официальный сайт Société nouvelle des automobiles Auverland, S.A. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.auverland.net/>.

383. Официальный сайт Société SECMA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.secmavehicule.com/>.

384. Официальный сайт Softposts [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.softposts.ru>, свободный.

385. Официальный сайт Techvesti [Электронный ресурс]. –

Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.techvesti.ru>, свободный.

386. Официальный сайт Three Wheelers [Электронный ресурс] / Bharat Traders (Exports). – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bharattraders.com/three-wheelers.html>.

387. Официальный сайт Vehiculos Extremenos Eespeciales Ligeros (Vexel), S.L. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vexel.es/>.

388. Официальный сайт Zagato [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zagato.it/>.

389. Официальный сайт Анион [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.anion-msk.ru>, свободный.

390. Официальный сайт Bajaj Auto [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.bajajauto.com/vehicle_3wheeler.asp

391. Официальный сайт Википедия [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru>, свободный.

392. Официальный сайт Карбон. Материалы и технологии [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.carbon-info.ru>, свободный.

393. Официальный сайт Композит [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.composite.ru>, свободный.

394. Официальный сайт Мицубиши Моторс [Электронный ресурс] / Mitsubishi Motors Corporation, официальный сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://media.mitsubishi-motors.com/pressrelease/e/products/detail1407.html>

395. Официальный сайт ОАО «Автоагрегат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kineshma.ru/>.

396. Официальный сайт ОАО «Автосельхозмаш-Холдинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asm-holding.ru/>.

397. Официальный сайт Опас S.r.l. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.opacgroup.it/>; <http://www.teener.it/>.

398. Официальный сайт Поликондпласт [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.policondplast.ru>, свободный.
399. Официальный сайт Полимерные материалы [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.polymerbranch.com>, свободный.
400. Официальный сайт Техномаш [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.tm-form.ru>, свободный.
401. Официальный сайт Типы передних подвесок [Электронный ресурс] / Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.moto-ik.ru/txt.php?id=23>.
402. Официальный сайт фирмы «Carseller» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.carseller.ru/>, свободный.
403. Официальный сайт фирмы «Cheburek» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.cheburek.net/>, свободный.
404. Официальный сайт фирмы «Infuture.» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.infuture.ru/>, свободный.
405. Официальный сайт фирмы «Kodg 3D» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.kodg-3d.com /](http://www.kodg-3d.com/), свободный.
406. Официальный сайт фирмы «Meta – новости дня» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.meta.kz/>, свободный.
407. Официальный сайт фирмы «Noname» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://nnm.ru/>, свободный.
408. Официальный сайт фирмы «WIRED» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.wired.com/>, свободный.
409. Официальный сайт фирмы «Альянс» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://venture-biz.ru/>, свободный.
410. Официальный сайт фирмы «Лекции САПР» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://sapromat.ru/>, свободный.
411. Официальный сайт фирмы «Путешествуй» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ya-ru.ru/>, свободный.
412. Официальный сайт Форум владельцев Smart: устройство задней

подвески Smart [Электронный ресурс] / Smartovod.info/ – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.smartovod.info/forum/viewtopic.php>.

413. Официальный сайт цифровых учебно-методических материалов ВГУЭС [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.abc.vvsu.ru>, свободный.

414. Оценка безопасности кабин на основе компьютерного моделирования / С.А. Багичев, Л.Н. Орлов, К.С. Ившин и др. // Вестник ИжГТУ. – 2011. – № 4. – С. 47-54.

415. Оценка конкурентоспособности промышленного изделия на этапе художественного конструирования / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, Д.В. Скуба, А.В. Русских // Информационные технологии в инновационных проектах: Труды IV Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 4. – Ижевск: ИжГТУ, 2003. – С. 33-35.

416. Павловский, Я. Автомобильные кузова. Пер. с пол. / Я. Павловский. – М.: Машиностроение, 1977. – 544 с., с ил.

417. Папанек, В. Дизайн для реального мира. Пер. с англ. / В. Папанек. – М.: Издатель Д. Аронов, 2004. – 416 с.: ил.

418. Пахомов, В.А. Единая модульная координация в проектировании промышленных изделий / В.А. Пахомов // Техническая эстетика. – 1973. – № 9.

419. Переверзев, Л.В. Искусство и наука в дизайне / Л.В. Переверзев // Техническая эстетика. – 1969. – № 1.

420. Переверзев, Л.В. Техническая эстетика и управлением качеством / Л.В. Переверзев. – М.: Знание, 1977.

421. Песков, В.И. Основы эргономики и дизайна: Учеб. пос. / В.И. Песков. – Н. Новгород: НГТУ, 2004. – 225 с.

422. Петров, А.П. Основы эргономики и дизайна в автомобилестроении: Учеб. пос. / А.П. Петров. – Курган: КГУ, 2004. – 163 с.

423. Петрушин, А.Г. Автотранспортные средства / А.Г. Петрушин. – Волгоград: Волгоград. политехн. ин-т, 1989. – 84 с.

424. Петрушов, В.А. Мощностной баланс автомобиля. Под общ. ред. В.А. Петрушова / В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов. – М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.

425. Петрушов, В.А. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов / В.А. Петрушов, С.А. Щуклин, В.В. Московкин. – М.: Машиностроение, 1975. – 255 с.

426. Платонов, В.Ф. Полноприводные автомобили / В.Ф. Платонов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 312 с.

427. Подольский, В.П. Методика определения коэффициента экологической безопасности / В.П. Подольский // Автомобильные дороги. – 1995. – № 1/2. – С. 31-33.

428. Полунгян, А.А. Динамическая нагруженность трансмиссий колесных машин, методы расчета и снижения ее на стадии проектирования / А.А. Полунгян, А.Б. Фоминых // Труды МВТУ «Колесные машины высокой проходимости». – М.: МВТУ, 1986. – С. 61-75.

429. Полунгян, А.А. Моделирование разгона автомобиля с учетом динамики трансмиссии / А.А. Полунгян, С.И. Кондрашкин, Б.И. Плужников // Динамика транспортных средств: Межвуз. сб. трудов. – М.: ВЗМИ, 1982. – С. 138-147.

430. Поляков, В.С. Справочник по муфтам. Под ред. В.С. Полякова / В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979. – 344 с.

431. Помазкин, А. Бойцы почти невидимого фронта / А. Помазкин // Автомакет + Спорт. – 2004. – № 17.

432. Применение пластмасс в машиностроении / Под ред. В.И. Гирша. – М.: Изд-во МВТУ, 1989. – 107 с., ил.

433. Пришвин, С.А. Исследования разгонов автомобильных двигателей требуют нового подхода (ответ Г.Н. Злотину) / С.А. Пришвин, С.С. Эпштейн // Двигателестроение. – 1989. – № 11. – С. 57-58.

434. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для вузов / С.А. Васин, А.Ю. Талашук, В.Г. Бандорин и др.; Под ред. С.А. Васина, А.Ю. Талашука. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 692 с., ил. 1.

435. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2-х томах. Учеб. для вузов / Б.А. Афанасьев, Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999 (2000). – 488 (641)с.

436. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник / А.И. Гришкевич, Б.У. Бусел, Г.Ф. Бутусов и др.; Под общ. ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

437. Пронин, Б.А. Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи (вариаторы) / Б.А. Пронин, Г.А. Ревков. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 320 с.

