

На правах рукописи



Ившин Константин Сергеевич

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

Специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2016

Работа выполнена на кафедре дизайна института искусств и дизайна федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный университет»

Научный консультант: **Умняшкин Владимир Алексеевич**,
доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой дизайна ФГБОУ ВО «Удмуртский госу-
дарственный университет», г. Ижевск

Официальные оппоненты: **Котиев Георгий Олегович**,
доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Колесные машины» ФГБОУ ВО «Мос-
ковский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследователь-
ский университет)», г. Москва
Дмитриев Сергей Васильевич,
доктор технических наук, профессор, профессор ка-
федры «Автомобили, автомобильные двигатели и
дизайн» Набережночелнинского института
(филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет», г. Набережные Челны
Мамити Герас Ильич,
доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Колесные машины» ФГБОУ ВО
«Горский государственный аграрный университет»,
г. Владикавказ

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«**Московский государственный машинострои-
тельный университет (МАМИ)**», г. Москва

Защита состоится «22» декабря 2016 г. в 11.00 ч. на заседании диссертаци-
онного совета Д 212.144.05 на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет дизайна и технологий» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовни-
ческая, д. 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государ-
ственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный университет дизайна и технологий» и на офици-
альном сайте www.mgudt.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор искусствоведения, профессор



И.Н. Стор

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 обоснованы 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, ААИ/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, ААИ/МГТУ «МАМИ», 2010 г.; Н. Новгород, НГТУ/ААИ, 2010 г.; Томск, НИТПУ, 2013); на 14 в области дизайна и искусства (Сочи, СИМБуп, 2007 г.; Санкт-Петербург, СПГУТД/СПбГХПА/Модуль, 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 «Битехнологии», 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 совместной 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» признан 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.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность работы, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи, раскрыты научная новизна и практическая значимость исследования.

В **первой главе** проанализированы и систематизированы научные труды зарубежных и отечественных ученых, в том числе:

- по теории и методологии дизайн-проектирования: Д.А. Азрикан, В.Р. Аронов, Н.П. Валькова, Н.В. Воронов, О.И. Генисаретский, В.Л. Глазычева, А.В. Ефимов, Е.В. Жердев, К.М. Кантор, Л.А. Кузьмичев, А.Н. Лаврентьев, Е.Н. Лазарев, В.Ю. Медведев, Г.Б. Минервин, Ю.В. Назаров, В.М. Рунге, В.Ф. Сидоренко, Ю.Б. Соловьев, С.О. Хан-Магомедов, А.В. Шимко, П.Е. Шпара, Г.П. Щедровицкий, Д.Н. Щелкунов, О.Г. Яцюк, *S. Alexander* (К. Александер), *Z.G. Begenau* (З.Г. Бегенау), *M. Brady* (М. Брэди), *R. Cooper* (Р. Купер), *G. Nelson* (Дж. Нельсон), *C.T. Mitchell* (К.Т. Митчел), *V. Papanek* (В. Папанек), *M. Press* (М. Пресс), *H. Simon* (Г. Саймон), *D. Fallman* (Д. Фолмана), *J.C. Jones* (Дж. К. Джонс), *S. Hill* (К. Хилл) и др.

- по теории и методологии дизайн-проектирования промышленных изделий: А.А. Барташевич, Б.Я. Бендерский, Л.Б. Богданович, Ю.Г. Божко, З.Н. Быков, С.А. Васин, В.Э. Винтман, И.Т. Волкотруб, Н.П. Гарин, А.А. Грашин, Е.В. Жердев, Л.Т. Жукова, А.С. Квасов, Б.Е. Кочегаров, Г.В. Крыков, В.И. Куманин, В.А. Курочкин, М.С. Кухта, Р.М. Лобацкая, Г.Б. Минервин, Л.В. Переверзев, В.Ю. Пирайнен, В.И. Пузанов, В.Ф. Сидоренко, М.Л. Соколова, Ю.Б. Соловьев, Ю.С. Сомов, А.Г. Устинов, М.М. Черных, *F.C. Ashford* (Ф.К. Эшфорд), *H. Dreyfuss* (Г. Дрейфус), *J. Dietrich* (Я. Дитрих), *E.R. Domínguez* (Э.Р. Домингез), *S. Eppinger* (С. Эппингер), *L. Linmit* (Л. Ленмит), *B. Lobach* (Б. Лобах), *D. Norman* (Д. Норман), *A.I. Mumford* (А.И. Мамфорд), *A. Ott* (А. Отт), *V. Papanek* (В. Папанек), *E. Tjalve* (Э. Тьявле), *K. Ulrich* (К. Ульрих), *M.D. Yanes* (М.Д. Янес) и др.;

- по теории и методологии эргодизайна: В.В. Адамчук, В.И. Даниляк, Т.П. Варна, В.М. Войненко, Е.В. Жердев, В.П. Зинченко, М.М. Калиничева, В.М. Мунипов, А.И. Новиков, В.М. Рунге, М.В. Федоров, *H. Dreyfuss* (Г. Дрейфус), *D. Conover* (Д. Коновер), *J. Panero* (Д. Панеро), *M. Schmidt* (М. Шмидт), *W. Woodson* (У. Вудсон), *M. Zelnik* (М. Зелник) и др.

- по методологии дизайн-проектирования ТС: В.И. Арямов, В.А. Ашкин, В.Я. Бродский, Ю.А. Долматовский, И.А. Зайцев, Н.К. Кудряшев, Е.Н. Лазарев, И.А. Лепешкин, Н.А. Меделец, Н.Е. Розанов, В.А. Умняшкин, С.Г. Усенюк, Ж.Г. Цинман и др.;

- по методологии инженерного проектирования ТС: С.В. Бахмутов, Б.Я. Бендерский, О.И. Гируцкий, Б.В. Гольд, Т.Д. Дзоценидзе, С.В. Дмитриев, А.Н. Евграфов, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.И. Ипатов, Е.У. Исаев, А.Л. Карунин, Г.О. Котиев, В.Н. Кравец, Г.И. Мамити, Е.В. Михайловский, А.Н. Нарбут, Л.Н. Орлов, В.И. Песков, А.П. Петров, В.Ф. Платонов, В.Ф. Родионов, Н.С. Соломатин, И.С. Степанов, В.А. Умняшкин, Х.А. Фасхиев, Н.М. Филькин, Б.М. Фиттерман, Е.А. Чудаков, В.М. Шарипов, *W.K. Strobel* (В.К. Штробель), *J. Mackerle* (Ю. Мацкерле), *J. Pawlowski* (Я. Павловский), *J. Fenton* (Дж. Фентон), *J. Wong* (Дж. Вонг), *W.-H. Hucho* (В.-Г. Гухо) и др.

На основании данного анализа систематизированы основные направления разработки теоретических и методологических основ дизайна ТС: методы дизайн-проектирования и инженерного проектирования, современные методы моделирования, методы исследования конкурентоспособности и потребительских характеристик; современные проблемы проектирования. Обоснованы и определены цель и задачи, структура выбранного направления: 1) классификация и типология МТС (глава 2); 2) моделирование перспективных компоновочных схем в дизайне МТС (глава 3); 3) проектное моделирование кузова в дизайне МТС (глава 4); 4) разработка и создание перспективных образцов МТС (глава 5).

Во **второй главе** проведен анализ нового сегмента транспорта – МТС. Разработана типология формообразования исторических образцов МТС пяти ис-

торических периодов: 1900–1910 (формы кузова, характерные для предшествующих решений формы кузова с конным двигателем; индивидуальное ремесленное исполнение), 1920–1930 (формы кузова, характерные для авиастроения, тип кузова – горизонтально-направленный фюзеляж), 1950–1960 (формы кузова, характерные для военной техники, соответствие формального решения кузова условиям массового производства), 1970–1980 и 1990–2010-е гг. (формы кузова, характерные для дизайна, актуального на автомобильном рынке) (рисунок 1). Индивидуальный и коммерческий малогабаритный транспорт развивался параллельно с остальными категориями механических ТС, но в определенном историческом периоде имел свой актуальный экономический показатель для потребителя и производителя.

Определены категории и классы международной и отечественной классификации ТС, входящий в новый сегмент МТС (таблица 1). Проведен анализ современных моделей производителей сегмента МТС Франции, Италии, Германии, Японии, Индии, Китая, США, РФ. Определен сегмент МТС: мопеды и мотоциклы, трициклы, квадрициклы, микроавтомобили, снегоходы, мотовездеходы, вездеходы-амфибии, багги и карты, электрокары (транспортные платформы), наземные транспортные роботы.

Таблица 1 – Категории и классы ТС, входящий в сегмент МТС

Регион	Класс и категория ТС	
	Автотранспортные средства	Мототранспортные средства
ЕС, РФ	<i>Mini cars / Supermini (A-сегмент)</i>	<i>Категории L₁- L₇ (L1e- L7e)</i>
Великобритания	<i>Microcar / Bubble car</i>	
Северная Америка	<i>Minicompact car</i>	
Япония	<i>Keijidosha / kei-cars (класс Q)</i>	
Китай	<i>Small cars / A₀-segment</i>	

МТС в настоящее время развиваются в разных направлениях, что выявляет актуальность разработки классификации данного сегмента ТС по следующим критериям (рисунок 2): социальное решение (потребитель и условия деятельности); функциональное решение (индивидуальное и коммерческое); формообразующее решение; структурное решение (по Я. Павловскому, Ю.А. Долматовскому, В.Ф. Родионову и Б.М. Фиттерману). МТС развиваются по двум функциональным направлениям: *индивидуальное и коммерческое*.

