

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт ИК

Направление подготовки 54.04.01 «Дизайн» Профиль «Промышленный дизайн»

Кафедра инженерной графики и промышленного дизайна

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Особенности метода формообразования при дизайн-проектировании трансформируемого средства передвижения</b>

УДК

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ51	Гоняев Андрей Геннадьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Серяков Вадим Александрович	к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Владимир Юрьевич Конотопский	кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пустовойтова Марина Игоревна	кандидат химических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ИГПД	Захарова Алена Александровна	доктор технических наук		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИК  
 Направление подготовки (специальность)  
 54.04.01 «Дизайн» Профиль «Промышленный дизайн»  
 Кафедра инженерной графики и промышленного дизайна

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой ИГПД  
 \_\_\_\_\_ Захарова А.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ51	Гоняеву Андрею Геннадьевичу

Тема работы:

Использование особенностей метода формообразования при дизайн-проектировании трансформируемого средства передвижения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.03.2016 №1763/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.17
--	----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><b>Цель</b> - разработка системы дизайн-проектирования трансформируемого средства передвижения на основе метода формообразования</p> <p><b>Объект исследования:</b> категории и классы сегмента транспортных средств с возможностью перемещения двух человек как по воздуху, так и по земле (автомобиль-трансформер, трицикл-автожир, автомобиль-конвертоплан).</p> <p><b>Предмет исследования:</b> теория и особенности метода дизайн-проектирования современных средств передвижения.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести обзор существующих аналогов трансформируемых средств передвижения (ТСП), определить основные принципы и тенденции их формообразования с учетом времени и развития технологий.</li> <li>2. Определить типологию</li> </ol>
---	---

	<p>формообразования ТСП;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Провести патентный поиск ТСП, определить классификацию ТСП в соответствии с международной и отечественной базами разработок;</li> <li>4. Определить критерии формообразования (технологические, функциональные, аэродинамические) и требования, предъявляемые к материалам и технологиям изготовления ТСП;</li> <li>5. Создать 3D модель трансформируемого средства передвижения с учетом эргометрических и антропометрических данных при размещении 2-х человек. Разработать компоновочные схемы посадочных мест и определить наилучшую конфигурацию, форму и габаритные размеры ТСП.</li> <li>6. Предложить принципы проектного моделирования ТСП, материалы и технологии изготовления.</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследовать основные требования при формообразовании ТСП на примере автожиров, летающих автомобилей.</li> <li>2. Определить все факторы, влияющие на формообразование ТСП.</li> <li>3. На основе анализа и патентного поиска основных аналогов сформировать принципы разработки формы ТСП и его составных частей.</li> <li>4. Выявить преимущества разработанной модели ТСП по сравнению с существующими аналогами. Представить результаты в виде видеороликов, демонстрирующих принцип работы ТСП, макета в масштабе, демонстрирующего опытный образец.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Графическая часть выпускной квалификационной работы включает в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрационный материал в виде планшетов;</li> <li>- презентационный материал в виде альбома (бренд-бука), слайдов презентации, видеовизуализация продукта в действии и/или взаимодействии с пользователем;</li> <li>- эскизы этапов проектирования в приложении к текстовой части;</li> <li>- конструкторская документация в приложении к текстовой части;</li> <li>- обложка теоретической оформляется с учетом выбранного художественно-образного решения практической части.</li> </ul>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Владимир Юрьевич Конотопский
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Английская часть диссертации	Диденко Анастасия Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1 Введение. Язык написания раздела- Русский.	
2 Классификация ТС. Язык написания раздела- Русский.	
3 Формообразование ТСП. Язык написания раздела- Русский.	
3.5 Выбор компоновки кузова. Язык написания раздела- Английский.	
4 Дополнительный раздел. Язык написания раздела- Русский.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Серяков Вадим Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ51	Гоняев Андрей Геннадьевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 112 страниц, 76 рисунков, 28 таблиц, 49 источников.

Ключевые слова: гибридный автомобиль; аэромобиль; перспективное транспортное средство; трансформируемое транспортное средство; универсальное транспортное средство; концепты транспортных средств; классификация аэромобилей.

Объектом исследования является трансформируемое средство передвижения (ТСП) – категории и классы сегмента ТС с возможностью перемещения как по воздуху, так и по земле.

Цель работы:

1. Разработка системы дизайн-проектирования трансформируемого средства передвижения на основе метода формообразования.

2. Выявление особенностей в дизайн-проектировании трансформируемого средства передвижения.

В процессе исследования проводились:

1. Анализ сегмента трансформируемых средств передвижения в том числе ретроспективный анализ (становление и эволюция формообразования ТС), категории и классы международной и отечественной классификации ТС в сегменте передвижения по воздуху и земле.

2. Классификация ТСП по способу трансформации, функциональным и формообразующим критериям.

3. Определялась последовательность проектного моделирования кузова на этапе дизайн-проектирования ТС.

4. Проводилась апробация в реализации макета ТС.

В результате исследования:

1. Предложена классификация ТСП по способу трансформации.

2. Разработан арт-концепт ТСП, создана электронная 3D модель, макет в масштабе 1:20.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Трансформируемое средство передвижение (ТСП) представляет собой в режиме наземного использования транспортное средство (ТС) - двухместный трайк, с тандемным расположением водителя и пассажира с передними колесами большого диаметра расположенными с обеих сторон корпуса в обводы которых вписан винт вентиляторного типа. В режиме летательного аппарата (ЛА) ТСП является автожиром - колеса (винты) разворачиваются по направлению «вперед» на 90 градусов, приводятся в действие двигатели для придания горизонтальной тяги, из верхней части корпуса, раскрывается двухлопастной ротор, закрепленный на рамной конструкции.

Степень внедрения:

Арт концепт, демонстрирующий способ трансформации ТС в ЛА с минимальным количеством узлов трансформации и исключения из формы «смежных конструкций» - конструкций ЛА в режиме использования ТСП как дорожное средство, конструкций ТС, в режиме использования ТСП как летательный аппарат.

Область применения:

Персональное транспортное средство.

Экономическая эффективность/значимость работы:

Ввиду того, что разработка является концептуальной схемой и не нацелена на коммерческое использование в прогнозируемые сроки, оценка экономической эффективности и срока окупаемости проекта не корректна.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. При создании электронных моделей использовался программный продукт Blender, V-Red. Художественная часть создавалась с помощью Corel DRAW, Adobe Photoshop, Adobe Sketch Book Pro . Все чертежи, электронные модели и пояснительная записка представлены на диске.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	10
1.1 Актуальность	10
1.2 Объект исследования	10
1.3 Предмет исследования	10
1.4 Ретроспективный анализ эволюции формообразования ТС	10
1.5 Тенденции в проектировании городских средств передвижения	13
1.6 Заключение по разделу	18
2 Классификация ТСП	18
2.1 Введение	18
2.2 Основные принципы и тенденции формообразования ТСП	19
2.3 Обзор действующих аналогов	19
2.4 Обзор патентов	21
2.5 Классификация схем трансформации	24
2.6 Экономика использования ТСП	28
2.7 Заключение по разделу	29
3 Формообразование ТСП	29
3.1 Введение	29
3.2 Критерии разработки формы	30
3.3 Анализ этапов проектирования	31
3.4 Сценарий использования	31
3.5 Выбор компоновки кузова	32
3.6 Выбор схемы трансформации	35
3.7 Этап эскизирования	36

3.8 Цифровая 3D модель. Визуализация, рендеринг, анимация	44
3.9 Макет	47
3.10 Анализ конструкции	50
3.11 Применимые материалы и технологии	52
3.12 Эргономика	64
3.13 Экспертиза проекта	67
3.14 Заключение по разделу	74
3.15 Практическая значимость	74
3.16 Научная новизна	74
4 Дополнительный раздел	75
4.1 Экономика. Менеджмент	75
4.2 Социальная ответственность	88
4.3 Заключение по разделу	108
5 Список использованных источников	109

## 1. Введение

Транспортное средство - устройство для передвижения и перевозки грузов, пассажиров, в котором тяговая сила создается за счет двигателя (механическое), или мускульной силы человека (велосипед и т.д.). История инноваций в сфере разработки транспортных средств начинается с изобретения колеса. Каждое значимое изобретение влияло на экономику, уклад жизни, облик мест обитания людей. Колесо, конный экипаж, паровоз, пароход, дирижабль, автомобиль, самолет, вертолет, это перечень некоторых значимых изобретений в сфере транспортных средств, повлиявших в значительной степени на образ жизни человечества. В данной работе рассматривается, с точки зрения метода дизайн-проектирования, концепт персонального транспортного средства позволяющего пользователю оптимально перемещаться как в пределах дорожной инфраструктуры, и при необходимости пользоваться воздушной средой. Использование универсальных средств передвижения дает ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с существующими транспортными средствами позволяющими пользоваться дорожной и воздушной средой по отдельности.

### 1.1 Актуальность

По прогнозам специалистов население планеты к 2050 году будет приближаться к количеству в 10 миллиардов человек, 70 процентов общего числа которых будут жить в городах, только в Китае число городов с населением более 1 миллиона человек будет более 200, проблема перемещения в ограниченном пространстве города более чем актуальна, один из вариантов решения вопроса - использовать для перемещения 3 измерение. С другой стороны есть достаточное количество малозаселенных регионов с ограниченной дорожной инфраструктурой, где преимущества перемещения и по воздуху и по поверхности земли так-же очевидны. Тем не менее, серийно производимых образцов универсального транспортного средства способного перемещать своего владельца как по воздуху так и по поверхности земли до настоящего времени нет, между тем опытных образцов и попыток создать подобное эффективное транспортное средство можно наблюдать достаточное количество. В данной работе рассматривается алгоритм проектирования арт-концепта и предлагается система дизайн проектирования трансформируемого средства передвижения (далее ТСП) .

## 1.2 Объект исследования

Объектом исследования является трансформируемое средство передвижения (ТСП) – категории и классы сегмента ТС с возможностью перемещения как по воздуху, так и по земле. В режиме наземного использования рассматриваемая в данной работе конструкция представляет из себя малогабаритное двухместное транспортное средство (далее ТС) на электрическом приводе с тандемным расположением мест водителя и пассажира, в качестве летательного аппарата (далее ЛА) конструкция представляет собой автожир.

## 1.3 Предмет исследования

Предметом исследования является система дизайн-проектирования (ТСП), теория и особенности метода дизайн-проектирования современных средств передвижения.

## 1.4 Ретроспективный анализ эволюции формообразования ТСП

Впервые идея создания универсального автомобиля – летательного аппарата была предпринята в 1917 году. Curtiss Autoplane (Рисунок 1 а) оказался не очень удачной конструкцией, в процессе испытаний получилось сделать лишь несколько полетов, и идея была отложена в связи с началом первой мировой войны. В интересах военного дела в разных странах включая СССР предпринимались попытки сделать универсальную конструкцию позволяющую доставить необходимую технику по воздуху к месту назначения (Рисунок 1 б). В течении следующих трех десятилетий было сконструировано еще несколько экспериментальных универсальных наземно-воздушных транспортных средств.