438. Пузанов, В.И. Макеты в художественном конструировании / В.И. Пузанов, Г.П. Петров. – М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.

439. Пузанов, В.И. По поводу прогнозирования формы / В.И. Пузанов // Техническая эстетика. – 1977. – № 3. – С. 6.

440. Раймпель, Й. Шасси автомобиля. Сокр. пер. 1 тома 4 нем. изд. В.П. Агапова; Под ред. И.Н.Зверева / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983. – 356 с., ил.

441. Раппопорт А. Проект и время /А. Раппопорт // Проблемы дизайна-2: сб. ст. под ред. В.Л. Глазычева. – М.: Архитектура-С, 2004.

442. Расчетно-экспериментальная оценка прочности и пассивной безопасности кузова автобуса с трехслойными панелями / А.Н. Орлов, А.В. Тумасов, К.С. Ившин и др. // Журнал ААИ (журнал автомобильных инженеров). – 2011. – №1. – С. 20-22.

443. Расчетно-экспериментальное исследование некоторых эргономических качеств места водителя / М.А. Андронов, Ф.Ч. Мешевич, Ю.С., Чухустов, И.В. Наумов // Автомобильная промышленность. – 1976. – №

5. – С. 16-17.

444. Реймер, Н.С. Основы конструирования машин. Справочное пособие / Н.С. Реймер. – М.: «Машиностроение», 1965. – 228 с.

445. Решетов, Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – Изд. 3-е, испр. и перераб. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.

446. Ржевская, С.В. Материаловедение: Учеб. для вузов / С.В. Ржевская. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 421 с.: ил.

447. Родионов, В.Ф. Проектирование легковых автомобилей / В.Ф. Родионов, Б.М. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1980. – 479 с., ил.

448. Российская Федерация. Правительство. «О концепции развития автомобильной промышленности России» // Распоряжение от 16 июля 2002 года № 978-р.

449. Российский рынок легковых автомобилей. Краткий обзор современных тенденций // Рынок автозапчастей. – 2006. – № 5. – С. 40.

450. Руководство по эргономическому обеспечению разработки техники. Т. 1. Общие эргономические требования. – М.: ВНИИТЭ, 1979. – 360 с.

451. Рунге, В.Ф. Индустриальный дизайн постиндустриального общества и России: Тез. докл. научно-практ. конф. «Дизайн-98» / В.Ф. Рунге. – М., 1998.

452. Рунге, В.Ф. Основы теории и методологии дизайна: Учеб. пос. / В.Ф. Рунге, В.В. Сеньковский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МЗ Пресс, 2005. – 456 с.

453. Рунге, В.Ф. Эргономика и оборудование интерьера: Учеб. пос. / В.Ф. Рунге. – М.: Архитектура-С, 2004. – 160 с.

454. Сага об инсайте // Авторевю. – 1999. – № 23.

455. Светлицкий, В.А. Передачи с гибкой связью: Теория и расчет / В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1967. – 156 с.

456. Свечарник, Д.В. Электрические машины непосредственного привода: Безредукторный электропривод / Д.В. Свечарник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 208 с.: ил.

457. Серебряный, М.И. Малогабаритная сельскохозяйственная техника

на выставке «Автопром Японии-90» / М.И. Серебряный // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990. – № 11. – С. 42-48.

458. Сероштан, М.В. Качество непродовольственных товаров: Учеб. пос. / М.В. Сероштан, Е.Н. Михеева. – М.: ИД «Дашков и К^о», 2000. – 164 с.

459. Сидоренко, В.Ф. Технологическая деятельность – одна из предпосылок формирования дизайна / В.Ф. Сидоренко // Техническая эстетика. – 1969. – № 12.

460. Слюсаренко, С.Н. Процесс проектирования промышленных изделий / С.Н. Слюсаренко, Ф. Рольф. – Харьков: Вища школа, 1985. – 110 с.: ил.

461. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

462. Соболев, Н.А. Общая теория изображений: Учеб. пос. для вузов. – М.: Архитектура-С, 2004. – 672 с., ил.

463. Современные авто. Спецвыпуск // За рулем. – 2007. – № 9 (10).

464. Соловьев, Ю.Б. Советское художественное конструирование на современном этапе: задачи и средства / Ю.Б. Соловьев // Техническая эстетика. – 1977. – № 9.

465. Соловьев, Ю.В. Использование методов художественного конструирования как действенного средства повышения качества промышленной продукции. – М.: ВНИИТЭ, 1969.

466. Сомов, Ю.А. Композиция в технике / Ю.А. Сомов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1987. – 288 с.: ил.

467. Сомов, Ю.С. Художественное конструирование промышленных изделий / Ю.А. Сомов. – М.: Машиностроение, 1967. – 175 с.

468. Сорокин, А. Автомобильный дизайн / А. Сорокин // Наука и жизнь. – 1990. – № 5. – С. 59-64.

469. Сорокин, К. Зимний кросс / К. Сорокин // Авторевю. – 2000. – № 5. – С. 44-45.

470. Сорокин, К. Ликбез. Мототехника / К. Сорокин // Авторевю. – 2001. – № 11.

471. Сорокин, К. Мотоколяска в стиле Off Road / К. Сорокин // Авторевю.

– 1999. – № 15.

472. Сорокин, К. На автомобиле – без прав? / К. Сорокин // Авторевю. – 2000. – № 8. – С. 43.

473. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер ; Перевод с англ. А.М. Пашутина; Под ред. В.Ф. Венда. – М.: Изд-во «Мир», 1968. – 518 с., ил.

474. Справочник по инженерной психологии. / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.

475. Справочник по прикладной эргономике. – М.: Машиностроение, 1980. – 214 с.

476. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Королук, Н.И. Портенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

477. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. Изд. 4-е, доп. – Минск: Беларусь, 1991.

478. Средства дизайн-программирования. – М.: ВНИИТЭ, 1987. – 172 с., ил.

479. Статистика дорожно-транспортных происшествий в Европе и Северной Америке / Европейская экон. комиссия, Женева. — Т.XLVI. — Нью-Йорк: ООН, 2001. — 139 с.: табл.

480. Страница за страницей // За рулем. – 2003. – № 4. – С. 176.

481. Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: учеб. Пособие / В.А. Стуканов. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 368 с.

482. СХКД 1.01-73 ВНИИТЭ. Стадии разработки. – М.: ВНИИТЭ, 1973.

483. СХКД 1.02-73 ВНИИТЭ. Виды и комплектность художественно-конструкторских документов. – М.: ВНИИТЭ, 1973.

484. СХКД 1.03-73 ВНИИТЭ. Требования к моделям, макетам и макетным образцам. – М.: ВНИИТЭ, 1973.

485. Сцепления транспортных и тяговых машин / И.Б. Барский, С.Г. Борисов, В.А. Галягин и др.; Под ред. Ф.Р. Геккера, В.М. Шарипова и Г.М. Щеренкова. – М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.