Определены три группы функционального назначения МТС: 1) *легкие индивидуальные МТС*. Малобюджетные одноместные ТС для поездок по городу на малые расстояния (до 30-40 км) в теплые сезоны как замена велосипеда или мопеда. Посадка водителя – сидячая и стоячая; 2) *средние индивидуальные МТС*. ТС с двухместным кузовом автомобильного типа с багажным пространством и крышей для городской эксплуатации в течение рабочего дня (до 100 км). Посадочная схема водителя и пассажира возможна продольная и поперечная; 3) *тяжелые коммерческие МТС*. Одноместные МТС с увеличенным пространством для груза (фургон и пикап).

Формообразующее решение кузова: принцип формообразования, объемно-пространственная структура, тип кузова. Принцип формообразования: автотранспортный, мототранспортный, комбинированный, альтернативный (концептуальный).

	2000	1990	1980	1970	1960	1950	1940	1930	1920	1910	1900
спортсмены (модельные)											
городские											
кабриолеты											
пикапы											
боты											
концет-коры											
фургоны											
минивэны											
авторкеры (транспортная платформа)											
снегоходы											
мотовэзеходы											
скутеры (мотам)											
вэзеходы											

Рисунок 1 – Типология формообразования МТС пяти исторических периодов

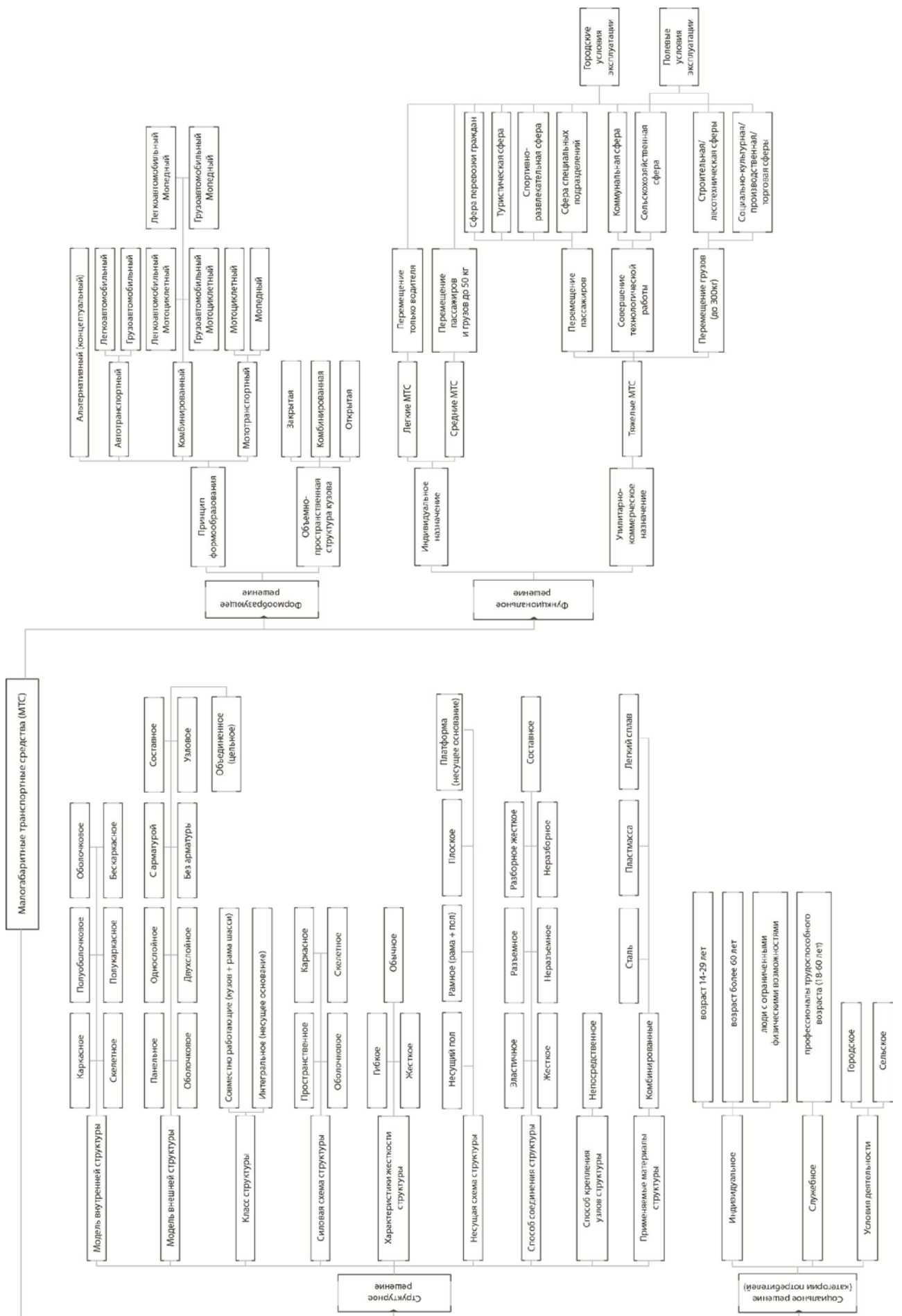


Рисунок 2 – Классификация МТС (функция-форма-структура-потребитель)

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. В двухобъемных моделях капот и моторный отсек выделяются в отдельный объем для формирования образа ТС более высокого класса и категории. 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, tandemная посадка водителя и пассажира. Агрессивный облик формы кузова, динамичность линий, большой диаметр колес, малый дорожный просвет создают облик МТС более высокого класса и категории ТС.

На основе классификации МТС (рисунок 2) разработан типаж МТС (рисунок 3): автомобильный тип (хэтчбек однообъемный, хэтчбек двухобъемный, 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 3 – Типаж МТС

В **третьей главе** разработаны методологические основы моделирования перспективных компоновочных схем на этапе дизайн-проектирования МТС. Проведены классификация и моделирование современных компоновочных схем МТС (рисунок 4): колесная схема (3- и 4-колесные); вид ЭСУ (ЭД, ДВС, КЭСУ (ЭД+ДВС), альтернативные источники энергии (АИЭ); расположение ЭСУ (переднее, центральное, заднее, комбинированное). Проведен сравнительный анализ и выявлены преимущества, недостатки компоновочных схем МТС и рассмотрено влияние каждой из них на следующие эксплуатационные свойства: тягово-скоростные свойства, топливная экономичность, устойчивость и управляемость. При системном подходе в моделировании компоновочных схем 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 пакетов зависит от мощности силовых модулей и типа посадки).

4-Х КОЛЕСНЫЕ МАЛОГАБИРИТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

3-Х КОЛЕСНЫЕ МАЛОГАБИРИТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

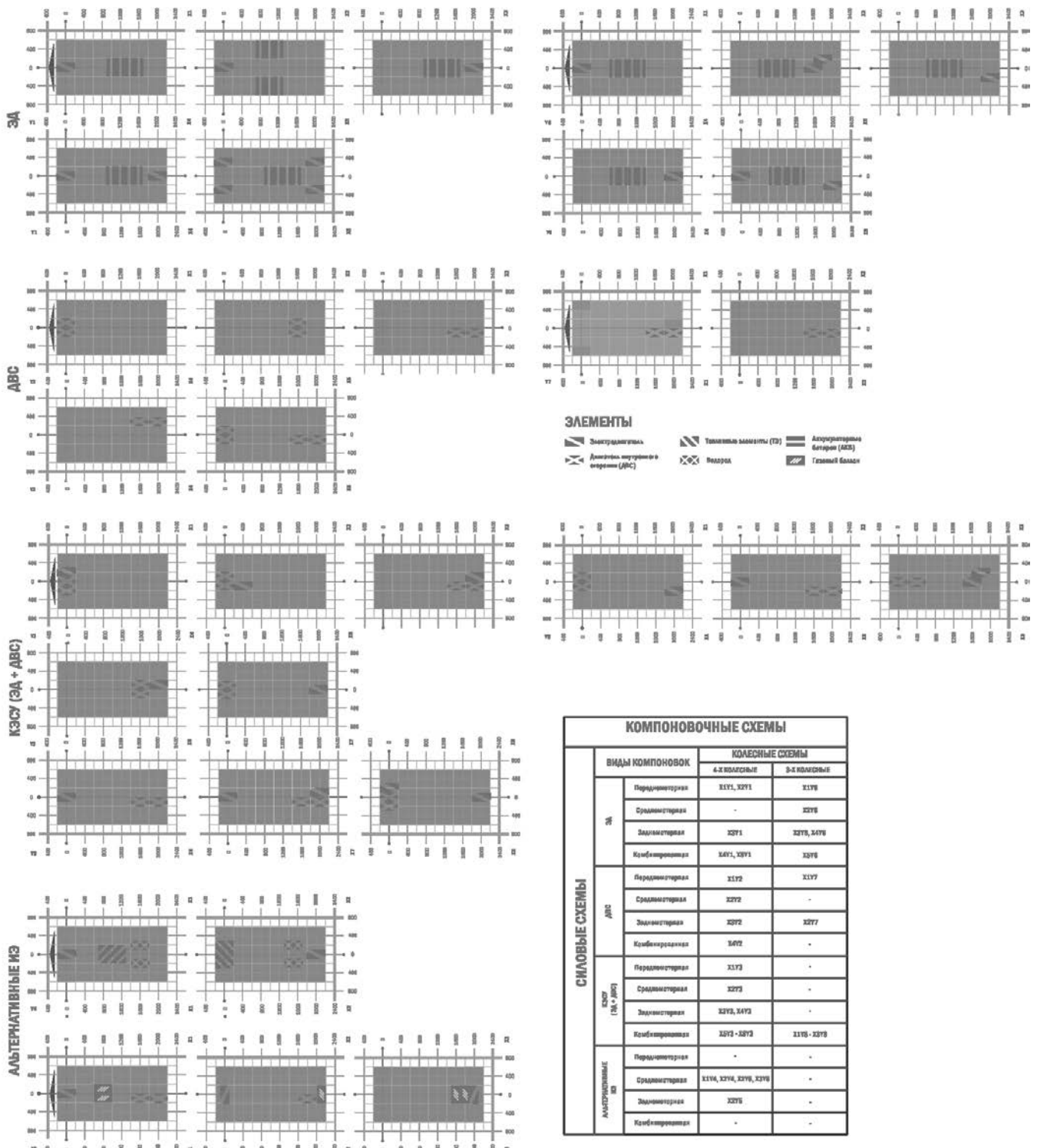


Рисунок 4 – Классификация компоновочных схем 3- и 4-колесных МТС

Эргономическое решение МТС развивается по четырем направлениям: 1) автотранспортное; 2) мототранспортное; 3) комбинированное (авто- и мототранспортное); 4) формирование нового альтернативного эргономического решения. *Автотранспортное направление:* эргономические характеристики легкоавтомобильной и грузовогоавтомобильной посадочной схемы водителя и пассажира; характеристики автомобильного типа управления. *Мототранспортное направление* (заимствование из характерных признаков, присущих мототранспорту): эргономические характеристики мопедной и мотоциклетной посадочной

схемы водителя и пассажира; характеристики мопедного и мотоциклетного типа управления ТС; тандемная посадка водителя и пассажира.