	
Рисунок 1 а Curtiss Autoplane	Рисунок 1 б 1932 - Flying Tanks

Первые аэромобили прошедшую летную сертификацию были Fulton Airphibian 1946 год и Aerocar 1949 год (Рисунок 2 а,б), оба экземпляра были построены в США, конструкция их во многом была схожа, но в серийную промышленность

данные машины не поступили. Подавляющее большинство аэромобилей конструкции до 50 годов прошлого столетия представляли модульную схему из наземного транспортного средства с возможностью присоединения несущих поверхностей и хвостового оперения для превращения ТС в летательный аппарат.

	
<p>Рисунок 2 а Fulton Airphibian – задняя хвостовая балка с крылом вертикальным и горизонтальным оперением отсоединялась от корпуса автомобиля.</p>	<p>Рисунок 2 б Аеросар-конструкция отличалась тем, что крылья складывались вдоль фюзеляжа и могли транспортироваться на прицепе.</p>

С началом развития производства винтокрылых аппаратов, и развитием новых видов двигателей (авиационных турбин), после второй мировой войны, возникли схемы использующие ротор или турбину в качестве элемента для создания вертикальной подъёмной силы. Последовали изобретения универсальных транспортных средств использующие в качестве варианта летательного аппарата принцип автожира, вертолета, конвертоплана или самолета вертикального взлета и посадки (СВВП) (Рисунок 3 а, б). [1]

	
<p>Рисунок 3 а 1958 - Ford Volante Concept очевидно влияние передовых технологий 50 – 60 годов на данный концепт.</p>	<p>Рисунок 3 б 1965 - Wagner Аеросар довести до серийного производства данный проект оказалось дорого и нецелесообразно.</p>

В настоящий момент с развитием технологий производства легких и прочных авиационных материалов, силовых установок с высокими характеристиками, новых источников энергии, компьютерного и программного обеспечения

позволяющих автоматизировать полет на критических режимах, появился новый класс летательных аппаратов - мультироторных систем на основе которых также возникают гибридные транспортные средства (Рисунок 4 а, б).

	
<p align="center">Рисунок 4 а</p> <p>2003 - Moller Skycar M400 летающий автомобиль, приводом являются турбореактивные двигатели с управляемым вектором тяги.</p>	<p align="center">Рисунок 4 б</p> <p>Italdesign и Airbus Pop.Up представили в 2017 году концепт модульной системы совмещающий автомобиль и квадрокоптер.</p>

Помимо перечисленных выше, есть универсальные ТСП оригинальной формы, которые нельзя отнести ни к одному из классов серийно выпускаемой транспортной техники по внешним признакам сходства, (Рисунок 5 а). Также модульные ТСП основанные на присоединении к конструкции наземного транспортного средства мягкого крыла (Рисунок 5 б). [2]

	
<p align="center">Рисунок 5 а</p> <p>Летающее блюдо с несколькими двигателями создающими вертикальную тягу.</p>	<p align="center">Рисунок 5 б</p> <p>Универсальное транспортное средство из комбинации парaplана и автомобиля</p>

В настоящее время конструкторами и дизайнерами предлагаются опытные образцы и концепты как модульных систем так и трансформируемых наземно-воздушных транспортных средств. Прогресс технологий изготовления конструкций и материалов с высокими конструкционными и эксплуатационными характеристиками, типов двигателей, средств бортовой электроники и автоматики а так-же схем самолетного, винтокрылого и мультидвигательного типа приводит к разнообразию конструктивных решений.

## 1.5 Тенденции в проектировании городских средств передвижения.

В силу сценария использования ТСП в двух режимах, является важным моментом учет тенденций в проектировании городских дорожных транспортных средств, включая альтернативные автомобилю малогабаритные электрифицированные средства передвижения, аспекты формирующие положительное и отрицательное мнение относительно эксплуатации транспортных средств с ДВС и электродвигателем, динамику спроса на транспортные средства с электрическим и гибридным приводом.

Актуальные вопросы на данный момент и в ближайшей перспективе, которые возникают при проектировании городского транспортного средства, это:

1. Экологичность. Этот аспект является современным во всех направлениях человеческой деятельности, естественно автомобильная промышленность, изделия которой потребляют около 60% добываемых углеводородов, одна из первых отраслей подвергаемых критике. Решение: в проектировании используются новые материалы, в том числе переработанный пластик, либо композиты облегчающие вес конструкции, следовательно уменьшающие потребление топлива. Используются альтернативные виды топлива, снижающие вредные выбросы в атмосферу.

2. Компактность. В условиях урбанизации, и перенаселения крупных городов, габариты, которые занимает транспортное средство на проезжей части и при стоянке на парковочном месте, часто принимается в учет при проектировании тс, на рисунке (Рисунок 6 а) проиллюстрирована реклама производителя электромобиля, демонстрирующая преимущества компактного тс [3]. Решение: проектирование и популяризация компактных транспортных средств, альтернативные автомобилю тс. (велосипеды, электромобили, скутеры, сигвеи и тд).

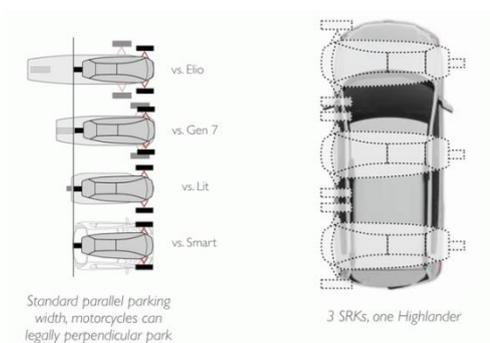


Рисунок 6 а

Реклама производителя, демонстрирующая преимущества компактного ТС



Рисунок 6 б

Электрический трайк, производства Американской компании Archimoto

3. Удобство, безопасность, доступность и низкая стоимость эксплуатации. Эти решения воплощались на протяжении всей истории конструирования тс, начиная с первого крупносерийного автомобиля «Форд модель Т». Реализация: в транспортные средства внедряются системы позволяющие снизить нагрузку на водителя при вождении, навигационные системы, системы автоматической парковки, активные средства безопасности, в активной стадии разработки и внедрения прототипов системы автопилотирования тс. Некоторые из данных разработок позволяют также снизить расход топлива.

Остановимся более подробно на рассмотрении вышеизложенных вопросов в проектировании современного городского транспортного средства.

На пути решения задачи проектирования и производства экологичных автомобилей, самое широкое и перспективное распространение получила технология основанная на использовании электрических или гибридных (электро совместно с ДВС) двигательных установок. Перспективны разработки связанные так-же с двигателями работающими на водородном топливе. Из серийно выпускающихся автомобилей построенных с использованием данных технологий как минимум можно отметить автомобиль «Тесла» [4] (электрическая двигательная установка) (Рисунок 7а)



Рисунок 7 а

Серийный автомобиль Тесла Х использует полностью электрическую двигательную установку.



Рисунок 7 б

Серийный автомобиль Тойота «Приус» использует гибридную моторную установку ДВС и электромотор.

Одним из первых автопроизводителей мирового масштаба Тойота, выпустила на рынок автомобиль марки «Приус» (Рисунок 7 б) с гибридной силовой установкой. Очень большое распространение, особенно в странах с круглогодичным теплым климатом получили электроскутеры,

электромотоциклы, и различные компактные электромобили. На рисунке 6 Б проиллюстрирован в качестве примера образец городского двухместного электромобиля. Привлекательность производства и эксплуатации электрических городских транспортных средств кроется в нескольких факторах.

1. Правительства многих стран датирует производство и приобретение автотранспорта потребляющего чистые виды топлива, например Китайское правительство проанонсировало цель-эксплуатацию 20 млн. электромобилей к 2020 году и субсидирует автопроизводителей, каждый крупный производитель автомобилей обязан в своей линейке иметь 1 модель класса LowSpeedElectricVehicle (LSLV), Правительство США, субсидирует производителей, например TeslaMotors получает из бюджета до 45 тысяч долларов за каждый проданный автомобиль, госгарантии для льготного кредитования приобретателям и 7,5 тысяч долларов налоговый вычет владельцам электромобилей. В ЕС прямое субсидирование автопроизводителей электромобилей составляет 7 тысяч евро на автомобиль[4].

2. Важным является тот факт, что большое количество электромобилей производится в классе, который по законодательствам многих стран не сертифицируется как автомобильный транспорт, это трайки, двух-одноместные ТС, это упрощает пользование, лишает необходимость иметь платить транспортный налог, налог на парковку, в некоторых странах приобретать водительскую лицензию. Часто данные ТС не попадают в статистику продаж электрических автомобилей, но в доле продаж подобных ТС гораздо больше, чем электромобилей и гибридных автомобилей, проходящих стандартную практику сертификации.

В данном разделе приведена статистика в графиках. Рисунок 8 а характеризует продажи в ЕС, рисунок 8 б на рынке Китая. Учтены продажи регистрируемых электромобилей и гибридных автомобилей за 2013, 2014 и 2015 годы. На рисунке 9 сравнительный объем продаж электромобилей включая гибридные в Китае, США и Германии за период 2010-2015 гг. Продемонстрировано стабильное увеличение спроса на электрические автомобили. Прирост в объемах продаж за 2014-2015 год составил 73 % [5]!

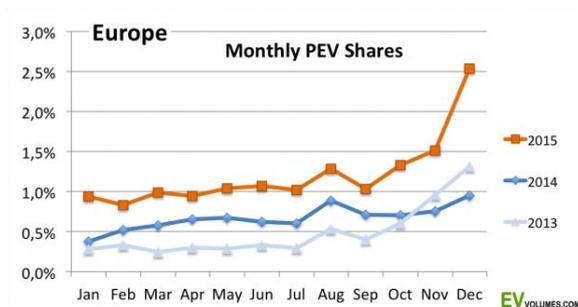


Рисунок 8 а

Продажи регистрируемых электро и гибридных автомобилей в Европе за 2013-2015 г в процентах от общего числа зарегистрированных ТС

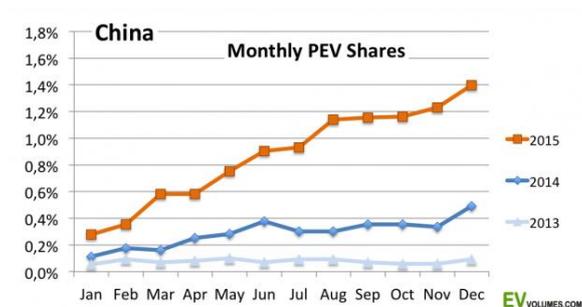


Рисунок 8 б

Продажи регистрируемых электро и гибридных автомобилей в Китае за 2013-2015 г в процентах от общего числа зарегистрированных ТС

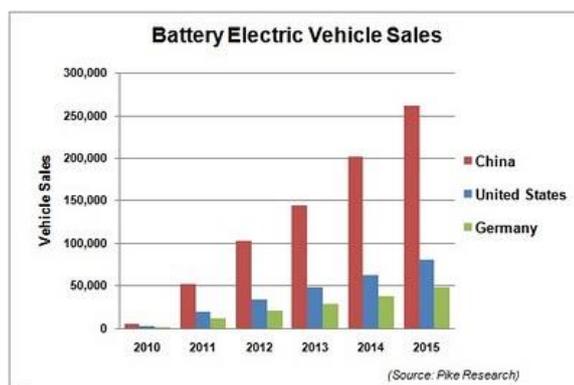


Рисунок 9. Сравнительный объем продаж регистрируемых электро и гибридных автомобилей на рынках Китая США и Германии за 2010-15 г.