486. Танина В.Н. Эргономика. – М.: Мир, 1971.
487. Тарапенко, М.Е. Технология изготовления кузовных деталей легковых автомобилей / М.Е. Тарапенко, М.К. Князев, Е.Г. Перский // Кузнеч.-штамповоч. пр-во. – 1993. – № 8. – С. 23-25.
488. Теоретические и методологические исследования в дизайне. – М.: Изд-во Школы культурной политики, 2004. – 372 с.
489. Теоретические основы выбора безопасной силовой схемы кабины / С.А. Багичев, Л.Н. Орлов, К.С. Ившин // Вестник Ижевского государственного технического университета (ИжГТУ). – 2011. – №4. – С. 43-47.
490. Технология изготовления автомобильных кузовов / Д.В. Горячий, А.Д. Горячий, Г.И. Захаров и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 352 с., ил.
491. Травин, О.В. Материаловедение: Учеб. для вузов / О.В. Травин, Н.Т. Травина. – М.: Металлургия, 1989. – 382 с.: ил.
492. Тракторы: Теория / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
493. Транспортное средство переходного периода // Авторевю. – 1997. – № 21.
494. Транспортное средство: пат. 84316 на полезную модель, Рос. Федерация: МПК В60N 2/01 (2006.01), В62К 11/14 (2006.01) / Умняшкин В.А., Ившин К.С., Филькин Н.М., Савельев В.А. – 2009106091/22; заявл. 20.02.2009; опубл. 10.07.2009. Бюл. № 19. – 1 с.: ил.
495. Транспортное средство: пат. 86532 на полезную модель, Рос. Федерация: МПК В60К 5/08 (2006.01) / Умняшкин В.А., Ившин К.С., Филькин Н.М., Савельев В.А., Галеев И.И. – 2009101648/22; заявл. 19.01.2009; опубл. 10.09.2009. Бюл. № 25. – 2 с.: ил.
496. Турин-2000. Auverland. Maggiore. Opac // Авторевю. – 2000. – № 12. – С. 12-15.
497. Турскова, Т. А. Новый справочник символов и знаков / Т. А. Турскова. – М.: РИПОЛ КЛАССИК, 2003. – 800 с.
498. Тьявле, Э. Краткий курс промышленного дизайна. Пер. с англ. П.А. Кунина / Э. Тьявле. – М.: Машиностроение, 1984. – 192 с., ил.

499. Ульрих, К. Промышленный дизайн: создание и производство продукта / К. Ульрих, С. Эппингер; пер. с англ. М. Лебедева, под общ. ред. А. Матвеева. – М.: Вершина, 2007. – 448 с.: ил., табл.

500. Умняшкин, В.А. Динамика комбинированных энергосиловых установок машин / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Вестник Уральского межрегионального отделения Академии транспорта. – Курган: КГУ, 1998. – С. 4-10.

501. Умняшкин, В.А. Динамика машинного агрегата с комбинированной энергетической установкой / В.А. Умняшкин, Б.А. Якимович, Н.М. Филькин // Труды Международной научно-технической конференции МОТАУТО'98. – Том IV. – Болгария: София, 1998. – С. 193-198.

502. Умняшкин, В.А. Инерционные трансформаторы вращающего момента транспортных средств / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, И.С. Набиев. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2004. – 153 с.: ил.

503. Умняшкин, В.А. Математические модели динамики машин с упруго-демпфирующими механическими звеньями / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Вестник Уральского межрегионального отделения Академии транспорта. – Курган: КГУ, 1998. – С. 10-14.

504. Умняшкин, В.А. Моделирование процесса взаимодействия движителя колесной машины с опорной поверхностью / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, В.Ю. Сальников, Д.Ю. Носков // Сборник научных трудов «Техника и технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог». – М.: МАДИ (ТУ); УФ МАДИ (ТУ), 2000. – С. 40-44.

505. Умняшкин, В.А. Основы теории исследования эксплуатационных свойств автомобиля / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, Р.С. Музафаров. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 240 с.

506. Умняшкин, В.А. Основы теории исследования эксплуатационных свойств автомобиля / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, Р.С. Музафаров. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 240 с.

507. Умняшкин, В.А. Перспективы и проблемы применения

электромеханических передач / В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин // Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении: Тез. док. 1-й Междунар. науч.-техн. конф. БАЛТТЕХМАШ-98. – Калининград: КГТУ, 1998. – С. 107-108.

508. Умняшкин, В.А. Проблемы и перспективы развития малогабаритных микролитражных транспортных средств / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин // Проблемы и перспективы автомобилестроения в России: мат-лы 53-й Междунар. науч.-техн. конф. ААИ РФ. – Ижевск, 2006. – С. 186-198.

509. Умняшкин, В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля: Учебное пособие по дисциплине «Теория автомобиля» / В.А. Умняшкин, В.В. Сазонов, Н.М. Филькин. – Ижевск: ИЖГТУ, 2002. – 180 с.

510. Усенюк, С.Г. Дизайн для условий Севера: принцип сотворчества в проектировании транспортных средств: Диссертация...канд. искусствоведения: 17.00.06 / С.Г. Усенюк. – Екатеринбург: УралГАХА, 2011. – 212 с.

511. Устин, В.Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно-художественного формообразования в дизайнерском творчестве: Учеб. пос. / В.Б. Устин. – 2-е изд., уточ. и доп. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 239 с.: ил.

512. Фентон, Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет. Пер. с англ. К.Г. Бомштейна. Под ред. Э.И. Григолюка / Дж. Фентон. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с., ил.

513. Филькин, Н.М. Система автоматизированного исследования и оптимизации топливной экономичности и тягово-скоростных свойств транспортных средств / Н.М. Филькин // Программно-методические и программно-технические комплексы САПР и АСТПП: Тез. док. респуб. науч.-техн. конф. – Ижевск, 1988. – С. 124-125.

514. Филькин, Н.М. Требования к работе пускорегулирующей аппаратуры легкового автомобиля с комбинированной энергосиловой установкой / Н.М. Филькин // Вестник Уральского межрегионального

отделения Академии транспорта. – Курган: КГУ, 1999. – С. 53-55.

515. Фиттерман, Б.М. Легковые автомобили за 70 лет / Б.М. Фиттерман // Автомобильная промышленность. – 1988. – № 11. – С. 19-21.

516. Фиттерман, Б.М. Микроавтомобили / Б.М. Фиттерман. – М.: ГНТИ Машгиз, 1961. – 282 с.

517. Фуфаева, И. Опыт Нижнего / И. Фуфаева // Вести СоЭС. – Н. Новгород: Международный Социально-экологический Союз, 2001. – № 4 (19).

518. Хамидуллин, Р.П. Обзор и анализ гибридных автомобилей, созданных в мире / Р.П. Хамидуллин, Н.М. Филькин, Е.В. Лукин // Проблемы и перспективы автомобилестроения в России: Материалы 53 Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров РФ. – Ижевск, 2006. – С. 217-230.

519. Ханзен, Ф. Основы общей методики конструирования. Систематизация конструирования. Пер. с нем. В.В. Титова. / Ф. Ханзен. – Л.: «Машиностроение», 1969. – 166 с., с черт.

520. Хан-Магомедов, С.О. Конструктивизм – концепция формообразования / С.О. Хан-Магомедов. – М.: Стройиздат, 2003.

521. Хан-Магомедов, С.О. Пионеры советского дизайна / С.О. Хан-Магомедов. – М.: Галарт, 1995.

522. Хачиян, А.С. Двигатели внутреннего сгорания. Под ред. В.Н. Луканина / А.С. Хачиян, К.А. Морозов, В.Н. Луканин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 311 с.