Для каждой посадочной схемы МТС предусматривается ряд пропорциональных соотношений, согласно которому связываются основные композиционные элементы интерьера и экстерьера ТС. Предварительная посадочная схема выбирается согласно назначению ТС и определяется регламентированными посадкой и посадочными манекенами. Для моделирования используются: 1) линейные размеры манекенов 5-50-95 перцентилей с поправками на одежду и обувь (*DIN 33408*); 2) 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.; 3) допустимые угловые параметры подвижности (кинематики конечностей) и обзорности, в т. ч. приборной панели и зеркал заднего вида; 4) стандартные типоразмеры грузовых и багажных отделений.

Регламентированные требования (ГОСТ Р 41.52-2005, ГОСТ 20304-90, ГОСТ 28261-89), предъявляемые к данному сегменту МТС, определяют специфичные сочетания эргономических рекомендаций проектирования. Параметры эргономических схем водителя и пассажира МТС можно классифицировать по параметрам посадочных схем на мопедные, мотоциклетные, легкоавтомобильные и грузоавтомобильные (ТС категорий *L, M, N*); по сочетаниям параметров схемы управления и посадочной схемы водителя МТС.

В МТС водитель и пассажиры могут располагаться несколькими способами, зависящими от общего количества мест. В данной работе рассматриваются компоновки 2- и 3-местного МТС.

На рисунке 5 представлены возможные посадочные схемы МТС. Представлены компоновочные 3- и 4-колесные схемы с 3-местной посадкой пассажиров с расположением 2+1/1+2 пассажиров вдоль центральной оси МТС. Данные посадочные схемы позволяют спроектировать кузов в форме «капли» для уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления C_x .

Геометрические модели схем позволяют использовать антропометрическое пространство рационально. Расположения водителя и пассажира в посадочных схемах МТС: 1) *поперечное расположение*: 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*: 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 городских условий.

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.

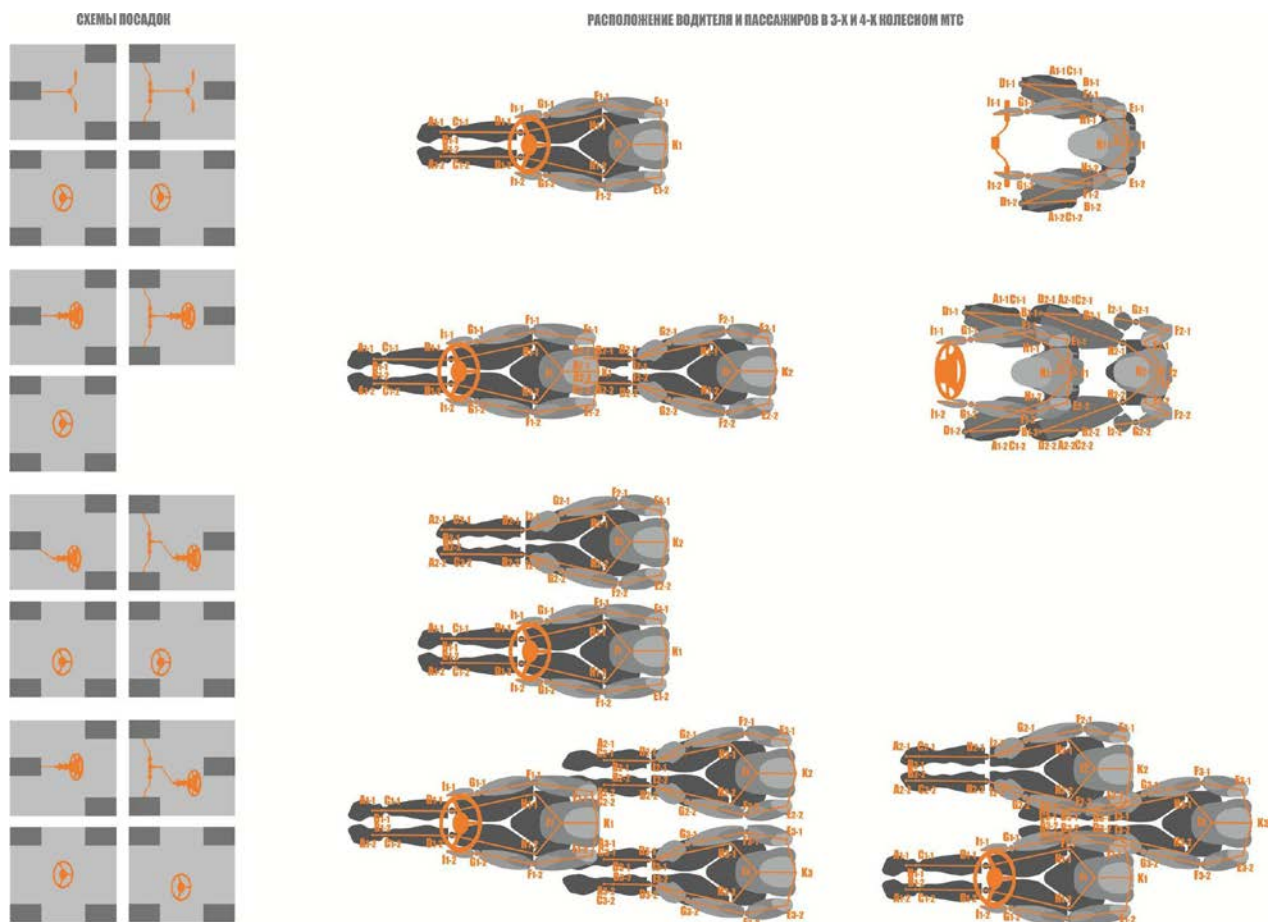


Рисунок 5 – Классификация посадочных схем 3- и 4-колесных МТС

Разработаны методологические основы компоновочного проектирования в дизайне МТС. При создании МТС для эксплуатации в городских условиях необходимо учитывать специфические требования условий эксплуатации в городе и покупательскую способность потребителей. Для обеспечения изложенных эксплуатационных свойств для МТС с рассмотренными компоновочными схемами силовых агрегатов рациональны и перспективны параллельные комбинированные энергосиловые установки (КЭСУ) и электрические ЭСУ.

Сформулированы требования к МТС, которые должны учитываться 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 автомобилями, 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); устойчивость движения; легкая управляемость (гидроусилитель руля, автоматическая КПП или вариатора); безопасность.

На рисунке 6 представлены группы факторов эргономического проектирования МТС: 1) *компоновочное решение*: колесная база, тип двигателя, расположение двигателя и агрегатов, габаритные параметры ТС, количество и располо-

жение пассажиров в интерьере, объем багажника; 2) *безопасность*: необходимые условия безопасности водителя, необходимые условия безопасности пассажиров, необходимые условия безопасности пешеходов; 3) *антропометрическое решение*: габаритные параметры интерьера, материалы исполнения, объем багажника, расположение водителя и пассажиров, форма и расположение органов управления, обзорность; 4) *формообразующее решение*: форма сидений, внутренних облицовочных панелей и органов управления; 5) *дополнительные опции*: возможность перевозки специального багажа, наличие и расположение ящиков и ниш, деление интерьера на функциональные зоны, трансформация интерьера, расширение функций интерьера, упрощение и автоматизация управления. Итогом компоновки антропометрического пространства ТС является получение его характерных точек габаритной высоты, ширины, длины, необходимых в компромиссе с формообразованием внешней формы кузова ТС. Для этого нужно определить объемы элементов, составляющих и образующих его структуру.



Рисунок 6 – Факторы моделирования посадочной схемы водителя и пассажира в МТС

По результатам формообразования МТС необходимо провести моделирование компоновочной и посадочной схем: 1) утверждение ТЗ и требований к МТС (функциональное и социальное решение); 2) определение дизайн-концепции формы МТС (формообразующее решение); 3) выбор количества мест и колесной схемы; 4) выбор типа посадочной схемы; 5) выбор типа и расположения ЭСУ, компоновка водителя и пассажира; 6) выбор ведущих колес; 7) эскизная компоновка антропометрического (салона) и багажного (грузового) пространства с основными агрегатами.