### Особенности в конструкциях и эксплуатации электромобилей

Выше отмечался акцент на габаритные параметры современных городских транспортных средств. Так-же отмечался факт, что многие компактные электрические ТС допускаются к использованию с более мягкими условиями сертификации и регистрации, чем обычные ТС (как пример варианты изображенные на рисунках 6 и 10), что наиболее актуально для активно развивающихся стран Азии. Не утверждая, что миниатюризация одна из главных особенностей свойственных проектированию современных транспортных средств, стоит отметить, что, большинство крупных автопроизводителей имеют в своей линейке компактные модели.

Характерный пример (Рисунок 5) на котором продемонстрирован электромобиль Renault Twizy. [6]



Рисунок 10. Пример популярного класса электромобилей.

Ниже приведены перспективные ТС аналогичные по компоновке выбранной в качестве дорожного варианта спроектированного ТСП. Автомобили представляют собой трехколесные двухместные компоновки тандемной схемы, два колеса располагаются спереди, вне объема кузова, третье сзади. Привод осуществляется от электромотора, питаемого электрическими батареями. (Рисунок 11 а) автомобиль Arcimoto SRK выпускается в США, внешний вид приведен ниже.



Производитель в качестве основных плюсов заявляет компактность, экономичность, низкую стоимость содержания и эксплуатации, отличные пользовательские характеристики не ниже, чем у аналогичных транспортных средств на ДВС. Стоит отметить удобное открывание двери, тонкая трубчатая рама не мешает обзору, на подробном видео с сайта производителя, указывается оптимальное расположение узлов и агрегатов конструкции, что дает хорошую центровку и устойчивость на скорости.

Автомобиль от европейских производителей SAM (Рисунок 11 б). Анонсируется, что кузов автомобиля произведен из переработанного пластика, в качестве преимущества данной конструкции предлагается воспользоваться онлайн калькулятором, который позволяет рассчитать выгоду от эксплуатации данного транспортного средства по сравнению с традиционным автомобилем.

К удобствам транспортного средства можно отнести компактность, экологичность, экономичность. С потребительской точки зрения вопрос вызывает обзор из транспортного средства, так как рамки остекления довольно широкие, предположительно недостаточно внутреннее пространство, неудобна посадка пассажира.

В процессе анализа имеющихся разработок и концептов, можно сделать предположение, что производители работают над созданием автомобилей сочетающих низкую стоимость эксплуатации, минимальные выбросы в окружающую среду, высокий КПД двигательных установок. Транспортные средства на электрической тяге с источниками электричества в виде батарей, имеют самую ближайшую перспективу развития. Однако в регионах с экстремальной температурой использование подобных двигательных установок затруднено. Самые эффективные литий-ионные аккумуляторные батареи очень быстро теряют заряд при минусовых температурах, салон транспортного средства необходимо отапливать, что значительно снижает время эксплуатации данного средства. Как решение вариант использовать гибридную установку с тепловым двигателем и электродвигателем.

## 1.6 Заключение по разделу

В качестве варианта наземного городского ТС, как наиболее оптимальная выбрана компоновка двухместного электрифицированного трицикла, в варианте ЛА – компоновка автожира, детальное обоснование выбора формы представлено в разделе 3.

## 2 Классификация ТСП

### 2.1 Введение

На настоящий момент существует большое количество концептов, патентов и опытных образцов трансформируемых транспортных средств для 2D и 3D перемещений. Поиск путей эффективного решения данной проблемы приводит к разнообразию представленных форм и технических решений. На настоящий момент нет универсальной, оптимальной компоновки, так-же универсальной системы, позволяющей однозначно отнести предложенное транспортное средство, к какому либо классу. В статье анализируются основные критерии ТСП, позволяющие отнести ТСП к определенному виду.

## 2.2 Основные принципы и тенденции формообразования ТСП

### 2.3 Обзор действующих аналогов

Идея создания автомобиля-трансформера не нова, но вдохновляет лишь отчаянных инженеров-изобретателей. На самом деле подобная конструкция может дать большие преимущества своему владельцу, как минимум большую скорость перемещения, свободу от наземного трафика, экономия времени, с другой стороны сложность реализации проекта состоит как минимум в наличии дополнительных узлов необходимых при трансформации автомобиля в ЛА (что дает лишний вес и стоимость) , сложность в создании универсальной формы удобной как в применении в качестве автомобиля так и в качестве ЛА, отсутствии инфраструктуры для использования подобных универсальных средств. Тем не менее на протяжении нескольких десятилетий данная техническая задача находит своих заинтересованных лиц. Ниже приведены несколько конструктивных решений транспортных средств-трансформируемых для передвижения в воздушной среде и по поверхности.



Рисунок 12 а

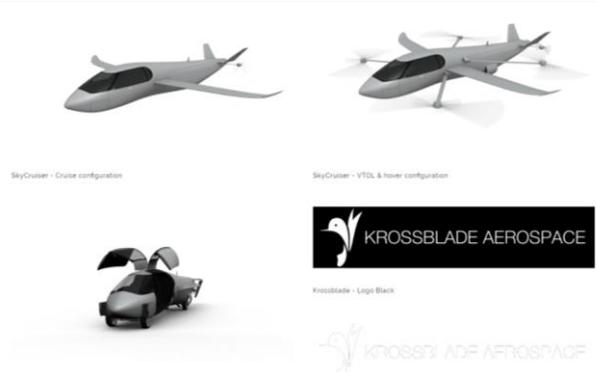
Автомобиль-самолет «Terrafuga». Предыдущая модификация реализованная в прототипе нуждалась для взлета в аэродромной площадке. Проект на иллюстрации обладает опцией вертикального взлета

Рисунок 12 б

Автомобиль-самолет «Aeromobil» Данный автомобиль-трансформер нуждается во взлетно-посадочной полосе. Существует опытный действующий экземпляр. Кузов имеет автомобильные современные контуры. Вид «спереди» практически идентичен автомобильному в варианте со сложенными крыльями

На рисунках 12 а, б изображены концепты автомобиля-самолета, недостатком схемы является необходимость во взлетно-посадочной полосе, а так-же наличием дополнительных хорошо видимых элементов конструкции в варианте наземного транспортного средства, что является уязвимым местом

при эксплуатации. Так-же можно отметить , что корпус транспортного средства вполне напоминает современный автомобиль. Транспортное средство изображенное на Рисунке 12 а а имеет реализованный прототип предыдущей модификации, общая компоновка которого повторяет приведенную [7]. На рисунке 12 б приведены фотографии действующего прототипа [8].

	
<p align="center"><b>Рисунок 13 а</b></p> <p>Трайк-автожир «PAL-V» Данный прототип готов к серийным продажам. В варианте дорожного транспортного средства отчетливо видно большое количество деталей используемых в варианте летательного аппарата-ротор, хвостовое оперение, рама хвостового оперения</p>	<p align="center"><b>Рисунок 13 б</b></p> <p>Гибрид мультироторная система-самолет-автомобиль «KROSSBLADE» Существует уменьшенная действующая модель данного транспортного средства. В варианте дорожного транспортного средства, элементы конструкции используемые при полете, скрыты в корпусе</p>

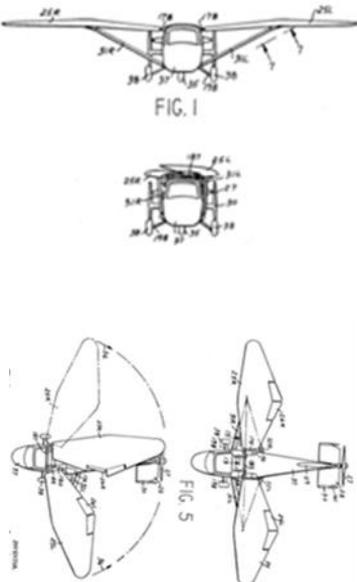
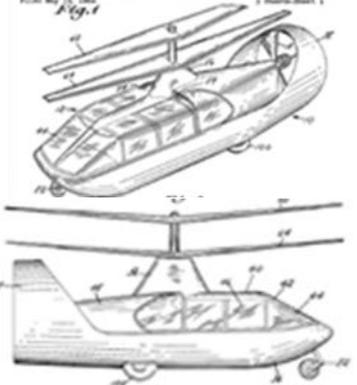
Другой класс гибридных транспортных средств отличает меньшая зависимость от взлетно-посадочных полос – в варианте летательного аппарата это средства укороченного или вертикального взлета и посадки, что добавляет потребительской ценности. На рисунках приведены фотографии трицикла-автожира европейской разработки PAL-V (Рисунок 13 а) и вариант его трансформации, данный вариант готов прошел испытания и готовится к продаже [9]. Второй вариант (Рисунок 13 б) – проект имеющий действующую уменьшенную модель - прототип аппарат вертикального взлета и посадке, выполнен в компоновке квадрокоптера (взлет-посадка) с трансформируемыми крыльями для крейсерского полета [10]. В данном проекте минимальное количество видимых деталей, которые выдают летательный аппарат в режиме наземной эксплуатации, нетрадиционна для автомобиля лишь форма корпуса, которая напоминает в большей степени компоновку фюзеляжа самолета.

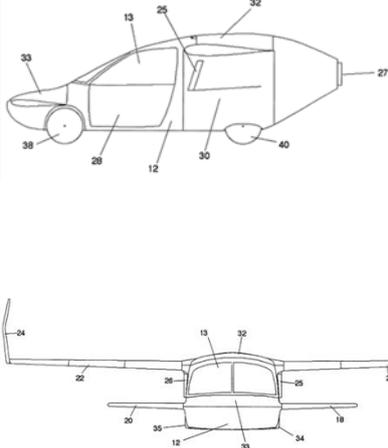
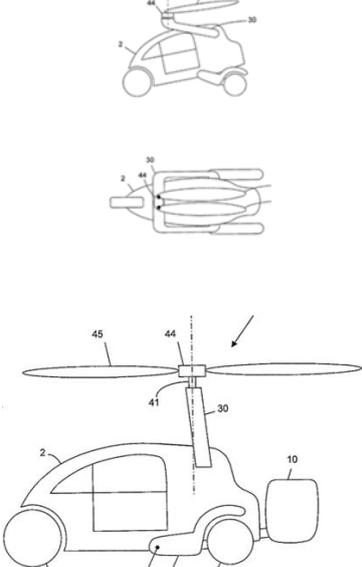
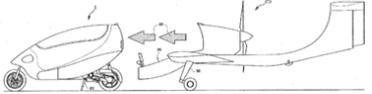
## 2.4 Обзор патентов

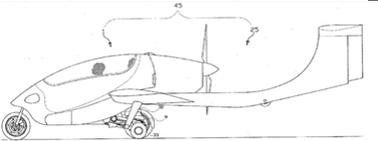
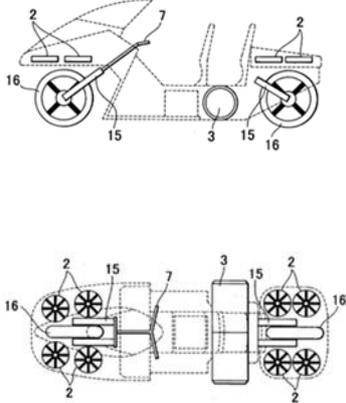
Современный уровень техники обозначает большое количество компоновок и инженерных решений при создании наземно-воздушных ТСП. В данной главе рассматривается классификация универсальных транспортных средств согласно международной патентной практики. Исследуется вопрос на сколько точно и полно патентная классификация описывает предоставленные образцы техники. В таблице 1 демонстрируются схемы ТСП и их классификация по международному стандарту патентования с расшифровкой кода и анализом соответствия представленному образцу. Задача заранее классифицировать и обобщить предложенные инновационные решения делая только предположения в каком направлении будет развиваться конструкторская мысль может содержать в своем решении долю неточности, это следует из постановки задачи. С другой стороны уровень техники ТСП дает представление об определенном количестве вариантов используемых для решения задачи создания оптимального наземно-воздушного ТСП.