523. Хилл, П. Наука и искусство проектирования. Пер. с англ. Е.Г. Коваленко; Под ред. В.Ф. Венды / П. Хилл. – М.: Мир, 1973. – 264 с.

524. Ходьков, Ю.Л. Эскизный рисунок художника-конструктора / Ю.Л. Ходьков. – Л.: Знание, 1975.

525. Холмянский, Л. Дизайн / Л. Холмянский, А. Щипанов. – М.: Просвещение, 1985. – 151 с.

526. Холмянский, Л.М. Макетирование и графика в художественном

конструировании / Л.М. Холмянский. – М.: Изд-во МАрхИ, 1978.

527. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для студентов худож.-пром. вузов / З.Н. Быков, Г.В. Крыков, Г.Б. Минервин и др.; Под ред. З.Н. Быкова, Г.Б. Минервина. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.: ил.

528. Художественное конструкторское образование. Вып. 4 / Под ред. Г.Б. Минервина. – М.: ВНИИТЭ, 1973. – 216 с.

529. Цинман, Ж.Г. Дизайн-моделирование специальных мототранспортных средств (на примере моторикиши): Автореферат дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.06 / Ж.Г. Цинман. – М.: ВНИИТЭ, 2008. – 29 с.

530. Цыганкова, Э.Г. У истоков дизайна (машины и стили) / Э.Г. Цыганкова. – М.: Наука, 1977. – 112 с.

531. Чернов, Л.Б. Основы методологии проектирования машин / Л.Б. Чернов. – М.: «Машиностроение», 1978. – 152 с.

532. Что показывают в Токио? // Авторевю. – 2003. – № 20. – С. 6.

533. Шемшурина, Е.Н. Рекомендации по габаритам бытового оборудования / Е.Н. Шемшурина. – М.: ВНИИТЭ, 1968. – 235 с.

534. Шемшурина, Е.Н. Человек – мера вещей / Е.Н. Шемшурина. – М.: Знание, 1968. – 45 с.

535. Шимко, В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование / В.Т. Шимко. – М.: «Архитектура-С», 2004. – 412 с.

536. Шимкович, Д.Г. Расчет и проектирование конструкций в MSC.visual Nastran for Windows / Д.Г. Шимкович. – М.: ДМК Пресс, 2004.

537. Шляхтинский, А. Маленькие уродцы от больших эстетов / А. Шляхтинский // Автоплюс. – 2001. – № 2. – С. 14-16.

538. Шмидт, А.Г. Мощностные показатели двигателя на режиме разгона автомобиля / А.Г. Шмидт, П.Н. Новохатный, К.Ю. Сытин // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 7. – С. 8-10.

539. Шмидт, М. Эргономические параметры / Пер. с чеш. М.Ю.

Дубровского, Т.В. Матвеевой, К.И. Паровой; Под ред. В.М. Мунипова / М. Шмидт. – М.: Мир, 1980. – 237 с.

540. Шпара, П.Е. Техническая эстетика и основы художественного конструирования / П.Е. Шпара, И.П. Шпара. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Выща школа, 1989. – 247 с.

541. Штробель, В. Современный автомобильный кузов. Пер. с нем. Н.А. Юниковой. Под ред. Л.И. Вихко / В. Штробель. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с., ил.

542. Шугуров, Л. Старый знакомый / Л. Шугуров // Моделист-конструктор. – 1980. – № 4.

543. Шургальский, Д. Смешение жанров / Д. Шургальский // Иномарка. – 2005. – № 1. – С. 108-110.

544. Шургальский, Д. Смешение жанров / Д. Шургальский // Иномарка. – 2005. – № 1. – С. 108-110.

545. Щетина, В.А. Экологические аспекты автомобильного транспорта / В.А. Щетина, В.Б. Беляев, С.В. Архипов. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1990. – 201 с.: ил.

546. Щетинина, В.А. Электромобиль: техника и экономика / В.А. Щетинина и др. – Л., 1987.

547. Электрокары (электротягачи, электротележки и электропогрузчики) / Оракалиев Д.Б., Диков И.С., Христов Х.Г. и др. Пер. с болг. – М.: Транспорт, 1976.

548. Электромобиль капитана Немо // За рулем. – 2003. – № 11. – С. 115.

549. Электрошок // Autokatalog 96/97 (Русское издание автокаталога «Издательства «За рулем» и «Ферайнигте Мотор-Ферлаге», Германия). – 1997. – № 4. – С. 292-293.

550. Эргономика / В.В. Адамчук, Т.П. Варна, В.В. Воротникова и др. Под ред. В.В. Адамчука. – М.: Юнити-Дана, 1999. – 254 с.

551. Эргономика: принципы и рекомендации. – М.: ВНИИТЭ, 1970.

552. Эргономика: принципы и рекомендации: метод. руководство. – 2-е

изд., переработ. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 184 с.

553. Эргономическая оценка уровня качества промышленной продукции и технологических процессов: метод. рекомендации. – М.: ВНИИТЭ, 1980.–44с.

554. Этапы разработки легкового автомобиля: Учеб. пос. / Е.У. Исаев, Н.С. Соломатин, В.В. Ковтун, В.М. Карпов. – Тольятти: ТГУ, 2005. – 82 с.

555. Яворский, Б.М. Справочник по физике / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – М.: Наука, 1979. – 944 с.

556. Янес, М.Д. Рисунок для индустриальных дизайнеров / М.Д. Янес, Э.Р. Домингез. Пер. с испан. И.М. Будовнич. – М.: АРТ-РОДНИК, 2006. – 192 с.

557. Яцюк, О.Г. Мультимедийные технологии в проектной культуре дизайна: гуманитарный аспект: Автореферат дис. ... д-ра искусствоведения: 17.00.06 / О.Г. Яцюк. – М.: ВНИИТЭ, 2009. – 45 с.

558. Aixam // Автокаталог 2000/2001 «За рулем». Мир легковых автомобилей. – 2001. – № 8. – С. 378.

559. China Automotive Technology and Research Center (CATARC) // Official Publications.

560. Council directive 91/439/EEC of 29 July 1991 on driving licences // Office for Official Publications of the European Communities 1991L0439, 01.05.2004. –41 p.

561. Council directive 92/61/EEC of 30 June 1992 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles // Official Journal of the European Communities L 225, 10.8.1992. – 72 p.

562. Coyne, R. Designing Information Technology in the Postmodern Age: From Method to Metaphor / R. Coyne. – Cambridge, Mass.: MIT Press, 1995.–399 p.

563. Directive 2002/24/EC of the European parliament and of the council of 18 March 2002 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles and repealing Council Directive 92/61/EEC // Official Journal of the European Communities L 124, 9.5.2002. – 44 p.

564. Directive 97/24/EC of the European parliament and of the council of 17

June 1997 on certain components and characteristics of two or three-wheel motor vehicles // Official Journal of the European Communities, 18.8.97. – 454 p.

565. Earle, J.H. Engineering design graphics / J.H. Earle. – 6th ed. – Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1990. – 750 p.

566. Fallman, D. In Romance with the Materials of Mobile Interaction (a phenomenological approach to the design of mobile information technology) / D. Fallman. – Umeå: Larsson & Co: Tryckeri Ab. 2003. – 412 p.