Разработана методика антропометрического моделирования мотоциклетной посадочной схемы (МПС) МТС: 1) сравнительный анализ существующих моделей МТС (анализ проектных посадочных треугольников различных моделей МТС определенного типа и функционального назначения); 2) моделирование посадочной схемы водителя (моделирование проектного посадочного треугольника ΔHNR); 3) моделирование посадочной схемы пассажира (моделирование проектного посадочного треугольника $\Delta H_2N_2R_2$). Положение водителя и пассажира в МПС определяется тремя точками, которые формируют посадочный треугольник (рисунок 7). В МТС с МПС выбор правильных углов этого треугольника должен обуславливаться назначением ТС в соответствии с эргономическими рекомендациями и требованиями.

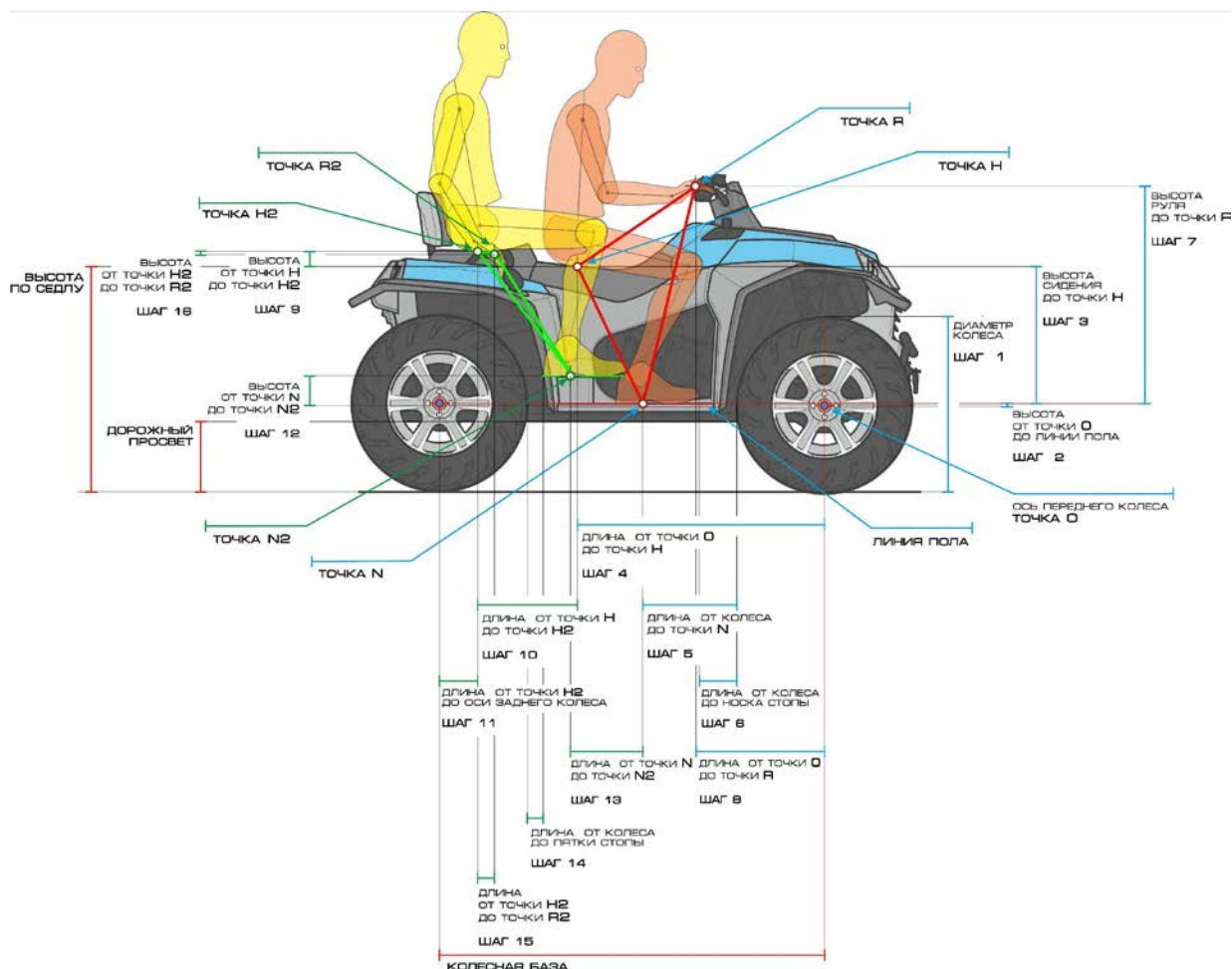








Рисунок 7 – Алгоритм моделирования МПС МТС

МПС имеет ряд отличий от автомобильной. В частности, в мотоцикле отсутствуют 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.

В итоге колесная база является результирующим размером, а не задающим. Колесную базу обычно подгоняют по агрегатам уже в техническом проекте. Высота по седлу – это тоже результат, зависящий от конструктивных элементов МТС, хода подвесок между линией пола и дорожным просветом. Полученные проектные посадочные треугольники необходимо проанализировать с существующими аналогами и определить антропометрические качества посадки водителя и пассажира МТС. В таблице 2 приведены рациональные компоновочные схемы МТС.

Таблица 2 – Рациональные компоновочные схемы МТС

Группа	Назначение	Кол-во колес	Кол-во мест	Компоновочная схема
1	Прогулочные ТС для транспортировки одного человека в городских условиях и парках	3	1	
	Для движения по пересеченной местности в трудных дорожных условиях	4	1	

2	Для деловых поездок по городу и за городом на малые расстояния	4	2	
	Для передвижения по песчаным и гравийным дорогам и прочему бездорожью	4	2	
	Для движения по местности со сложными дорожными условиями	4	2	
3	Для транспортировки малогабаритного груза в городских условиях	3	1	
	Для транспортировки малогабаритного груза в условиях сельской местности	4	1	
	Для перевозки грузов на территориях промышленных предприятий	4	2	

В четвертой главе разработаны методологические основы проектного моделирования в дизайне МТС. Разработана методика электронного геометрического моделирования МТС. 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: *традиционный*, *инверсионный*, *генеративный*, *интерактивный*. Традиционный и инверсионный принципы на основе геометрического моделирования используют для автомобильного дизайна. Сложное поверхностное моделирование является основой автомобильного дизайна. Требования к поверхностному моделированию постоянно возрастают с удешевлением технологий быстрого прототипирования и для проведения достоверных численных исследований и пр.

Полисоставное поверхностное моделирование. Дифференциация полисоставных поверхностей. Кузов ТС требует нюансной проработки формы с высококачественными поверхностями (поверхности класса «А» с видовыми плоскостями и сложной вогнуто-выпуклой формой). В сложной глянцевой видовой поверхности кузова ТС встречаются все виды непрерывности $G0$, $G1$, $G2$ (рисунок 8), применение каждого из них зависит от поставленных художественных задач перед дизайнером.

Анализ поверхностей. Для моделирования поверхностей класса «А», «В» и «С» используются анализ эпюры кривизны («Curve curvature») и изофотный анализ («Isophot analysis») (рисунок 8). Разработан алгоритм моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС. В процессе опытных дизайнерских и конструкторских работ определились требования к качеству и точности построения электронных геометрических моделей (ЭГМ): 1) нормативные требования; 2) вид ЭГМ; 3) тип ЭГМ; 4) программные системы создания ЭГМ; 5) параметры ЭГМ; 6) качество топологии ЭГМ; 7) объем файла ЭГМ; 8) применение слоев в структуре ЭГМ; 9) способ описания поверхности ЭГМ; 10) система координат расположения ЭГМ; 11) обозначение файла ЭГМ.

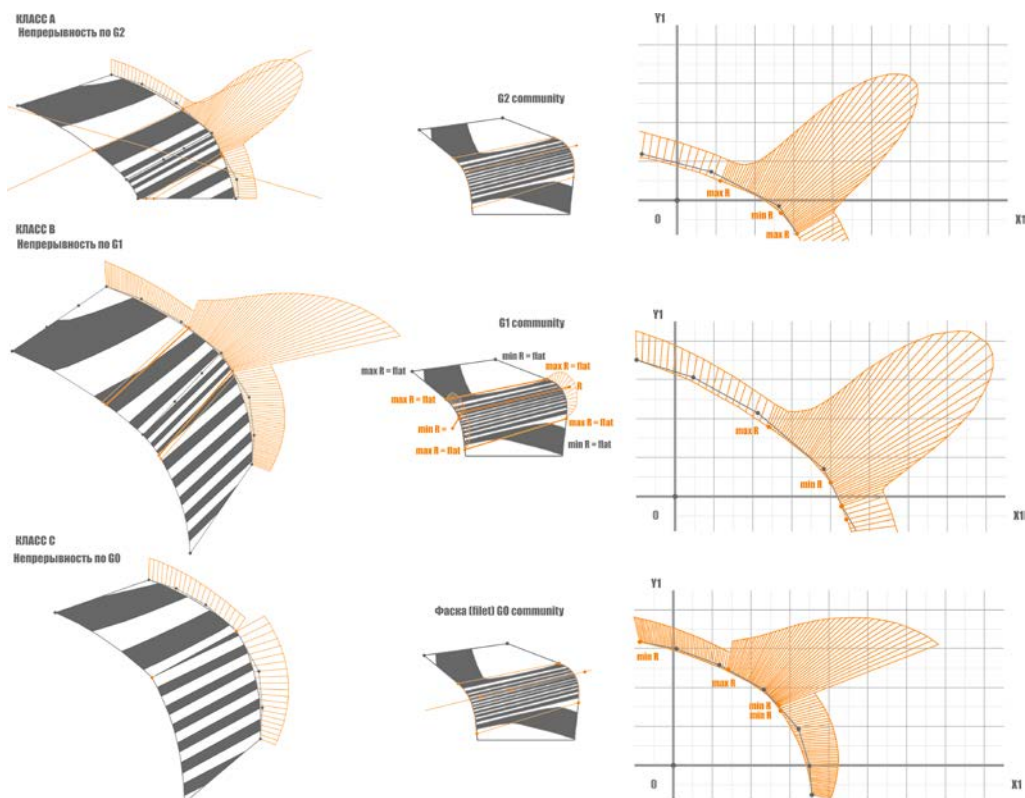


Рисунок 8 – Анализ эпюры кривизны и изофотный анализ поверхностей класса «А»/«В»/«С»

В разработанной методике выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании ТС определены критерии выбора: экономические, технические и методические.