При поиске патентов на трансформируемые транспортные средства в Патентной базе Google Patents (выборка патентов на ТСП использующих разные принципы перемещения по поверхности и в воздушной среде, демонстрируется в Таблице 1) находим, что данные изобретения сведены в несколько рубрик, наименования рубрик стандартизированы, что упрощает поиск в отечественных и иностранных базах данных патентов.

Таблица 1. Выборка патентов ТСП и их классификация согласно международной патентной системе.

Наименование патента	Иллюстрация изобретения в варианте наземного ТС	Номер и классификация согласно международной патентной системы	Перевод классификации на Русский язык с учетом терминологии	Комментарий
<p>US3056564 A 2 окт 1962 Roadable airplane [11]</p>		<p>B64C37/00 Convertible aircraft B60F5/02 Other convertible vehicles, i.e. vehicles capable of travelling in or on different media convertible into aircraft</p>	<p>B64C37/00 Трансформируемый летательный аппарат (далее ЛА) B60F5/02 Иные трансформируемые транспортные средства в том числе транспортные средства, способные перемещаться на различных платформах и трансформироваться в ЛА</p>	<p>Распространенная схема трансформации, основана на оптимизации формы ЛА под габариты дорожного транспортного средства, путем складывания несущих поверхностей (крыльев) в объем сопоставимый с габаритами дорожного ТС.</p>
<p>US3261572 A Publication date 1966-07-19 Triphibious vehicle [12]</p>		<p>B64C37/00 Convertible aircraft</p>	<p>B64C37/00 Трансформируемый ЛА</p>	<p>Для винтокрылых ЛА оптимизация в дорожное ТС происходит путем трансформации ротора как наиболее габаритной части.</p>

<p>US6619584B 1 Publication date 2003-09-16 Road/air vehicle [13]</p>		<p>B64C37/00 Convertible aircraft B60F5/02 Other convertible vehicles, i.e. vehicles capable of travelling in or on different media convertible into aircraft</p>	<p>B64C37/00 Трансформируемый ЛА B60F5/02 Иные трансформируемые транспортные средства в том числе транспортные средства, способные перемещаться на различных платформах и трансформироваться в ЛА</p>	<p>Одна из типовых схем основана на приспособлении дорожного ТС к возможности полетов путем присоединения модульной конструкции из крыльев и задней балки с горизонтальным и вертикальным оперением или добавлением трансформируемых частей выполняющих данные функции.</p>
<p>US7931230B 2 26 апр 2011 Personal land and air vehicle [14]</p>		<p>B62K5/027 Motorcycles with three wheels B62K13/00 Cycles convertible to, or transformable into, other type of cycle or land vehicle B64C27/022 Devices for folding or adjusting the blades B64C37/00 Convertible aircraft</p>	<p>B62K5/027 Трехколесные мотоциклы B62K13/00 Мотоциклы трансформируемые в другие виды мотоциклов или наземных транспортных средств B64C27/022 Устройства для складывания или регулировки лопастей B64C37/00 Трансформируемый ЛА</p>	<p>В варианте дорожного ТС данная конструкция выполнена по схеме трицикла, в варианте ЛА используется принцип автожира. Ротор и балка – трансформируемые, так-же PAL-V снабжен толкающим винтом и трансмиссией, позволяющей использовать силовую установку как при наземной так и при воздушной эксплуатации</p>
<p>US20110163197 A1 7 июл 2011 Flight unit that can be coupled to a road vehicle</p>		<p>B64C37/00 Convertible aircraft</p>	<p>B64C37/00 Трансформируемый ЛА</p>	<p>Модульное ТСП состоящее из трайка для перемещения по земле и модуля включающего крылья, моторный</p>

having single-file seating [15]				отсек и балку с горизонтальным оперением.
US7188803B 2 Vertical take-off and landing aircraft [16]		B60F5/02 Other convertible vehicles, i.e. vehicles capable of travelling in or on different media convertible into aircraft	B60F5/02 Иные трансформируемые транспортные средства в том числе транспортные средства, способные перемещаться на различных платформах и трансформироваться в ЛА	Гибрид мультироторной системы для перемещения в воздушной среде и двухколесного ТС, часто для определения данной техники используют термин «ховербайк».

Из иллюстраций компоновочных схем и определения типа ТСП согласно международной патентной практики, в большом количестве случаев не представляется возможным создать однозначное представление о рассматриваемом образце. Иными словами, используя терминологию классификации международной патентной практики, не представляется возможным создать представление о конкретном ТСП без сопроводительного описания. Актуальна задача быстрой идентификации образца ТСП по характерным признакам, позволяющим в нескольких терминах идентифицировать ключевые особенности конструкции.

## 2.5 Классификация схем трансформации

Для анализа формы универсально наземно-воздушных транспортных средств, предлагается система, позволяющую классифицировать каждый предлагаемый образец. Признаки для определения ТСП определяются следующие:

1. По варианту преобразования из наземного транспортного средства в летательный аппарат. Модели можно отнести к трансформируемым и модульным системам (Рисунок 14 а, б).

	
<p align="center"><b>Рисунок 14 а</b></p> <p>Самолет Сигма-6 конструкция крыла которого допускает трансформацию до габаритов позволяющих перемещаться в сложенном виде по дорогам общего пользования.</p>	<p align="center"><b>Рисунок 14 б</b></p> <p>Модульная транспортная система позволяющая при состыковке наземного ТС к модулю с тремя моторами обеспечивающими подъем составной конструкции перемещаться в воздушной среде.</p>

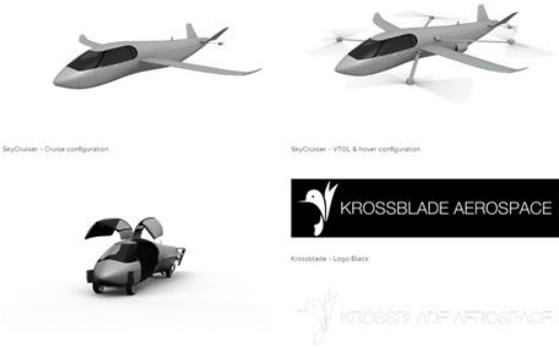
2. По типу изделия в варианте летательного аппарата к ЛА самолетного типа, винтокрылым аппаратам (Рисунок 15 а, б) [7],[8].

	
<p align="center"><b>Рисунок 15 а</b></p> <p>Компания TERRAFUGIA построила и испытывает образец трансформируемого в самолет двухбалочной компоновки с толкающим винтом двухместного автомобиля.</p>	<p align="center"><b>Рисунок 15 б</b></p> <p>ТСП под названием PAL-V. Трайк, который может трансформироваться в автожир. Компания номинирует продажи данного гибрида в 2017 году.</p>

Мультироторным (мультидвигательным) системам -данная схема получает распространение в последнее время в связи с энергичным развитием двигательных установок для ЛА на электричестве и электронных систем позволяющих управлять стабилизацией в полете в автоматическом режиме. И системам с мягким крылом (Рисунок 16 а, б).

	
<p align="center"><b>Рисунок 16 а</b></p> <p>Проект летающего автомобиля Zee Aero финансируется основателем Google Ларри Пейджем. Мультироторная система способная вертикально взлетать и садиться.</p>	<p align="center"><b>Рисунок 16 б</b></p> <p>Летающее багги-автомобиль I-TEC Maverick комбинация автомобильного шасси и крыла парашюта.</p>

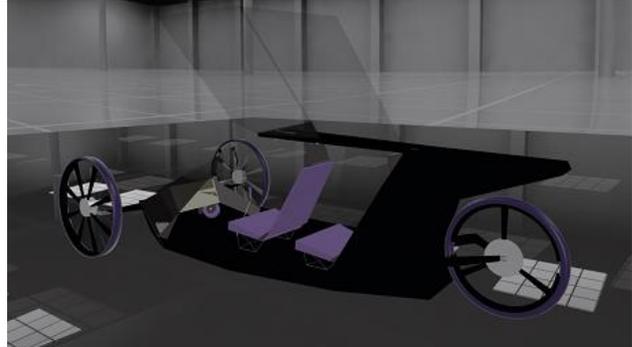
3. По типу корпуса ТСП можно отнести к моделям с кузовом автомобильного типа (к характерным признакам может относиться компоновка в виде трехобъемного кузова выполненная по схеме каркасного несущего кузова или бескаркасного кузова, формфактор характерный для облика легкового автомобиля, компоновка узлов и агрегатов) и конструкциям авиационного типа (к существенным признакам можно отнести тип конструкции корпуса, традиционно ферменная, монокок, полумонокок, формфактор и внутреннюю компоновку) (Рисунок 17 а, б). В зависимости от концепции ТСП, часто за основу берется в качестве главного конструктивного элемента корпус наземного транспортного средства или каркас (фюзеляж) ЛА, это определяет визуальную близость к наземному или воздушному ТС.[8],[10].

	
<p align="center"><b>Рисунок 17 а</b></p> <p>ТСП Aeromobil в качестве наземного транспортного средства очень близок к двухместному автомобилю, имеет трехобъемный кузов, четырехколесную базу.</p>	<p align="center"><b>Рисунок 17 б</b></p> <p>Гибрид квадрокоптер-самолет-автомобиль «KROSSBLADE» Корпус транспортного средства имеет сигаровидную конструкцию на подобии фюзеляжа самолета. Компоновка с толкающим винтом.</p>

4. Значимым признаком является количество узлов трансформации, или модулей, необходимых для изменения конструкции из наземного ТС в воздушное. Логично предположить, что детали в конструкции ТСП, задействованные при трансформации, уменьшают полезную нагрузку ТСП и усложняют конструкцию, соответственно для ТСП меньшее количество узлов трансформации предпочтительно. Большое количество модулей в конструкции делают ее сложнее. (Рисунок 18 а, б).