567. GE Engineering Thermoplastics Design Guide.

568. GEM // Автокаталог 2000/2001 «За рулем». Мир легковых автомобилей. – 2001. – № 8. – С. 382.

569. Handbook of Composites / Edited by S.T. Peters. – Published by Chapman & Hall, London, 1998. – 455 с.

570. Ivshin, K. Numerical strength analysis in vehicle design / V. Umnyashkin, K. Ivshin, S. Zykov // The International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport. – Minsk, 2010. – P. 208-217.

571. Ivshin, K. Program organization and classification position driver and passenger in electric vehicles / D. Danilov, K. Ivshin // International Forum «Education Quality-2010» / ISTU. – Izhevsk, 2010. – P. 259-260.

572. Ivshin, K.S. Contemporary principles of 3D-modeling in industrial design education / A.F. Basharova, K.S. Ivshin // Mathematical Design & Technical Aesthetics. – 2013. – № 1. – pp. 39-46.

573. Ivshin, K.S. The Particular qualities of robotics shaping / E.V. Antipina, K.S. Ivshin // Mathematical Design & Technical Aesthetics. – 2014. – № 2. – pp. 54-70.

574. Ivšín, K.S. Klasifikácia karosérie kvadricykla / K.S. Ivšín // Ai magazine. Automotive industry. – 2008. – № 4. – P. 32-33.

575. Judging a book by its cover // Automotive engineer. – 2004. – № 1. – P. 72.

576. Keep on trucking // European plastics news. – 2004. – № 8. – P. 24.

577. Khabazi, M. Algorithmic modeling with Grasshopper, 2009, [online]

Available at: <http://proquest.safaribooksonline.com/1587050773> [accessed 01/03/2012].

578. Krüger, R. Three Dimensional Finite Element Analysis of Multidirectional Composite DCB, SLB and ENF Specimens, ISD-Report No. 94/2 / R. Krüger. – Stuttgart: University of Stuttgart, 1994.

579. Ligier // Автокаталог 2000/2001 «За рулем». Мир легковых автомобилей. – 2001. – № 8. – С. 386.

580. Ligier BE UP // За рулем. – 2003. – № 11. – С. 122.

581. Ligier. Дракоша // Клаксон. Автомобильная газета. – 2000. – № 6. – С. 11.

582. Lobach, B. Industrial design / B. Lobach. – Munchen: Verlag Koro Thiernig, 1976. – 206 p.

583. Lombard, M. Solid Works 2011 Bible / M. Lombard. – Indianapolis: Wiley Publishing Inc., 2010.

584. Matra возвращается // Авторевю. – 2000. – № 19. – С. 18.

585. Microcar // Автокаталог 2000/2001 «За рулем». Мир легковых автомобилей. – 2001. – № 8. – С. 387.

586. Mitchell, C.T. New Thinking in design: conversations on theory and practice / C.T. Mitchell. – New York: Van Nostrand Reinhold, 1996. – 180 p.

587. Norman, D. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things / D. Norman. – Basic Books, 2003. – 256 p.

588. Pye, D. The Nature and Aesthetics of Design / D. Pye. – Cambium Press, 1969. Reprint edition, 1995. – 112 p.

589. RIM (Reaction Injection Molding). – Armstrong Mold Corporation, 2014. – 1 с.

590. RRIM Design Manual Addendum for Exterior Body Panels. – Automotive Composites Alliance, 2004. – 6 с.


591. Russo, M. Polygonal Modeling: Basic and Advanced Techniques (Wordware Game and Graphics Library) / M. Russo. – Plano (USA): Wordware Publishing Inc., 2005.

592. Second start // Automotive engineer. – 2004. – № 1. – P. 63.
593. SMC_Design_Manual Exterior Body Panels. – The Composites Institute of the Society of the Plastics Industry, Inc., 1991. – 34 c.
594. Susanna Laurenzi and Mario Marchetti. Advanced Composite Materials by Resin Transfer Molding for Aerospace Applications. 2012. – 30 c.
595. Technical Design Guide for FRP Composite Products and Parts. – Molded Fiber Glass Companies. – 25 c.
596. Title 40-Protection of Environment: Section 600.315-82 Classes of comparable automobiles.
597. Tresmontant, E. How do minicars fare compared with ordinary cars? / E. Tresmontant // Viamichelin. – 2005. – № 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Копии патентов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ
№ 84316

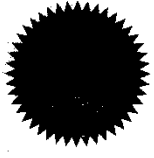
ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Патентообладатель(и): **Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ижевский государственный технический университет" (RU)**

Автор(ы): **с.м. на обороте**

Заявка № 2009106091
Приоритет полезной модели: **20 февраля 2009 г.**
Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации: **10 июля 2009 г.**
Срок действия патента истекает: **20 февраля 2019 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) **RU** (11) **84 316** (13) **U1**
(51) МПК
B60K 2/01 (2006.01)
B62K 1/14 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21) (22) Заявка: 2009106091/22, 20.02.2009

(74) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.02.2009

(45) Опубликовано: 10.07.2009 Бюл. № 19

Адрес для переписки:
426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 7,
ГБОУ ВПО "Ижевский государственный
технический университет"

(72) Автор(ы):
Умилкин Владимир Алексеевич (RU),
Филиппов Николай Михайлович (RU),
Иванов Константин Сергеевич (RU),
Савельев Владимир Алексеевич (RU)

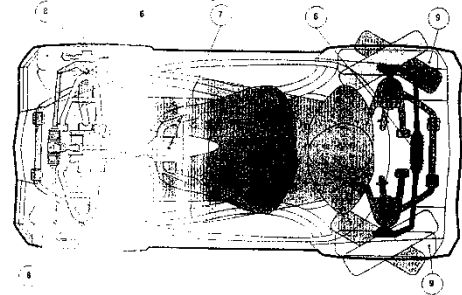
(73) Патентообладатель(и):
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Ижевский государственный
технический университет" (RU)

(54) ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

(57) Формула полезной модели

Транспортное средство, состоящее из несущего основания, на котором закреплена энергосиловая установка, передняя и задняя подвески, механизм рулевого управления, топливный бак и сиденья, отличающееся тем, что сиденья расположены по продольной оси основания, а механизм рулевого управления выполнен в виде двух рессорных планок, установленных на передние и задние колеса.

С П И С О К



Стр. 1

RU 84316 U1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ
№ 86532

ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Патентообладатель(и): **Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ижевский государственный технический университет" (RU)**

Автор(ы): **с.м. на обороте**

Заявка № 2009101648
Приоритет полезной модели: **19 января 2009 г.**
Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации: **10 сентября 2009 г.**
Срок действия патента истекает: **19 января 2019 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) **RU** (11) **86 532** (13) **U1**
(51) МПК
B60K 5/08 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21) (22) Заявка: 2009101648/22, 19.01.2009

(74) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.01.2009

(45) Опубликовано: 10.09.2009 Бюл. № 25

Адрес для переписки:
426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 7,
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Ижевский государственный
технический университет"

(72) Автор(ы):
Умилкин Владимир Алексеевич (RU),
Филиппов Николай Михайлович (RU),
Савельев Владимир Алексеевич (RU),
Иванов Константин Сергеевич (RU),
Галеев Ильясар Ильдусович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Ижевский государственный
технический университет" (RU)