Разработана методика оценочного структурного анализа кузова МТС на этапе дизайн-проектирования (таблица 3): дизайн-концепция (объемно-пространственная структура) – модель (ЭГМ) – оценка ЭГМ – сетка ЭГМ – исходные данные для оценки – визуализация результатов оценки – дизайн-концепция (тектоника) – целостно-структурированная форма кузова МТС. Оценочный структурный анализ рационален на окончательном этапе формирования дизайнерского решения и создании ЭГМ поверхностей кузова МТС.

Таблица 3 – Оценочный структурный анализ кузова МТС на этапе дизайн-проектирования

Оценочный структурный анализ кузова МТС	
Предварительный аэродинамический 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 этапе дизайн-проектирования МТС достаточно провести модальный анализ и статический линейный анализ структурного решения кузова. Модальный 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 визуализирует наибольшие деформационные зоны структуры кузова, что обосновывает выбор дизайнера определенной формы кузова ТС с позиции прочности. Получив такие характеристики, даже приближенно и оценочно, дизайнер может изменить кузов ТС, избежав в дальнейшем принципиальных ошибок и больших затрат на исправление ошибки.

Для проведения данного анализа разработаны принципиальные расчетные схемы для разных компоновочных схем МТС (рисунок 9). В таблице 4 приведены результаты конечно-элементного модального анализа пяти различных вариантов каркасов МТС по четырем первым модам собственных колебаний конструкции. Анализ частотных характеристик структур позволяет делать выводы о сравнительной прочности и выбирать рациональный вариант решения. В таблице 11 приведен пример оценочного аэродинамического анализа поверхностной структуры на этапе дизайн-проектирования МТС.