	
<p>Рисунок 18 а Terraugia TF-X концепт ТСП с трансформируемым крылом и двумя электрическими двигателями.</p>	<p>Рисунок 18 б Pop Up концепт авиакомпании Airbus модульная система из капсулы, автомобильной тележки и модуля с четырьмя двигателями для перемещения по воздуху.</p>

В качестве примера использования данной системы классификации приведен анализ формы ТСП (Рисунок 25 а, б) Проект представляет собой согласно данной системы трансформируемое транспортное средство, винтокрылого типа, с кузовом автомобильного типа, с четырьмя узлами трансформации. В качестве дорожного ТС реализована схема двухместного трицикла с тандемным расположением водителя и пассажира, в качестве ЛА применена схема автожира с двумя тянущими трансформируемыми винтами.

	
<p>Рисунок 25 а Трайк в варианте наземного транспортного средства, лопасти ротора сложены вдоль верхней части</p>	<p>Рисунок 25 б Транспортное средство в режиме полета. Переднее шасси меняет направление перпендикулярно к</p>

корпуса. Передние колеса развернуты вдоль кузова по направлению движения.

направлению движения. В действии импеллер вписанный в окружность колеса. Лопасты ротора развернуты в полетное положение.

## 2.6 Экономика использования ТСП

Вопрос универсализации дорожного ТС и ЛА уже несколько десятилетий привлекает внимание инженеров и дизайнеров, заполнение данной ниши транспортных средств, помимо решения интересной технической задачи дает вполне понятный экономический эффект. На Рисунке 26 наглядно демонстрируется, что гибрид автомобиля и ЛА дает хороший результат в средней скорости от двери до двери в диапазоне дальностей от 100 до 500 миль относительно автомобилей и коммерческих авиалиний, находясь при этом на уровне показателей частной авиации (видимо исключая реактивную дорожную частную авиацию, показатели которой на дистанции до 1000 миль доходят до 300 миль в час по времени затраченному от двери до двери) [17]. Показательно, что данный вопрос активно решается в США (примерно с начала 2000 годов), где сеть частных аэродромов такова, что каждый житель находится на дистанции не более 30 минут от ближайшего аэродрома. Данная концепция может вклиниться между городским и сельским образом жизни несколько уровняя их (комментарий специалиста исследовательского центра НАСА Эндрю Хана (Andrew Hahn)).

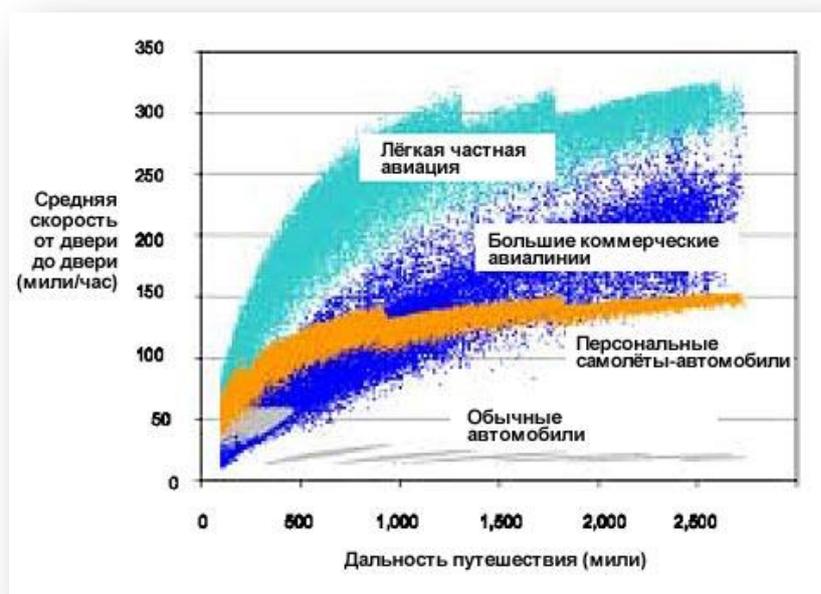
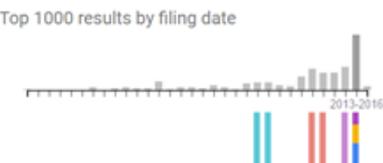


Рисунок 26

## 2.7 Заключение по разделу

Интерес промышленных изобретателей и промышленных дизайнеров к проектам универсальных транспортных средств для передвижения в условиях наземной и воздушной среды, не остывает на протяжении более 100 лет. Имея ввиду большой научно-технический задел в данном направлении, а также энергичное развитие технологии производства новых легких и прочных материалов, силовых установок, источников энергии, электронных систем управления и стабилизации транспортными средствами и летательными аппаратами с одной стороны и повышения мобильности общества с другой стороны, становится объяснимым интерес частных компаний и инвесторов а также крупных корпораций таких как Google и Airbus к изложенной теме. Это подтверждает статистика патентов в данной области за последние десятилетия (Рисунок 27 а, б). Данные тенденции, говорят о том, что с большой долей вероятности в ближайшие 10-20 лет, новая ниша транспортных средств способных перемещаться в наземной и воздушной среде, начнет заполняться промышленными образцами.

	
<p>Рисунок 27 а Статистика патентов по категории В64С37/006: трансформируемый ЛА, всего 926. Приведены данные начиная с 1910 года. Повышение патентной активности приходится на последние два десятилетия.</p>	<p>Рисунок 27 б Статистика патентов по категории В60F5/02: иные трансформируемые транспортные средства в том числе транспортные средства, способные перемещаться на различных платформах и трансформироваться в ЛА, всего 229.</p>

В связи с растущим интересом к проектированию образцов ТСП разработка системы упорядочивания и классификации данных транспортных средств является актуальной.

## 3 Формообразование ТСП

### 3.1 Введение

Формообразование – процесс создания формы в деятельности художника, архитектора, дизайнера, архитектора-дизайнера в соответствии с общими ценностными установками культуры и теми или иными требованиями,

имеющими отношение к эстетической выразительности будущего объекта, его функции, конструкции и используемых материалов [18]. На современном этапе дизайнерские методы формообразования – это, зачастую, лишь проекции методов формообразования, сформированных в науке, искусстве и инженерии. Все методы формообразования, используемые в дизайне, условно можно разделить на «художественные» методы, «инженерные» методы и «научные» методы. Стоит отметить, что в зависимости от степени детализации технического задания объекта проектирования и «глубины» проектирования зависит учет тех или иных критериев разработки формы, чем дальше проектируемый образец от концепт-арта и ближе к промышленному образцу, тем меньше в формообразовании художественных методов и больше инженерного стиля. В рассматриваемом проекте ТСП частично учтены «инженерные» требования к компоновке, узлов ТСП как в варианте наземного использования, так и в варианте ЛА, тем не менее стоит отметить, что реализация некоторых решений в дизайн-проекте находится в противоречии с требованиями и традиционным проектированием аналогичных ТС, по этой причине представляемый проект следует отнести к концепт арту (Рисунок 62).

### 3.2 Критерии разработки формы



#### Средовые факторы:

- 1.Тенденции в автомобилестроении.
- 2.Тенденции в науке.

#### Базовые факторы:

- 1.Экономика.
- 2.Функциональность.
- 3.Безопасность.
- 4.Экологичность.

#### Формообразующие факторы:

- 1.Стиль.
- 2.Конструкция.
- 3.Требования к материалам и технологиям.

### 3.3 Анализ этапов проектирования



Анализ требований и схем к перспективному городскому ТС.

Анализ требований и компоновочных схем к ЛА

Классификация современных ТСП

Разработка требований для ТСП (ТЗ)

Определение метода формообразования

Определение факторов формообразования

Разработка ТСП (Дизайн проектирование)

### 3.4 Сценарий использования.

Важным аспектом дизайн разработки является представление условий эксплуатации и сценария использования проектируемого объекта. Традиционно эти условия определяются техническим заданием. Введем условия использования проектируемого ТСП в режиме городского ТС:

1. Городское малогабаритное ТС предназначено для использования на дорогах общего пользования.
2. Вместимость 2 человека вместе с водителем.
3. Эстетичная форма.
4. Соответствует тенденциям проектирования современного городского автомобиля.
5. Отсутствие выделяющихся деталей смежной конструкции (конструкции ЛА).
6. Удобство парковки и хранения.

В режиме ЛА:

1. Предназначено для регулярных деловых или развлекательных полетов на дистанции 50-500 км.
2. Минимум времени на трансформацию.
3. Для взлета и посадки необходимо открытое пространство (с открытыми подходами) и площадка 200-300 метров.
4. Одинаково комфортабельное транспортное средство как для режима наземной, так и воздушной эксплуатации.
5. Отсутствие выделяющихся деталей смежной конструкции (конструкции ТС).
6. Удобство хранения.

Принимая во внимание данные сценария, будет происходить дальнейшая разработка арт-концепта ТСП.

### 3.5 Выбор компоновки кузова

## **THE LAYOUT FOR A VISUAL SOLUTION OF THE PROJECT TWIN SEATS CAR ON ELECTRICITY.**

### **Introduction**

In this article, in example of a conceptual design a twin city electric car, demonstrates how technological and operational restrictions potentially can affect on external appearance the design of the vehicle.

### **Descriptions of the stage of sketching**

Thus, initially there are the following requirements:

1. One of the main limitation, high cost and insufficient capacity of power plants which may potentially be installed on the vehicle at the moment.
2. Manufacturability and simplicity of design, light weight and good aerodynamic characteristics.
3. Aesthetic value.
4. The possibility of customization for smaller production runs.
5. Ease of use.

All these requirements have been dealt with one at a time, and the following solutions have been offered:

1. Power electrical installations with high efficiency, namely brushless motors at the moment are manufactured as power sources for these electric motors - lithium-ion batteries with high capacity and good characteristics of the discharge current. The problem with this power plant is the high cost and increasing its value with increasing power, respectively, the task is to make the mechanism with the minimum possible weight of structure per unit of power. In accordance with this thesis the objective of reducing the resistance characteristic of the vehicle creating friction with rolling friction from the incoming air flow is also relevant. At the present moment this power setup allows to accelerate the vehicle with similar characteristics up to 100 km for a period of approximately 7 seconds, the capacity is enough for the distance from 100 to 200 km when driving in city. Charge lithium polymer batteries may be recharged from the public network.

2. Appearance, technology used in the manufacture of construction and some technical solutions are derived from the theses stated in the previous paragraph. The body of the vehicle is proposed to make fusiform placing passengers in tandem (one after another). This scheme will provide optimal cross section (will reduce the resistance of the oncoming air flow), even load distribution in in this construction. The body of the electric vehicle is made of composite materials by the vacuum-forming method. Other method - 3D printed. Large diameter wheels, located outside the contours of the body. This scheme also allows optimum positioning of the alignment and the power units. The upper part of the electric car, including doors, it is optimal to produce of a transparent material, with a minimum number of structural elements that gives a good overview. The transparency of the glazing is assumed variable. It is assumed the option of opening the door by moving the upper part of the glass back, or the door can be opened right up or left up as a driver and passenger parts descends. The shape of the upper part of the vehicle is associated with the cockpit of modern fighter aircraft. Car optics and parts of the exterior are inscribed in the contours of the body to reduce air resistance.

3. Visually, the vehicle must express the swiftness, environmentally friendliness, modern shape, combined with ease of perception.