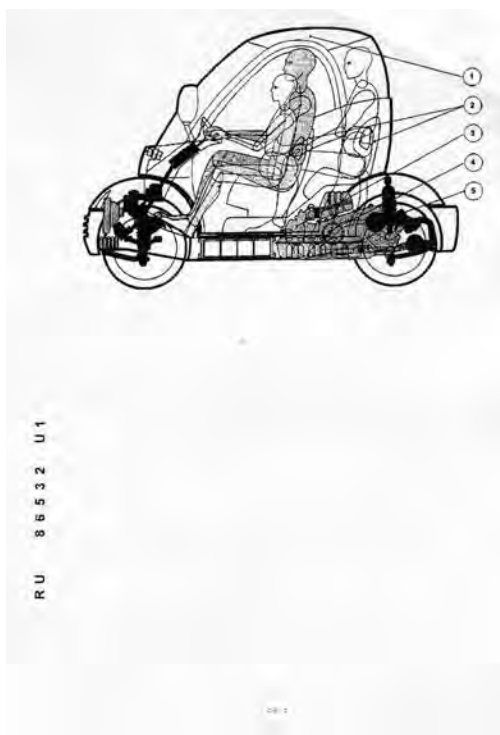
(54) ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

(57) Формула полезной модели

Транспортное средство, состоящее из несущего основания, на котором закреплены энергосиловая установка, передняя и задняя подвески, механизм рулевого управления, топливный бак и сиденья, отличающееся тем, что на основании дополнительно установлена кабина, а энергосиловая установка состоит из двигателя внутреннего сгорания, вариатора, электродвигателя и блока управления.

Стр. 1

RU 86532 U1



RU 8 6 5 3 2 U 1



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **73728** (51) МКП^o 12-08

(15) Дата регистрации: 16.01.2010
(21) Номер заявки: 2008504070
(22) Дата подачи заявки: 07.11.2008
(45) Дата публикации: 16.01.2010

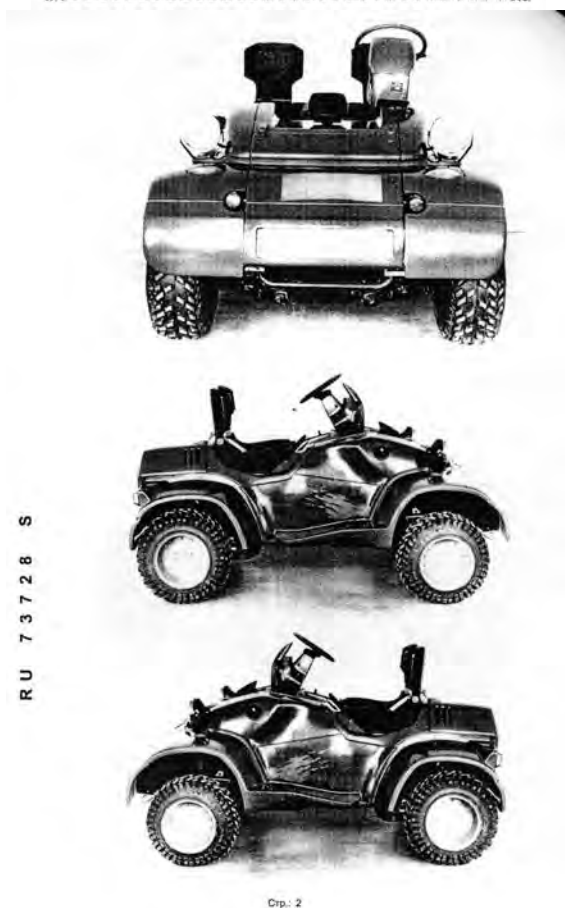
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

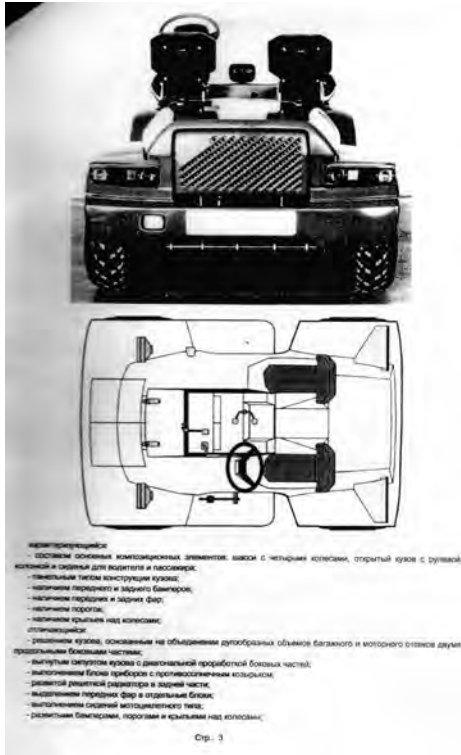
(12) СВЕДЕНИЯ О ПАТЕНТЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 07.11.2008	(72) Автор: Умкин Владимир Алексеевич (RU); Ишан Константин Сергеевич (RU); Савельев Владимир Алексеевич (RU); Филькин Николай Михайлович (RU); Адрес для переписки: 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, Ижевский Государственный Технический Университет
(73) Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ижевский Государственный Технический Университет" (RU)	

(54) **КВАДРИЦИКЛ**
(55) 57 Квадрицикл.

RU 7 3 7 2 8 S





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ
НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ
№ 73730

КВАДРИЦИКЛ

Патентообладатель(и): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ижевский Государственный Технический Университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2008504136
Приоритет промышленного образца 14 ноября 2008 г.
Зарегистрировано в Государственном реестре промышленных образцов Российской Федерации 16 января 2010 г.
Срок действия патента истекает 14 ноября 2023 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

RU⁽¹¹⁾ 73730⁽⁵¹⁾ МКП⁰ 12-08

(15) Дата регистрации: 16.01.2010
(21) Номер заявки: 2008504136
(22) Дата подачи заявки: 14.11.2008
(45) Дата публикации: 16.01.2010

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) СВЕДЕНИЯ О ПАТЕНТЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 14.11.2008

(72) Автор:
Умнякин Владимир Алексеевич (RU)
Ишенин Константин Сергеевич (RU)
Савельев Владимир Алексеевич (RU)
Филькин Николай Михайлович (RU)

Адрес для переписки:
426060, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7,
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ижевский Государственный Технический
Университет"

(73) Патентообладатель:
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ижевский Государственный Технический
Университет" (RU)