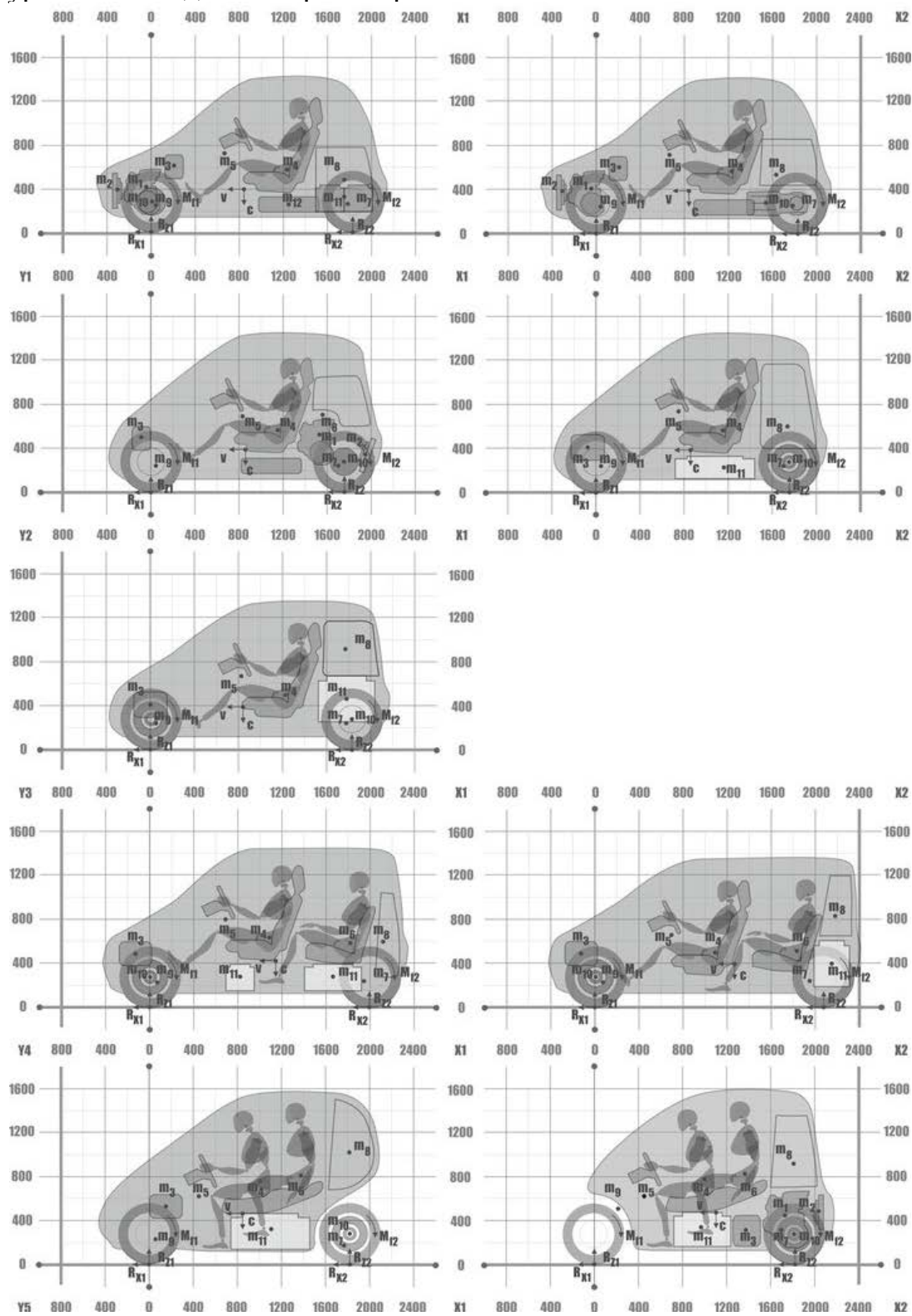


Рисунок 9 – Принципиальные расчетные компоновочные схемы МТС

Таблица 4 – Каркас МТС вагонной и автомобильной компоновки

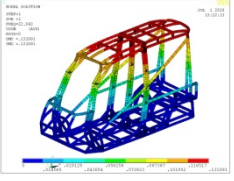
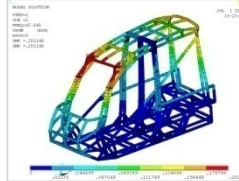
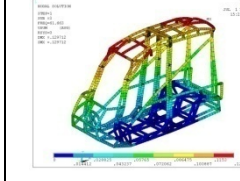
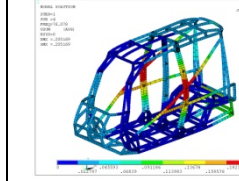
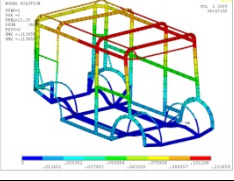
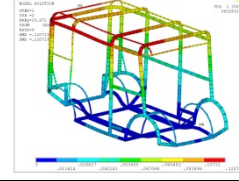
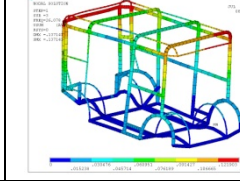
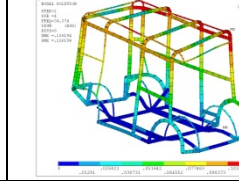
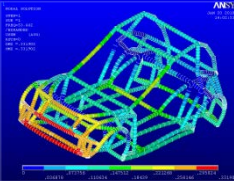
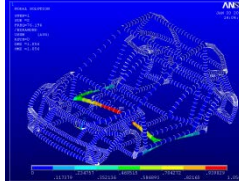
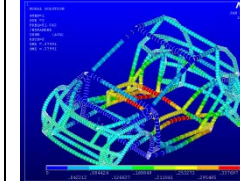
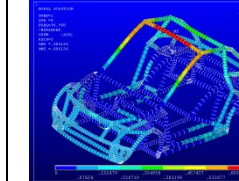
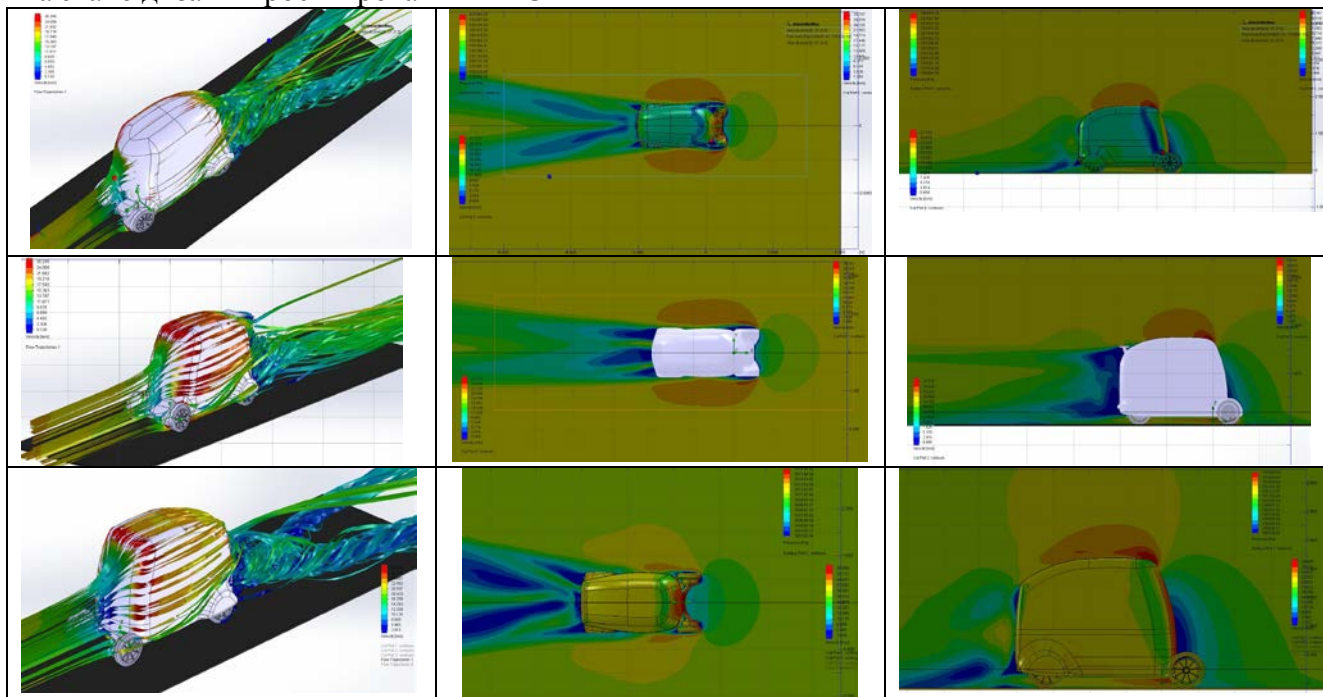
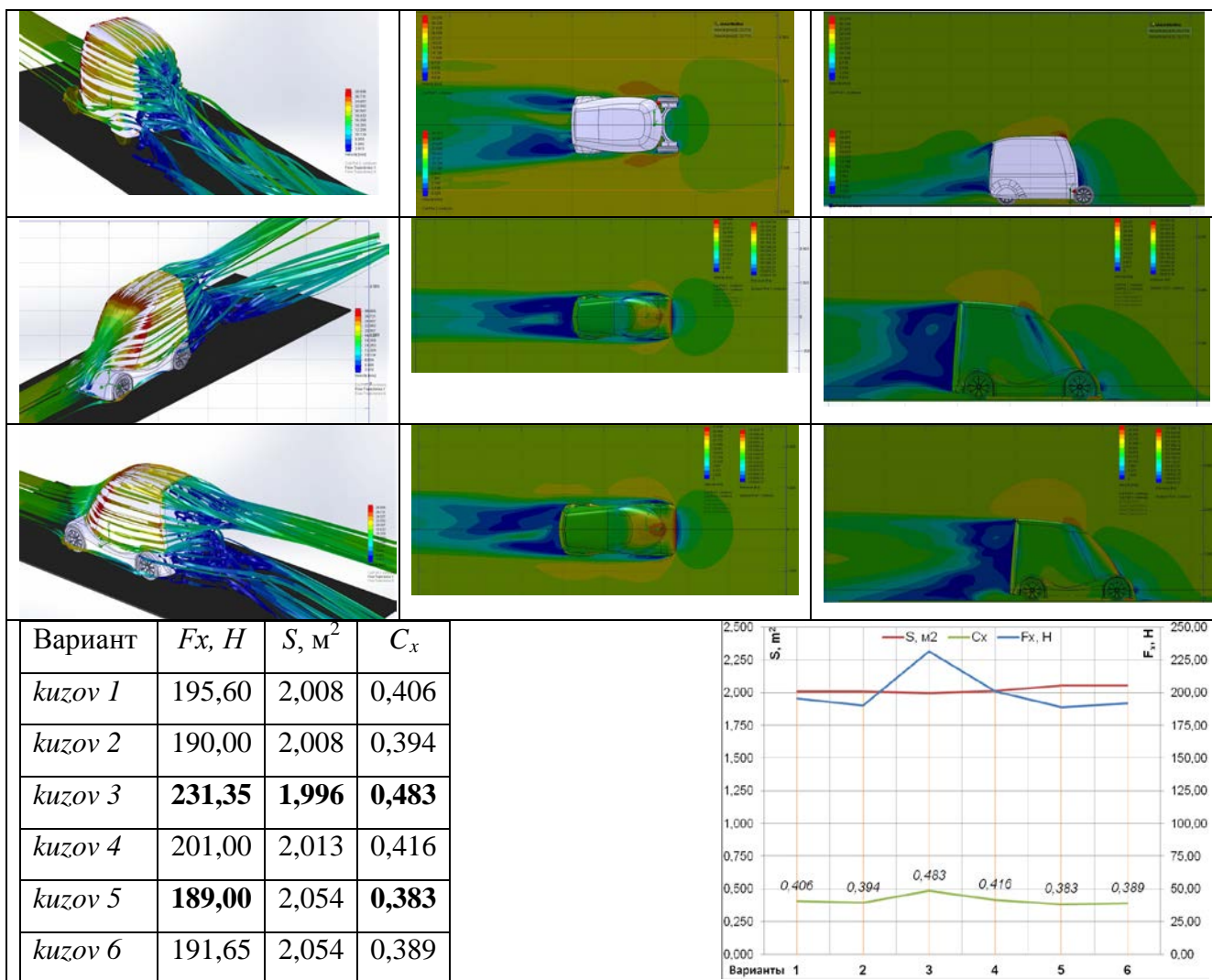
				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	22,043	47,845	61,663	76,078
Макс. смещ., [м]	0,131	0,201	0,12	0,205
Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	12,29	19,872	26,078	34,374
Макс. смещ., [м]	0,113	0,121	0,137	0,116
Визуализация				
№ Моды	1	2	3	4
Частота, [Гц]	53,452	76,196	81,042	94,968
Макс. смещ., [м]	0,332	1,056	0,38	0,686

Таблица 11 – Оценочный аэродинамический анализ поверхностной структуры на этапе дизайн-проектирования МТС





Разработана методика макетирования и прототипирования кузова МТС. Разработан алгоритм проектного моделирования функциональных элементов прототипа с применением технологий быстрого прототипирования (*RP*-технологий), который 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: возможности отдельных технологических процессов, используемого материала и функционального назначения конечного прототипа. Описаны контактные и бесконтактные технологии сканирования и обмеров макетов.

На рисунке 10 представлены примеры изготовленных прототипов элементов кузова ТС. Разработана методика моделирования кузова МТС с полиматериальной структурой (рисунок 11). Сформулирована система факторов формообразования внешней 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.



Рисунок 10 – Прототипы элементов кузова ТС

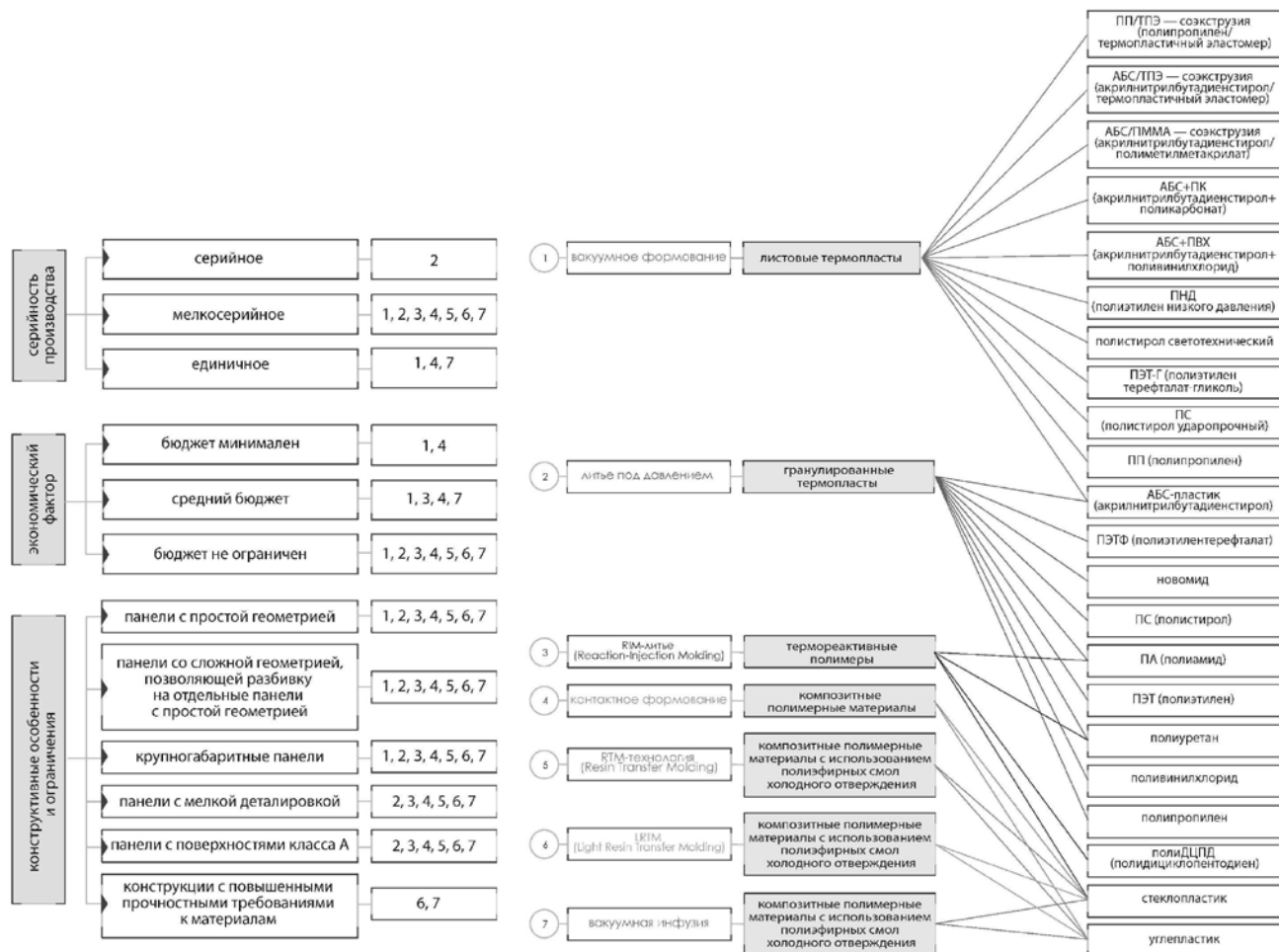


Рисунок 11 – Алгоритм выбора материала и технологии производства полимерной панели на этапе дизайн-проектирования МТС

В таблицах 5, 6 приведен сравнительный анализ технологий изготовления полимерных панелей кузова ТС: 1) контактное формование; 2) вакуумное формование; 3) литье под давлением; 4) RIM-литье (*Reaction-Injection Molding*); 5) RTM-технология (*Resin Transfer Molding*); 6) LRTM (*Light Resin Transfer Molding*); 7) вакуумная инфузия.