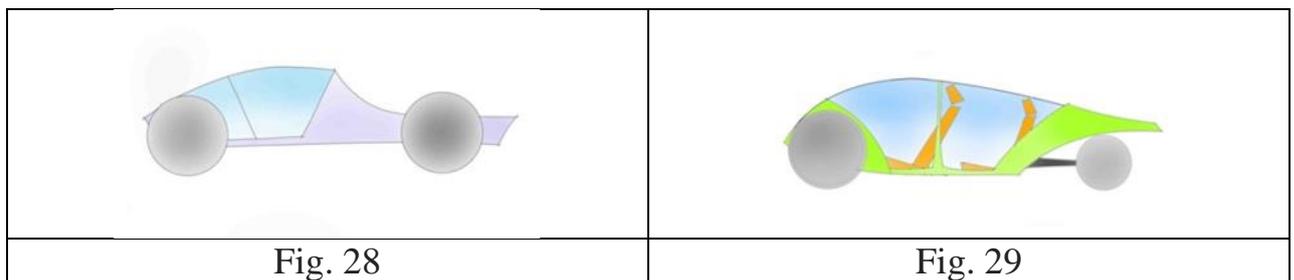
4. In case of manufacturing the body of this electric car on a 3D printer, it is possible to foresee the possibility of the individual changing the size or geometry of certain elements of the body.

5. The usability of this urban transport includes a number of features:

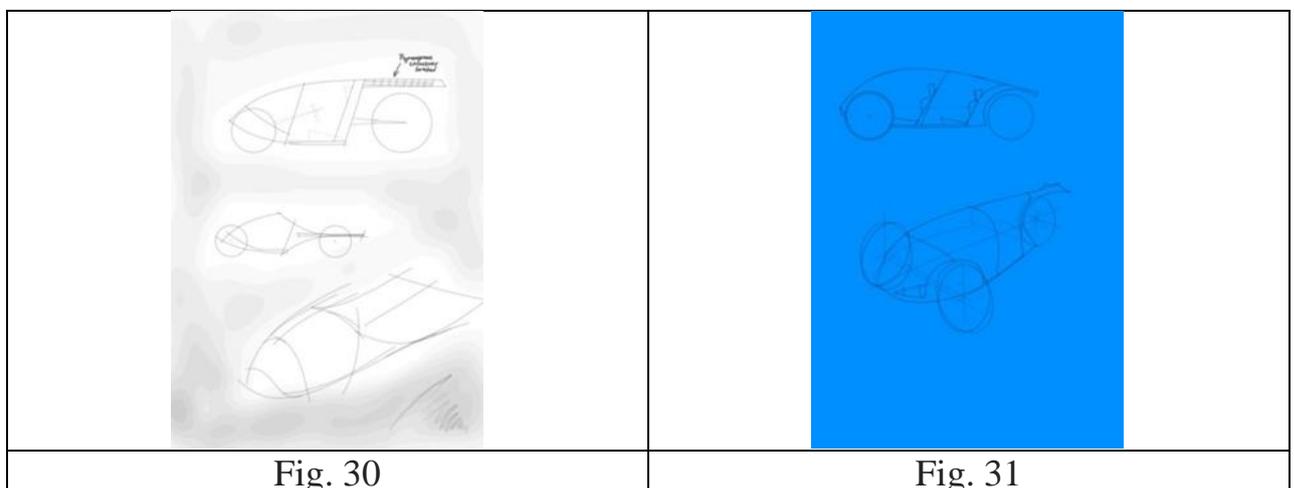
- Small size

- Large doors for driver and passenger
- Good review
- Low noise
- Environmentally friendly
- Aesthetics
- Low cost of ownership.

Below there is a visual solution of the project:

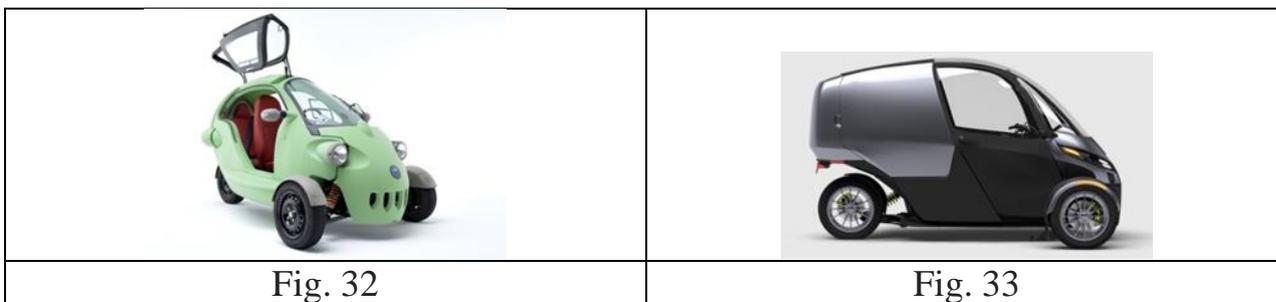


As an alternative, the layout of the vehicle is presented with inline seats a driver and passenger (Fig. 28), four-wheeled chassis (Fig.28, Fig. 29), the geometry adapted for the location of solar panels (Fig. 30). There is a final variant (Fig. 31).



The variants of electric vehicles, implemented today and most similar to the demonstrated in the project, are shown below:

A cute double electric car on three wheels belongs to a Swiss joint-stock company S. A. M. Group AG and is produced jointly with the Polish company Polska Sam (Fig. 32).[19]



The American company produces a urban Arcimoto electric car, called YUKO (Fig. 33).[3]

### Conclusion

It can be noted that in amongst of solutions in sketches and completed projects double seats electricity cars, described in this article layout with some differences also presented. This may indicate that this scheme is in view of the above advantages are optimal, however within this form, you can find a resource for its improvement.

#### 3.6 Выбор схемы трансформации

В качестве примера использования предложенной в разделе 2.5 системы классификации, приведем анализ формы ТСП (Рисунок 34 а, б). В качестве корпуса использована схема двухместного трайка с тандемным расположением сидений. В проекциях формы доминируют правильный геометрический рисунок. При трансформации в ЛА передние колеса в обводы которых вписан импеллер поворачиваются на 90 градусов вперед по ходу движения, ротор поднимается на раме из верхней части корпуса ТСП и разворачивается в двухлопастной несущий винт. В варианте ЛА принцип эксплуатации соответствует схеме автожира.



Рисунок 34 а

Трайк в варианте наземного транспортного средства, лопасти ротора сложены вдоль верхней части корпуса. Передние колеса развернуты вдоль кузова по направлению движения.

Рисунок 34 б

Транспортное средство в режиме полета. Переднее шасси меняет направление перпендикулярно к направлению движения. В действии импеллер вписанный в окружность колеса. Лопасти ротора развернуты в полетное положение.

Данное ТСП является концепт-артом в терминах классификации изделий промышленного дизайна ([20], так как при проектировании не ставилась задача получить оптимальную конструкцию с точки зрения требований эксплуатации. При формообразовании ТСП акцент был произведен на наличии в конструкции минимального количества узлов трансформации и возможность создания гармоничной формы исключая влияние деталей конструкции ЛА при дорожном режиме эксплуатации ТС и наоборот.

### 3.7 Этап эскизирования

В данном разделе рассматривается формообразование городского двухместного транспортного средства как основа проектируемого универсального ТСП.

Если рассмотреть Актуальность в Логике - личный интерес/культура деятельности/перспектива, то можно отметить следующее:

1. Личный интерес заключается в эффекте новизны данного проекта для автора, как с точки зрения графического подхода в исполнении эскизного проекта, освоении новых способов и технологий рисунка, проектирования транспортного средства и его компонентов, так и изучения современной проблематики вокруг данной темы перспективы использования альтернативных наземных видов транспорта в современном развитом обществе. Естественным образом, полагаю универсальным правило, что чем больше личный интерес автора к объекту исследования, тем ярче и

оригинальнее результат исследования для заинтересованного в данной теме сообщества.

2. Культура деятельности. В проектируемой форме было бы интересно заложить возможность производства не типичным для современного автопроизводства способами, но перспективным с точки зрения завтрашнего дня, например 3D печать деталей автомобиля, вакуум-формования (пластиков, композитных материалов). Это гармонично укладывается в концепцию экологичного городского транспортного средства, снижающего выброс углекислого газа и продуктов сгорания в атмосферу, возможно, использующего в своей конструкции материалы переработанные, и соответственно не утилизированные в пространстве окружающей среды! По сути, такие концепты способны сформировать или дополнить идеологию нового потребления, основанную на идее минимального вмешательства и нанесения ущерба в окружающий мир!

3. В части перспективы ход мыслей перекликается с пунктом о культуре деятельности, в котором много говорилось об экологичности данного транспортного средства, что несомненно является восходящим трендом во всем цивилизованном мире, плюс к сказанному стоит дополнить желание реализовать в концепте удобства для пользователя, о которых говорилось в разделе об эргономичности, принципиально данное транспортное по эмоциям от восприятия вождения и использования, должно полностью отличаться от чувств, которые водитель испытывает при использовании автомобиля, или иных персональных транспортных средств городского типа (мотоциклы, трициклы, скутеры, велосипеды).

#### Последовательность действий

Автор сторонник Творческого метода в дизайне, а также концепций Футурологии и Сенектики, по этому эти принципы и можно заметить в поиске форм. Принципиально данное транспортное должно удовлетворять следующим характеристикам:

1. Транспортное средство предназначено для 1-2 человек.
2. Приводится в движение электричеством.
3. Современные формы гармоничные с архитектурой мегаполисов.
4. Эргономичное для пользователей, удобное в режиме городской эксплуатации.
5. Современное по концепции и технологии изготовления.

## Компоновка.

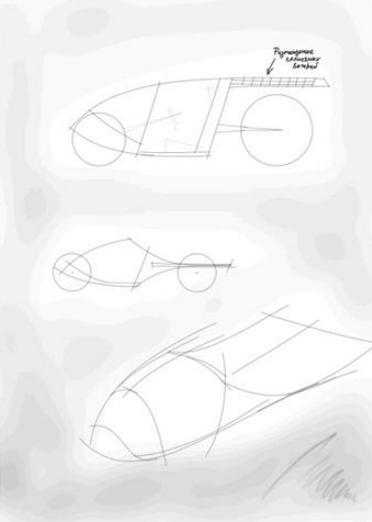
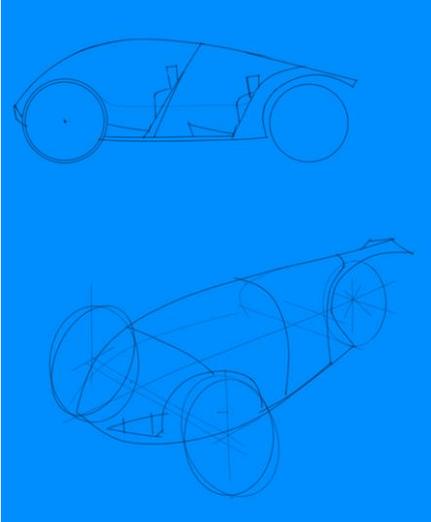
Реализовано 3 концепции в поиске образа формы кузова автомобиля, а именно образ тела кита, биологическая обтекаемая форма, образ из ломанных линий архитектуры современных городов в стиле хай тек. Естественно визуальная идея не должна противоречить, но напротив должна поддерживать технологические особенности и возможности проектируемого средства передвижения, а так-же современные передовые производственные возможности. Что касается утилитарных особенностей транспортного средства, которые необходимо было учесть это:

1.Использование электрической силовой установки, что приводит к возможности оптимизации характеристик сопротивления и веса конструкции, поскольку можно предусмотреть маленькое сечение корпуса и низкую центровку.