(54) КВАДРИЦИКЛ
(55) КВАДРИЦИКЛ

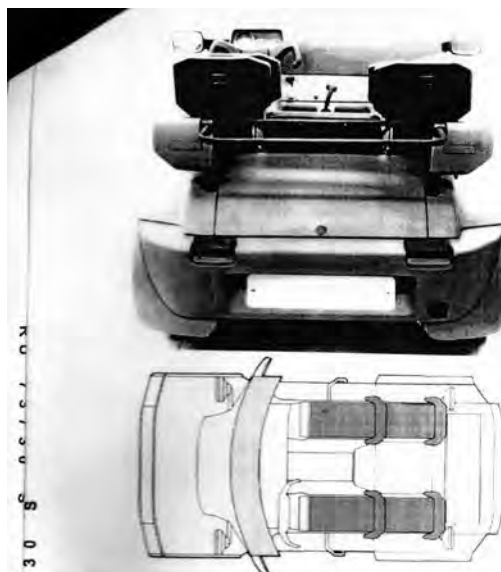
RU 73730 S

Стр. 1

RU 73730 S



Стр.: 2



RU 73730 S

RU 73730 S

- кавалитерный:**
- составные основные композиционные элементы: шасси с четырьмя колесами, открытый кузов с рулевой колонкой и сиденьями для водителя и пассажиров;
 - лонжеронная телескопическая конструкция кузова;
 - наличие переднего и заднего бамперов;
 - наличие передних и задних фар;
 - наличие порогов;
 - наличие крыльев над колесами;
- отличительный:**
- решение кузова, основанное на объединении дугообразных объемов багажного и моторного отсеков двумя продольными боковыми частями;
 - выгнутым сиденьем кузова с диагональной проработкой боковых частей;
 - рельефным ветровым щитом с горизонтально выгнутой верхней частью и зеркалами заднего вида;
 - выделением передних фар с защитными решетками в отдельные блоки;
 - выступанием боковыми дугами безопасности;
 - выступанием средней калитерного типа, окантованных спинками;
 - выполнением органов автомобильного рулевого управления в форме штурвала;
 - наличием бамперов, порогов и крыльев над колесами;
 - наличием разрывов между панелями кузова;
 - расположением топливного отверстия перед водительским местом;

Стр.: 3

Рисунок А.1 – Копии патентов по теме диссертации

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Копии дипломов и наград по теме диссертации



07 / 12
2013

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОНКУРС
В ОБЛАСТИ
ДИЗАЙНА
РОССИЙСКАЯ
ВИКТОРИЯ

ДИПЛОМ

Жюри национального конкурса в области дизайна присуждает приз «Российская Виктория»

В номинации «Дизайн-педагогика»
(высшее образование)

НОЦ «Развитие дизайна и инжиниринга промышленных изделий в Удмуртской Республике» в составе: Умишкина В.А. (рук. НОЦ); Ермакова А.М. (СД РФ); Черных М.М., Бендерского Б.Я., Лукьяненко В.С. (ИжГТУ им. М.Т. Калашникова); Ившина К.С., Громового С.В., Зыкова С.Н. (УдГУ) за создание многоуровневой системы подготовки научно-педагогических кадров и высококвалифицированных специалистов

Министр культуры
Российской Федерации
Мединский В. Р.



Председатель жюри
Президент Союза
Дизайнеров России
Назаров Ю. В.



12 / 12
2014

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОНКУРС
В ОБЛАСТИ
ДИЗАЙНА
РОССИЙСКАЯ
ВИКТОРИЯ

ДИПЛОМ

Жюри национального конкурса в области дизайна присуждает приз «Российская Виктория»

Ившину Константину, Романову Азату (Ижевск)
В номинации дизайн-теория

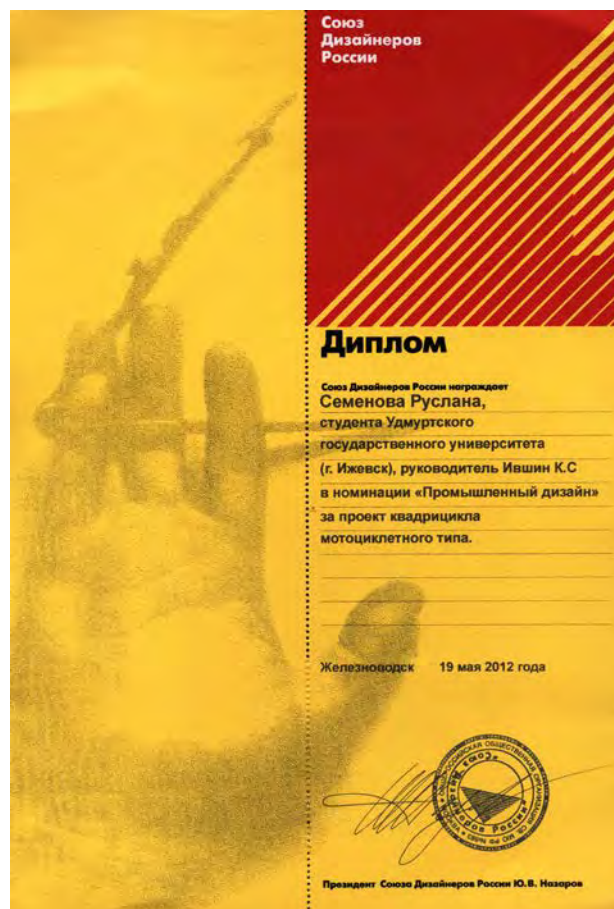
за разработку научной монографии «Дизайн и инжиниринг транспортных средств в Удмуртской Республике»

Министр культуры
Российской Федерации
Мединский В. Р.



Председатель жюри
Президент Союза
Дизайнеров России
Назаров Ю. В.







НТМ

ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ

Федеральное агентство по делам молодежи
Госкомитет по науке
ОАО «Всероссийский выставочный центр»
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области

ДИПЛОМ
II степени

Награждается
Ившин Константин
за проект
«Квадрицикл» с комбинированной энергосиловой установкой»

ГОУВПО Удмуртский государственный университет
директор
Председатель
Экспертного совета

[Signature] И.Б. Федоров

Москва, ВВЦ
24 - 27 июля 2009 г.

Absolutum - obsoletum
Что работает - уже устарело

**ИННОВАЦИОННЫЙ
ФОРУМ**

К 200-летию столицы
Донского козачества
г. Новочеркасск

ДИПЛОМ

Награждается
**УдГУ Ившин К.С.,
Филькина А.Н., Стрелков М.Н.**

**Ижевский государственный
технический университет**

За инновационную
научно-техническую разработку
**Квадрициклы
с гибридной энергосиловой
установкой**

[Signature] А.В. Палено

Зам. председателя оргкомитета, профессор,
ректор ЮРГТУ (НПИ)

19-21 мая 2005 г. Новочеркасск - ЮРГТУ (НПИ)




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Институт филологии и искусства
Отделение искусства

**БЛАГОДАРНОСТЬ
ОБЪЯВЛЯЕТСЯ**

Ившину Константину Сергеевичу
к.т.н., профессору,
Удмуртского государственного университета, г.Ижевск,
за высокопрофессиональное руководство
научно-исследовательской деятельностью студентов,
подготовку победителя II Всероссийского конкурса студенческих
научных работ в области искусства
и художественного образования

Директор Института филологии и искусства КФУ,
доктор филологических наук, профессор *[Signature]* Замалетдинов Р.Р.
Заведующая кафедрой теории искусства и МХХ,
доктор педагогических наук, профессор *[Signature]* Явгильдина З.М.

15 марта 2012 г.
Казань

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ИНТЕГРАЦИЯ»

За подготовку победителя Всероссийского конкурса
научно-исследовательских, изобретательских и творческих работ обучающихся
"ЮНОСТЬ, НАУКА, КУЛЬТУРА", 2012 - 2013 уч. года
(сентябрь 2012 г. - XXVII Всероссийский конкурс научных работ обучающихся ЮИО - "Патент", Уд. Приказом №6, 10 - 12 апреля 2013 года)

награждается
Ившин Константин Сергеевич
Ижевск, Удмуртская Республика
Удмуртский государственный университет

[Signature] А.С. Обергичников
Президент оргкомитета
Президент ИС «Интеграция»

11 апреля 2013 года
Серия ЮИИК XXXI № 006614







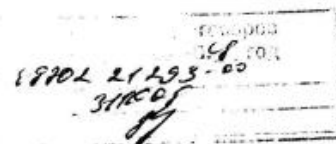



Рисунок Б.1 – Копии дипломов и наград по теме диссертации

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Копии договора о сотрудничестве в подготовке специалистов
(Правительство Удмуртской Республики, ФГБОУ ВПО «УдГУ», ФГБОУ ВПО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», ООО «Инженерный центр «i-Дизайн»)

г.о
см



ДОГОВОР №

о сотрудничестве в подготовке специалистов

г. Ижевск

«19» октября 2008 г.