Таблица 5 – Сравнительный анализ технологий изготовления полимерных панелей кузова

Показатель	Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС						
	1	2	3	4	5	6	7
Мин. толщина, мм	0,8 / 1,5	0,05	0,05	От 0,635 / до 0,15	0,15	0,15	0,5-1,5
Макс. толщина, мм	6***	15 / 60**	2-3	4	2-3	2-3	2-3,5
Мин. радиус закругления внутренних углов, мм	4,8-6,4	0,5	0,5	0,32-0,635	0,635	0,8	2
Мин. габаритные размеры, м ²				менее 1			
Макс. габаритные размеры, мм	От 15 м ²	2000x3000	500x500	1200x1200	От 15 м ²	1500x2000	От 15 м ²
Качество поверхностей	+/-	+/-	+	+	+	+	+

* при формовании ручной укладкой слоев – 0,8 мм, при напылении – 1,5 мм, ** для вспененных материалов; ***с учетом отверждения.

Таблица 6 – Сравнительный анализ технологий изготовления полимерных панелей кузова

Показатель	Технологии изготовления полимерных панелей кузова ТС						
	1	2	3	4	5	6	7
Штучность и малосерийность изготовления	+	+/-	-	+	-	-/+	+
Средне- и крупносерийность изготовления	-	+	+	+/-	+	+	+/-
Крупногабаритность панелей	+	+	+	-/+	-/+	-/+	+
Малогабаритность 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.

На данном этапе производится черновое поверхностное 3D моделирование, посредством которого уточняются параметры внешней полимерной структуры: производится поиск базовых крупногабаритных поверхностей, уточняется их геометрия, производится черновой поиск членений, оптимальных радиусов, скруглений и прочих сочленений поверхностей. Производится предварительная разбивка общей оболочки кузова на отдельные панели.

Выявлены факторы разбивки объема на панели: 1) функциональный – определяет доступность для обслуживания скрытых под панелями агрегатов, а также придание необходимым зонам рельефной фактуры; 2) технологический – ограничивает размеры и параметры формы и качество поверхности панелей в зависимости от технологии производства и возможностей производственного оборудования; 3) эстетический – разделение общего объема на панели для получения эстетического (визуального и тактильного) восприятия формы изделия. Данный фактор определяет композиционную закономерность линий разъемов между функциональными и технологическими панелями.

Виды стыков полимерных панелей кузова МТС. Влияние стыков на визуальное восприятие формы кузова МТС. При проектировании кузовной оболочки ТС необходимо учитывать линии стыковки деталей структуры. 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 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: 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).

Факторы выбора стыкового соединения: 1) тип ТС – 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. Учитывая основные деления панелей, возможно, добиться композиционно более гармоничной структуры кузова ТС, где линии стыковки деталей будут подчеркивать и усиливать общее художественное решение. Рассматривая формообразование внешней структуры МТС, актуальным становится разобрать панельную оболочку на составляющие и классифицировать по критериям «технология» и «эстетика». Существует несколько решений края детали (таблица 7). Рельеф панели представляет собой сложную структуру, образованную соединенными между собой плоскостями. Данные плоскости можно разделить на 2 группы (таблица 8).

Таблица 7 – Виды решений края детали

Название элемента	Принципиальная схема	Описание
Край с открытым срезом		Открытый срез применяется только с невидовой 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

Таблица 8 – 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 «B» и построения элементов стыковки панелей
		Криволинейные поверхности различной степени кривизны. Чаще применяются для построения поверхностей класса «A»
Соединяющие поверхности		Элементы соединения формообразующих поверхностей. Поверхности, образованные радиусами: применяются для соединения плоскостей в поверхности класса «B»
		Элементы соединения формообразующих поверхностей. Поверхности, образованные Blend-кривыми*: применяются для соединения плоскостей в поверхности класса «A»

* 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, которые удовлетворяют поверхности класса «A».

Существует 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 12 систематизированы принципиальные схемы стыков полимерных панелей ТС.

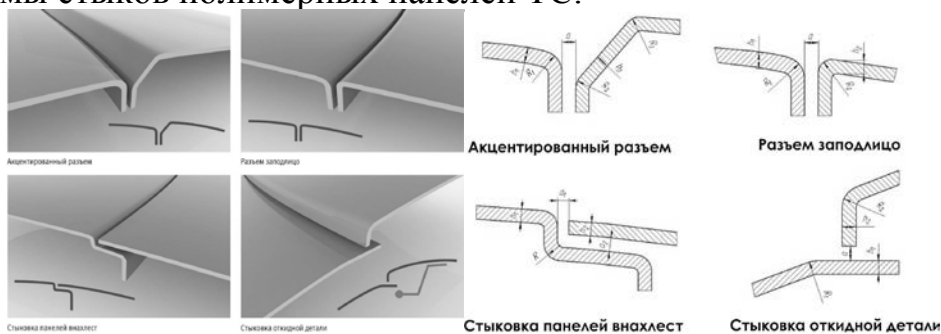


Рисунок 12 – Принципиальные схемы стыков полимерных панелей ТС

В пятой главе представлены разработанные и созданные перспективные образцы МТС (рисунки 13, 14).

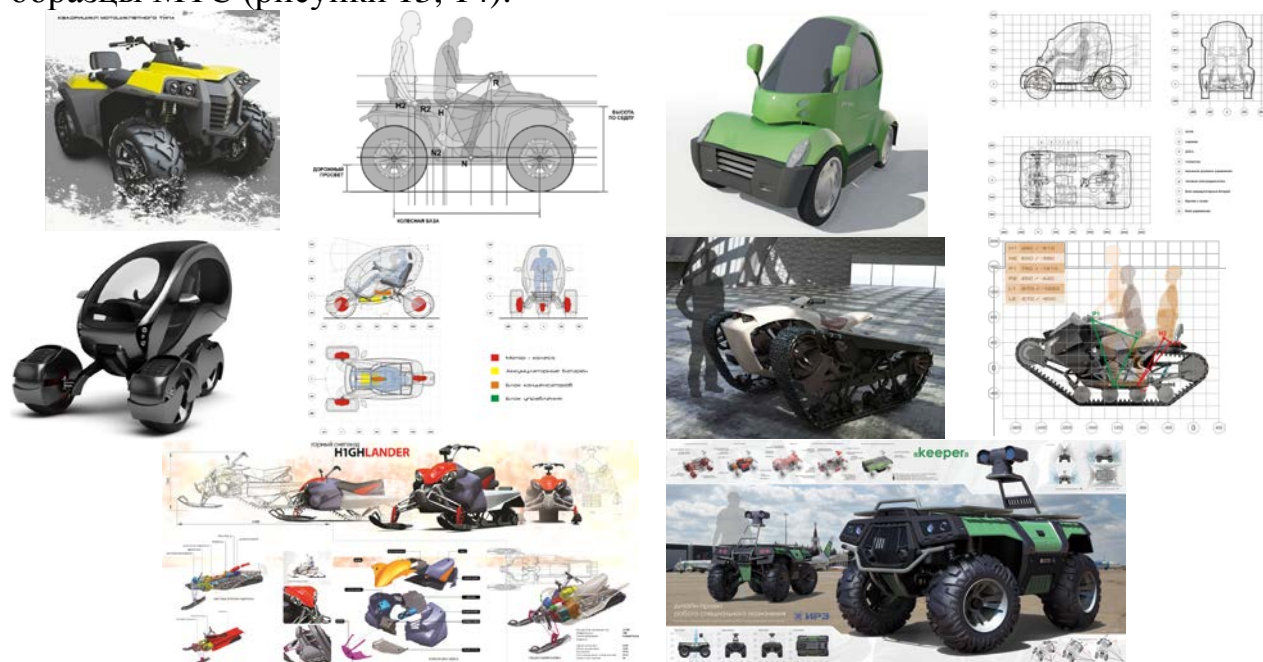


Рисунок 13 – Некоторые разработанные дизайн-проекты МТС (квадрициклы мотоциклетного и автомобильного типа, наземный транспортный робот, снегоход, мотовездеход)





Рисунок 14 – Экспериментальные образцы МТС (ОАО «Ижмаш», ООО «ИЦ «i-Дизайн»)

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

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, формирует 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.

Основные положения работы опубликованы

Монографии

1. 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: Регулярная и хаотичная динамика, 2004. – 138 с.

2. *Ившин К.С.* Дизайн и инжиниринг транспортных средств в Удмуртской Республике / К.С. Ившин, А.Р. Романов. – М.: МГХПА им. С.Г. Строганова, 2014. – 180 с.

Статьи в журналах, входящих в «Перечень...» ВАК РФ

3. *Ившин К.С.* Классификация и моделирование компоновочных и посадочных схем малогабаритных транспортных средств. // *Дизайн и технологии.* – 2016. – № 52 (94).

4. *Ившин К.С.* Методологические основы дизайна малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн и технологии.* – 2016. – № 51 (93).

5. *Ившин К.С.* Методы проектного моделирования в дизайне транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн и технологии.* – 2015. – № 46 (88). – С. 15-23.