2.Форма должна гармонировать с окружающей средой.

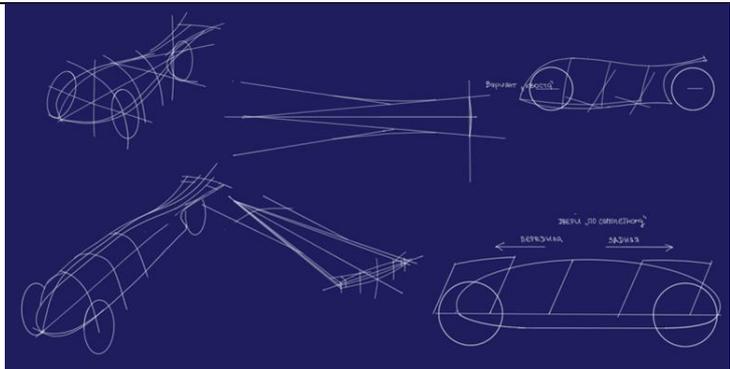
3.Конструкция должна быть оптимизирована под современные материалы и приемы производства.

Исходя из необходимости оптимизации сопротивления веса и жесткости конструкции, была выбрана схема тандемного расположения пассажиров, на рисунках 35-36 можно увидеть варианты двумерных набросков на стадии проектирования общей схемы транспортного средства. В результате эволюции указанных форм, оптимальной принята форма соответствующая рисунку 46, работа выполнена в программе Adobe Sketch Book Pro.

	
<p>Рисунок 35</p> <p>Компоновка, которая допускает размещение солнечных батарей на</p>	<p>Рисунок 36</p> <p>Образ Кита в облике варианта проектируемого автомобиля как</p>

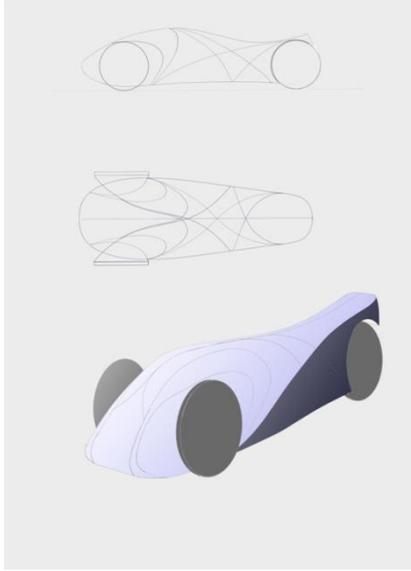
верхней части кузова транспортного средства.	современного технического средства дружелюбного природе.
--	--

Рисунок 35 - начало работы, визуализация оптимальной компоновки. Два места можно расположить «Рядно» или «Тандемом». Большие колеса потенциально уменьшают вибрацию в транспортном средстве и предпочтительны в плане ходовых характеристик и экономичности. Большая площадь остекления. Эскиз 36 оптимизированная форма транспортного средства по мотивам формы Кита.

	
Рисунок 37 Гармоничная биологическая форма туловища кита	Рисунок 38 Вариации на тему контура Кита в кузове транспортного средства.

Далее происходит работа с последней аэродинамической формой (Рисунок 39) и следует модификация ее в изложенных выше сюжетах, (Рисунок 40 и 42). В том числе представлены проекции транспортного средства и схематические варианты элементов конструкции, а именно задняя часть кузова, схемы открывания дверей (Рисунок 40).

	
<p style="text-align: center;">Рисунок 39</p> <p>Аэродинамическая форма капли. Форма создает впечатление стремительности, скорости, аэродинамической-чистой формы</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 40</p> <p>Набросок демонстрирует вариант открывания кабины автомобиля, рассматриваются вариант «сдвижного фонаря» по аналогии с прозрачной частью кабины спортивного самолета</p>

	
<p style="text-align: center;">Рисунок 41</p> <p>Сплетения ветвей в лесу можно заимствовать для элементов несущих конструкций при проектировании автомобиля.</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 42</p> <p>Вид «сбоку» и виз «сверху» ниже трехмерная проекция в цвете, верхняя часть автомобиля цельная и прозрачная.</p>

Рисунки 44 и 46 отображают эволюцию форм, основой которых послужили геометрические формы (Рисунок 43)

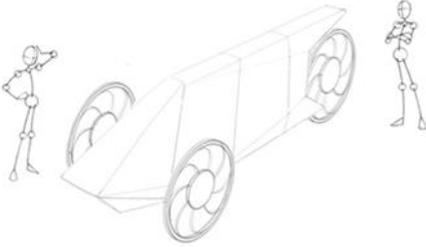
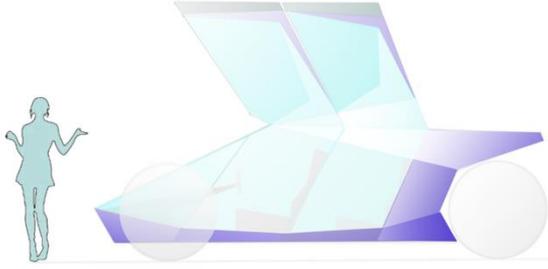
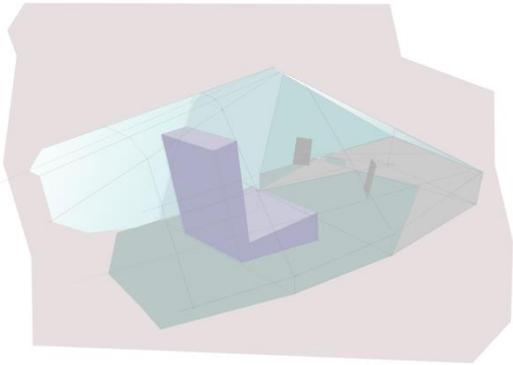
	
<p style="text-align: center;">Рисунок 43</p> <p>Облик города основанный на геометрически правильных контурах.</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 44</p> <p>Трехмерная модель транспортного средства в пропорциях относительно фигуры человека.</p>

Рисунок 46 - вариант боковой проекции автомобиля созвучного по формообразованию с рисунком 45. Вокруг себя, в облике современных городов можно наблюдать большое количество геометрически правильных сюжетов. Геометрическая форма (Рисунок 46) вызывает предпочтение, на рисунке 44 демонстрация эргономики и масштабов проектируемого транспортного средства, а также поиск оптимальной геометрии.

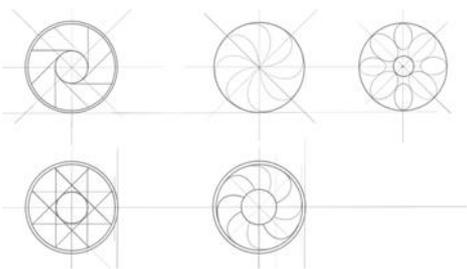
	
<p style="text-align: center;">Рисунок 45</p> <p>Геометрические мотивы современной архитектуры, как вариант третьей концепции в дизайне транспортного средства.</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 46</p> <p>Боковая проекция в цвете. На скетче проработан вариант открытия дверей вверх, диски колес потенциально должны быть максимально прозрачными для достаточного обзора вперед-в сторону.</p>

На рисунке 47 и 48 реализована цветовая трехмерная визуализация транспортного средства, так-же проекции боковая и детали интерьера соответственно. Можно отметить, что на некоторых эскизах варианты линий и изгибов отличаются, связано это с тем, что в каждом эскизе реализован поиск формы, и при создании проекции формы, возникают идеи по изменению, улучшению, идеи.

	
<p style="text-align: center;">Эскиз 47</p> <p>Некоторые элементы (колеса на данном эскизе) прорабатываются отдельно. Данный набросок имел основной целью придать форме объем в цвете, форма интересна тем, что уподобляется кристаллу с четкими гранями, при этом скошенные линии придают форме динамику.</p>	<p style="text-align: center;">Эскиз 48</p> <p>Схематически внутренняя компоновка передней части транспортного средства, предварительно расположение сидения водителя и органов управления, более подробно детали интерьера прорабатываются по частям отдельно.</p>

Одновременно с созданием формы кузова транспортного средства представлена проработка деталей электромобиля (представлено на рисунках 49 и 50) форма и общий вид колеса, вместе с фотографиями природных объектов, являющимися исходниками в визуальном представлении элементов конструкции колеса, в данном случае диска. На рисунках 36-39 представлены варианты компоновки интерьера, вид на приборную панель изнутри-вперед, варианты исполнения рулевого колеса на рисунках 39-43, варианты включают визуализацию данных о состоянии автомобиля, его параметрах на световой панели в середине рулевого колеса, также представлен вариант в виде штурвала. Идея автомобиля «изнутри» состоит в

максимальном упрощении интерьера, сделать салон свободным и «прозрачным» с большой площадью остекления, наименьшим количеством деталей управления транспортным средством. Максимум необходимо возможных параметров выводить на световые индикаторы которые на Эскизе 26 слева и справа рулевого колеса. Об индикации стоит сказать отдельно, идея состоит в выводе необходимой информации о состоянии автомобиля на панели приборов исключительно в цвете, без цифрового оповещения до пределов, пока показания находятся в «нормальном» диапазоне. Например на панели приборов есть сектор, который отвечает за скорость, в диапазоне разрешенной скорости для данного участка дороги, он полностью зеленого цвета, как только значение выходит за рамки разрешенного, например более 5 км/ч для разрешенных 60 км/ч в режиме городского цикла, индикатор становится желтым и включается цифровая индикация, более 10 км/ч - красным с цифровой индикацией. То же для остальных необходимых параметров, как то заряд батареи, пробег на аккумуляторной батарее до полной разрядки, температура в цепи регулятора скорости и тд.

	
<p style="text-align: center;">Рисунок 49</p> <p>5 вариантов формы диска колеса. Задача выбрать из данных исходных форм вариант «созвучный» геометрии проектируемого автомобиля.</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 50</p> <p>Более интересная форма диска колеса, нарисована «по мотивам» плавных «природных» линий. Изображены два варианта «спиц» диска колеса, на фото продемонстрирован ход мысли дизайнеров при реализации аналогичных проектов.</p>

На этапе эскизирования необходимо реализовать предположение о том, из какого материала будет сделан диск колеса. Ввиду большой площади диска, оптимально сделать диск колеса прозрачным. Добиться этого можно изготовив диск по технологии решетчатой конструкции (наподобие

велосипедного колеса) или каркасной конструкцией из светопрозрачного материала.