Правительство УР в лице министра образования и науки **Кузнецова Андрея Леонидовича** и министра промышленности и транспорта **Курочкина Леонида Ивановича**, действующих на основании Устава, **ОАО «ИжАвто»** в лице главного инженера **Рыбакова Александра Ивановича**, действующего на основании доверенности № 168 ДА от 07.08.2007 г., **ГОУ ВПО «УдГУ»**, в лице ректора **Бунтова Семена Демьяновича**, действующего на основании Устава, **ГОУ ВПО «ИжГТУ»**, в лице ректора **Якимовича Бориса Анатольевича**, действующего на основании Устава и **ООО «Инженерный центр «i-ДИЗАЙН»** в лице главного инженера **Вавро Вячеслава Николаевича**, действующего на основании Устава, именуемые в дальнейшем «Стороны», заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. Предмет договора

1.1. В целях подготовки высококвалифицированных кадров для ОАО «ИжАвто» и предприятий Удмуртской Республики на основе современного оборудования, технологий, программного обеспечения и проектных методик **Стороны** осуществляют сотрудничество в области развития автомобилестроения, инжиниринга, промышленного дизайна и создания научно-учебного производственного комплекса.

2. Общие положения

2.1. Подготовка специалистов осуществляется по специальным планам, в условиях разработки реальных учебных проектов при непосредственном участии студентов на всех этапах выполнения проектов.

2.2. Подготовка ведется по специальностям: автомобилестроение, инжиниринг, промышленный дизайн. Учебные планы должны учитывать специальные требования Сторон.

2.3. Практической работой студентов руководят и передают им свой опыт высококвалифицированные специалисты Инженерного центра, учебно-методическую поддержку осуществляют преподаватели УдГУ и ИжГТУ.

2.4. Контингент обучающихся – студенты, прошедшие тестирование и отобранные для целевой подготовки в интересах ОАО «ИжАвто» и предприятий УР.

2.5. ОАО «ИжАвто» имеет приоритетное право на выбор специалистов для работы на предприятии.

2.6. Координацию проекта, организационные и хозяйственные вопросы создания научно-учебного производственного комплекса выполняет ООО «Инженерный центр «i-ДИЗАЙН», учебную работу ведут преподаватели УдГУ и ИжГТУ.

10

3. Обязательства сторон

Правительство УР обязуется:

- 3.1. Оказать помощь и содействие в организации и развитии научно-производственной базы комплекса.
- 3.2. Обеспечить юридическую, методическую, организационную поддержку научно-учебному производственному комплексу.
- 3.4. Согласовывать учебные планы по подготовке специалистов для предприятий.

ОАО «ИжАвто» обязуется:

- 3.5. Предоставить по отдельному договору, для организации научно-учебного производственного комплекса, на правах аренды координатору проекта ООО «Инженерный центр «i-ДИЗАЙН» часть нежилого помещения в здании инженерного корпуса (инв. № 010617).

ГОУ ВПО «УдГУ» и ГОУ ВПО «ИжГТУ» обязуются:

- 3.6. Обеспечить подготовку студентов в соответствии с программой высшего и среднего профессионального образования по направлениям автомобилестроение, инжиниринг и промышленный дизайн.
- 3.7. Организовать прохождение студентами всех предусмотренных учебным планом практик на ОАО «ИжАвто».
- 3.8. Обеспечить подготовку специалистов по специальным требованиям ОАО «ИжАвто».
- 3.9. Выделить 2 штатные единицы для организации учебного процесса, руководства практической работой, обеспечения материальной сохранности, дисциплины, соблюдения условий техники безопасности.
- 3.10. По окончании студентами учебных заведений, в письменном виде рекомендовать ОАО «ИжАвто» лучших студентов в качестве кандидатов на вакантные должности.

ООО «Инженерный центр «i-ДИЗАЙН» обязуется:

- 3.11. Организовать участие студентов в изготовлении проектов, макетов курсовых и дипломных работ под руководством специалистов предприятия в условиях выполнения реальных учебных проектов.
- 3.12. Координировать работы по организации научно-учебного производственного комплекса.
- 3.13. Разместить необходимое компьютерное оборудование, предоставить для обучения программное обеспечение, проектные методики, необходимый инвентарь и мебель.
- 3.14. Оплачивать ОАО «ИжАвто» арендную плату за предоставленное имущество.

4. Прочие условия

- 4.1. Настоящий договор заключен на неопределенный срок и вступает в силу с момента подписания.
- 4.2. Изменения и дополнения в настоящий договор вносятся по соглашению сторон.
- 4.3. Споры, возникающие между сторонами, решаются в порядке, установленном законодательством РФ.

4.4. Договор составлен в шести экземплярах по одному для каждой стороны.

5. Подписи сторон

**Министерство образования
и науки УР**
426057, г. Ижевск, ул. М. Горького, 73.
/ Кузнецов А.Л.
ГОУ ВПО «УдГУ»

426034, Удмуртская Республика,
г. Ижевск, ул. Университетская, 1.
ИНН 1833010750,
КПП 183301001,
р/с 40503810900001000002
в УФК по УР (ОФК 26, ГОУВПО
«УдГУ» л/с 06073420160),
БИК 049401601.
Тел. (3412)91-60-97

/ Бунтов С.Д.

ООО «Инженерный центр «i-ДИЗАЙН»

426053, г. Ижевск,
ул. Ворошилова, 81-94, а/я 619.
ОГРН 1051801774683.
ИНН 1834034312,
КПП 183401001.
Расчетный счет N 40702810168040102117
в Удмуртском отделении № 8618
г. Ижевска, БИК 049401601,
К/с 30101810400000000601,
ОКПО 77128029.
Тел.: (3412)72-70-95

/ Вавро В.Н.

**Министерство промышленности и
транспорта УР**
426057, г. Ижевск, ул. Красная, 144.
Тел./факс (3412)51-43-53
/ Курочкин Л.И.
ГОУ ВПО ИжГТУ

426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск,
ул. Студенческая, 7.
р/сч 40503810500001000004 в ГРКЦ НБ УР.
г. Ижевск,
БИК 049401001,
ИНН 1826001850 ОФК по г. Ижевску.
(ИНН 1831032740, КПП 183101001 ИжГТУ
л/с 06073418640).
Тел. (3412)59-38-26

/ Якимович Б.А.

ОАО «ИжАвто»

426060, УР, г. Ижевск,
ул. Автозаводская, 5.
ИНН 1826002275,
КПП 183401001,
р/с 40702810868040101515
в Удмуртском ОСБ 8618/098 г. Ижевск
К/с 30101810400000000601
БИК 049401601

/ Рыбаков А.И.

Рисунок В.1