6. *Ившин К.С.* Метод антропометрического моделирования мотоциклетной посадочной схемы малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Теория и практика.* – 2015. – № 20. – С. 7-16.

7. *Ившин К.С.* Эргономическое проектирование малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2013. – № 2. – С. 32-38.

8. *Ившин К.С.* Принципы формообразования полимерной структуры малогабаритного транспортного средства / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2013. – № 3. – С. 3-7.

9. *Ившин К.С.* Компоновочное проектирование малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2012. – № 4. – С. 28-33.

10. *Ившин К.С.* Особенности формообразования малогабаритных микролитражных транспортных средств / К.С. Ившин // *Автомобильная промышленность.* – 2011. – № 7. – С. 6-9.

11. *Ившин К.С.* Высококачественное поверхностное моделирование в дизайне транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Теория и практика (электронный журнал).* – 2011. – № 7. – С. 83-93.

12. *Ившин К.С.* Численный анализ в дизайне малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Теория и практика (электронный журнал).* – 2011. – № 8. – С. 1-14.

13. *Ившин К.С.* Методологические основы дизайна наземных транспортных роботов / К.С. Ившин // *Дизайн. Технология. Материалы.* – 2014. – № 3. – С. 62-67.

14. *Ившин К.С.* Использование технологий пластических масс и стеклопластиков в дизайне малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Пластические массы.* – 2013. – № 3. – С. 55-63.

15. *Ившин К.С.* Направления разработки в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей / К.С. Ившин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ.* – 2009. – № 4-2. – С. 85-90.

16. *Ившин К.С.* Историческая типология формообразования малогабаритных механических транспортных средств // *Вестник МГХПУ.* – 2009. – № 1. – С. 113-121.

17. *Ившин, К.С.* Электронное геометрическое моделирование в дизайне промышленных изделий и транспортных средств / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2009. – № 1. – С. 105-108.

18. *Ившин К.С.* Разработка классификации структуры конструктивного решения кузова квадрицикла / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2008. – № 3. – С. 15-17.

19. *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.

20. *Ившин К.С.* Организация композиционных связей автомобиля методом антропометрического моделирования / К.С. Ившин, А.Р. Романов // *Вестник МГХПА.* – 2011. – № 4. – С. 115-126.

21. *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.

22. *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.

23. *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.

24. *Ившин К.С.* Художественно-промышленное образование в Удмуртской Республике / К.С. Ившин, А.Р. Романов // *Вестник МГХПА.* – 2014. – № 1. – С. 216-221.

25. *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).
26. *Ившин К.С.* Мотоциклы «ИЖ» / К.С. Ившин, А.Р. Романов // *Автомобильная промышленность*. – 2012. – № 10. – С. 36-39.
27. *Ившин К.С.* Автомобили «ИЖ» / К.С. Ившин, А.Р. Романов // *Автомобильная промышленность*. – 2012. – № 11. – С. 35-39.
28. *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.
29. *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.
30. 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.
31. Теоретические основы выбора безопасной силовой схемы кабины / С.А. Багичев, Л.Н. Орлов, К.С. Ившин // *Вестник ИжГТУ*. – 2011. – № 4. – С. 43-47.
32. 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.
33. *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.
34. *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.
35. *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.
36. *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.
37. Ившин, К.С. Сквозное учебное проектирование промышленных изделий / К.С. Ившин // *Дизайн. Материалы. Технология*. – 2008. – № 2. – С. 6-8.
38. *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.
39. *Ившин К.С.* Художественно-конструкторская разработка кузова легкого квадрицикла (L₆) автомобильного типа / К.С. Ившин, С.Н. Зыков // *Вестник ИжГТУ*. – 2006. – № 2. – С. 52-57.
- Патенты**
40. 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.
41. 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.
42. Транспортное средство: пат. 84316 на полезную модель, Рос. Федерация: МПК В60N 2/01 (2006.01), В62K 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.
43. Транспортное средство: пат. 86532 на полезную модель, Рос. Федерация: МПК В60K 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.
- Статьи в иностранных журналах**
44. *Ivshin K.S.* Contemporary principles of 3D-modeling in industrial design education / A.F. Basharova, K.S. Ivshin // *Mathematical Design & Technical Aesthetics*. – 2013. – № 1. – P. 39-46.
45. *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.
46. *Ivshin K.S.* The Particular qualities of robotics shaping / E.V. Antipina, K.S. Ivshin // *Mathematical Design & Technical Aesthetics*. – 2014. – Vol. 2. – № 1. – P. 54-70.
47. *Ivšín, K.S.* Klasifikácia karosérie kvadricykla / K.S. Ivšín // *Ai magazine. Automotive industry*. – 2008. – № 4. – P. 32-33.
- Статьи в научных журналах и сборниках**
48. *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.
49. *Ившин К.С.* Перспективы дизайна малогабаритных транспортных средств / К.С. Ившин // *Архитектура и дизайн в современном обществе: российский опыт и мировые тенденции: материалы Всерос. науч. конф. / УралГАХА*. – Екатеринбург, 2012.
50. *Ившин К.С.* Принципы электронного трехмерного моделирования в дизайне / К.С. Ившин, А.Ф. Башарова // *VIII Международный бьеннале дизайна «Модульор-2011»: мат.-лы науч. конф.* – СПб, 2011.
51. *Ившин К.С.* Особенности формообразования внешней поверхностной структуры малогабаритного транспортного средства / К.С. Ившин, Л.Е. Ермолаева // *VIII Международный Бьеннале дизайна «Модульор-2011»: мат.-лы науч. конф.* – СПб, 2011.
52. *Ившин К.С.* Особенности выбора формирования функционала программного обеспечения в дизайне // *Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты Развития и подготовка кадров: сборник материалов междунар. науч.-техн. конф. ААИ / МГТУ МАМИ*. – Москва, 2010. – С. 113-115.
53. *Ившин К.С.* Особенности выбора проектных параметров в дизайне малогабаритных микролитражных автомобилей / К.С. Ившин // *Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: сборник материалов VIII Всерос. науч.-техн. конф. / УГПУ (УПИ)*. – Екатеринбург, 2010. – С. 62-65.

54. *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 / НИ«ТПУ». – Томск, 2013.
55. *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: материалы V Междунар. конф. В 3 т. Т. 3 / ИжГТУ. – Ижевск, 2012. – С. 129-133.
56. *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: материалы Всерос. науч.-практ. конф./ИжГТУ им.М.Т.Калашникова.–Ижевск,2012.–С.76-78.
57. *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: материалы Всерос. науч.-практ. конф. /ИжГТУ им.М.Т.Калашникова.–Ижевск,2012.–С.68-70.
58. *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: материалы V Междунар. конф. В 3 т. Т. 3 / ИжГТУ. – Ижевск, 2012. – С. 204-210.
59. *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: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2 т. Т. 1 / ПНИПУ. – Пермь, 2012. – С. 301-306.
60. *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: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2 т. Т. 1 / ПНИПУ. – Пермь, 2012. – С. 320-324.
61. *Ившин К.С.* Выбор электропривода для малогабаритного городского электроавтомобиля / В.А. Умняшкин, К.С. Ившин, А.В. Полозов // Машиностроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / ИжГТУ им.М.Т.Калашникова.–Ижевск,2012.–С.218-221.
62. *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: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием / ПГТУ. – Т. 1. – Пермь, 2011. – С. 203-209.
63. *Ившин К.С.* Методические основы дизайна полимерных панелей кузова автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин, Л.Е. Ермолаева // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. – 2011. – № 3. – С. 141-145.
64. *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: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / УдГУ. – Ижевск, 2011. – С. 539-543.
65. *Ившин К.С.* Разработка интeр'єра городского автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин, Д.В. Данилов // Инновации в транспортном комплексе. Безопасность движения. Охрана окружающей среды: труды междунар. науч.-практ. конф. В 3 т. Т. I / ПГТУ. – Пермь, 2010.
66. *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.-практ. конф. В 3 т. Т. I / ПГТУ. – Пермь, 2010.
67. *Ivshin K.* Program organization and classification position driver and passenger in electric vehicles / D. Danilov, K. Ivshin // International Forum «Education Quality-2010». – Izhevsk, 2010. – P. 259-260.
68. *Ившин К.С.* 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.
69. *Ившин К.С.* Электронная геометрическая модель объекта в дизайне // 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.
70. *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.
71. *Ившин К.С.* Разработка методических основ выбора структуры конструктивного решения кузова квадрицикла на этапе дизайна 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.
72. *Ившин К.С.* Классификация и актуальные направления разработки квадрициклов / К.С. Ившин, С.Н. Зыков, А.Н. Лазарева // Транспорт РФ. Журнал о науке, экономике, практике. – 2007. – № 12. – С. 44-47.
73. *Ившин К.С.* Применение каркасно-панельной конструкции кузова в квадрицикле // Социально-экономические и технические системы: Исследование, проектирование, оптимизация. – 2006. – № 1. – С. 9-13.
74. *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. докладов Всерос. конф. / ИжГТУ. – Ижевск, 2007. – С. 54-59.
75. *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.
76. *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.
77. *Ившин К.С.* Анализ нового направления малых транспортных средств в работах студентов кафедры «Дизайн промышленных изделий» // Сборник работ СНО и НОМУА УдГУ 2002–03 гг. – Ижевск, 2003. – С. 23-24.
78. *Ившин К.С.* Методология в аэродинамике автомобиля при разработке его внешних форм / Д.В. Скуба, А.В. Русских, К.С. Ившин // Информационные технологии в инновационных проектах: Тр. IV Междунар. науч.-техн. конф. – В 4 ч. – Ч. 4. – Ижевск, 2003. – С. 31-32.