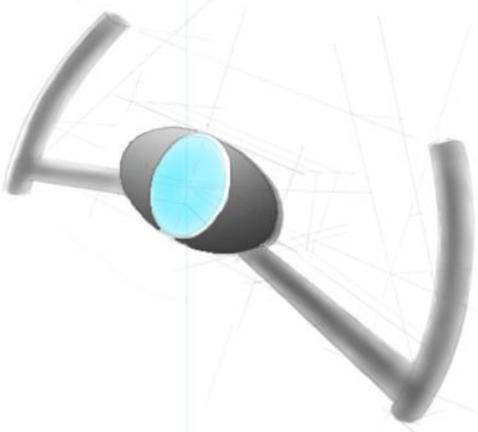
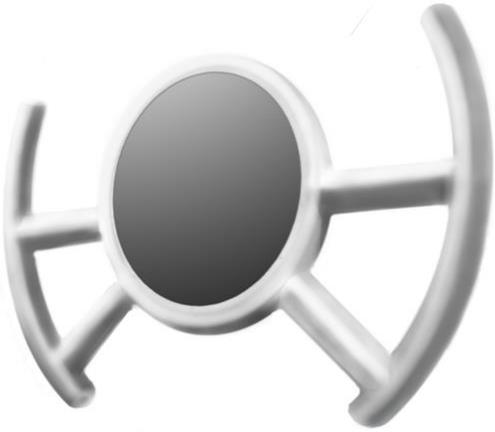
	
<p style="text-align: center;">Рисунок 50</p> <p>Штурвал трехмерный рисунок.</p>	<p style="text-align: center;">Рисунок 51</p> <p>Вариант рулевого колеса детальной проработки. В середине экран индикации.</p>

Рисунок 50 и 51- проработка варианта рулевого колеса в виде «усеченного» колеса стандартного вида. Передняя панель проектируемого транспортного средства узкая, поэтому информацию и важные параметры можно выводить на панель в центре рулевого колеса, при вращении руля середина неподвижна.

### 3.8 Цифровая 3D модель.

#### Визуализация, рендеринг, анимация

При трехмерной визуализации модели за основу была взята геометрическая форма автомобиля на электрическом приводе для города, на рисунке 52 представлен первый вариант визуализации идеи автомобиля-трансформера, она послужила отправной точкой для работы в последующем.

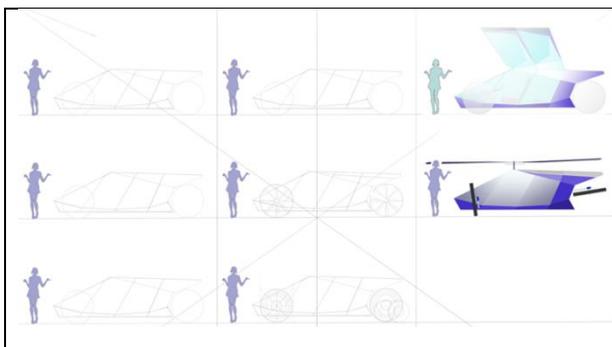


Рисунок 52



Рисунок 53

Для графической 2D визуализации использовалась программа Adobe Sketch Book Pro. Цифровая 3D модель транспортного средства была создана в программе Blender, на рисунке 53 проиллюстрирован этап создания 3D модели.

Стоит отметить, что данный графический редактор распространяется бесплатно, данная программа предоставляет широкие возможности 3D конструирования, из плюсов можно отметить оригинальный способ взаимодействия с интерфейсом программы построенный на комбинациях клавиш, наличие таких опций как создание анимации, игровой движок, встроенные опции рендеринга и работы с материалами и текстурами. Окончательная визуализация произведена в программе Autodesk VRED Pro (Рисунок 54).



Рисунок 54

Программа является интерактивным рендером, предоставляет широкие возможности в доводке 3D модели до уровня реалистического фотографического качества, в программе имеется достаточный набор инструментов для текстурирования и создания материалов с необходимыми свойствами. Пользование каждым из данных графических инструментов оптимально на определенных этапах создания модели по мнению автора. В таблице 2 приведена поэтапная работа над проектом с описанием преимуществ каждой графической программой на конкретном участке работы.

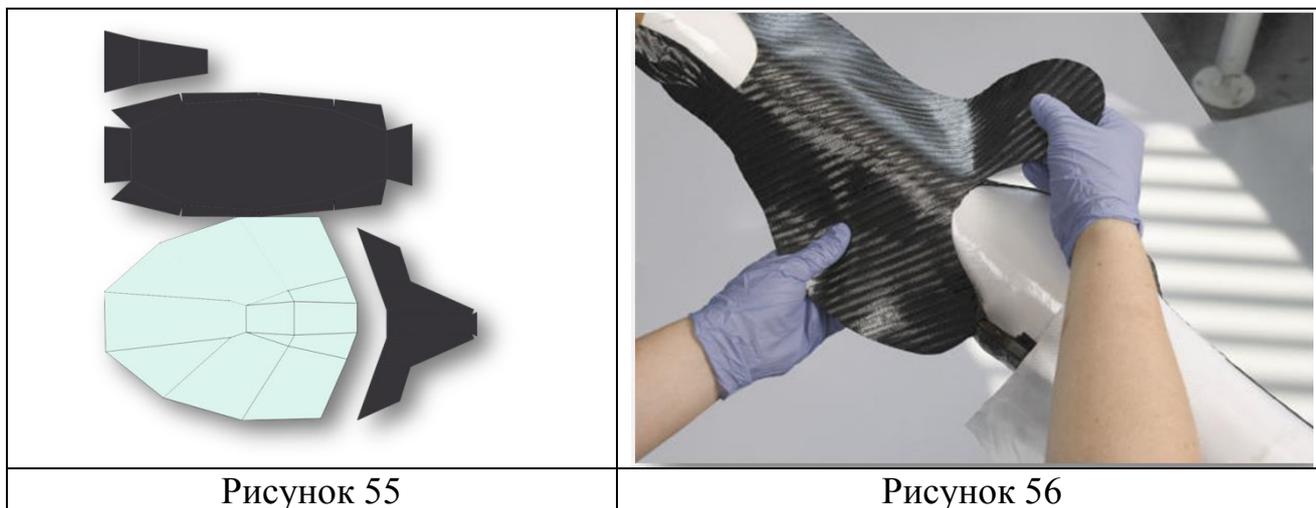
Таблица 2

Этап работы	Техника	Инструменты	Комментарии
Эскиз автомобиля, базовая форма	Ручной рисунок, проекции и трехмерный вид	Карандаш, бумага, электронный планшет, графические 2D редакторы Sketch Book Pro, Photo Shop	Отправной точкой всегда является ручной эскиз на бумаге, после того, как есть основная форма, можно ее совершенствовать в 2D редакторе, где удобно работать с цветовыми схемами, вносить правки сохраняя тот или иной вариант.
Детализация формы	Работа в 2D редакторе	Программа Sketch Book Pro, электронный планшет.	Данный инструмент позволяет заменить весь арсенал художника в доводке эскиза, позволяет получить качественное 2D изображение объекта, качество зависит в большой степени от уровня владения программными средствами и техниками исполнителя модели.
3D модель, проработка конструкции	Работа в 3D редакторе (итоговая визуализация)	Карандаш, бумага. 3D графический редактор Blender	Огромным преимуществом в визуализации модели объекта является использование 3 графических редакторов,

элементов	модели). Ручной рисунок и эскизиро вание при уточнени и деталей модели.		данные программы наиболее сложные в изучении, но позволяют получить изображение модели в любом ракурсе, оперативно внести изменения, работать с цветом, освещением, текстурой, цветом, анимировать, показать в действии движущиеся детали объекта, это лишь небольшой список предоставляемых возможностей.
Окончател ьная визуализа ция модели	Програм ма интеракт ивного рендерин га	Программа Autodesk VRED	Превосходный инструмент для быстрой окончательной доводки трехмерной модели до реалистичного вида. Помимо материалов, цветовой палитры, фактуры, текстуры, параметров света и отражения, большое количество инструментов и эффектов интерактивной трехмерной презентации.

### 3.9 Макет

Ввиду геометрически простой формы кузова ТС, изготовление макета технологически не сложно и возможно несколькими способами. Первый способ изготовление из двухмерной развертки выполненной в 3D программе Blender Рисунок 55.



Материал изготовления – плотный картон, или пластик (в данном случае принтером наносится рисунок на поверхности картона, который впоследствии вырезается и собирается макет, или пластик, заготовка при этом вырезается на лазерном плоттере). Можно добиться высокого качества поверхности путем подбора соответствующего материала для изготовления макета. Элементы конструкции (колеса, детали шасси, подвеска) изготавливаются на 3Д принтере, для некоторых элементов используются стальные и карбоновые трубки и прутки различного сечения, исходные файлы для 3Д принтера выполнены также в программе Blender. Второй выбранный способ изготовления макета полностью на 3Д принтере (рисунок 57 и 58) качество поверхности зависит от настроек 3Д принтера и при низком качестве разрешения, поверхность нуждается в дополнительной обработке, что повышает трудоемкость изготовления. Первые варианты изготовленных деталей на рисунках 57 и 58.



Видно, что поверхность имеет отчетливые следы нанесения пластика экструдером 3Д принтера, видно наличие основы (это элемент, который присутствует на всех заготовках свойственен при использовании данной

технологии), легко отделяется впоследствии при обработке. В некоторых местах пластик имеет облой, который легко снимается при дальнейшей обработке.

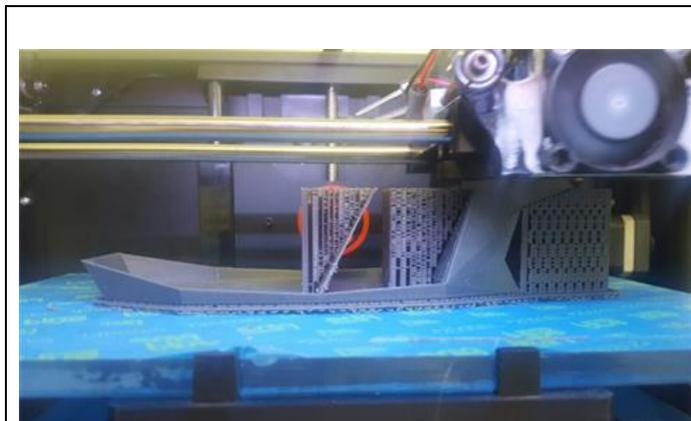


Рисунок 59

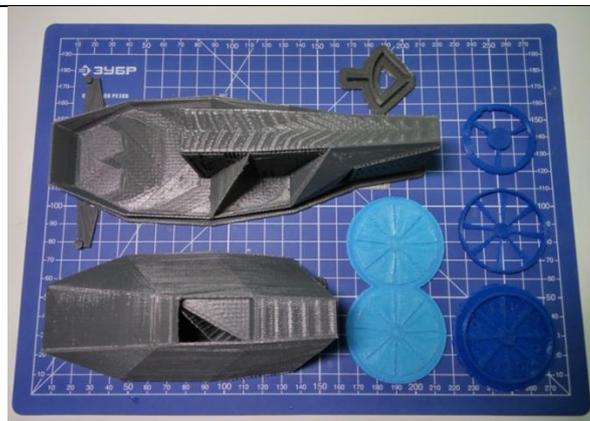


Рисунок 60

На рисунке 60 изображены все детали после изготовления, перед окончательной обработкой и сборкой. Макет выполнен в масштабе 1:30, представляет из себя вариант разрабатываемой конструкции в виде дорожного транспортного средства. Так как это первый макет проектируемого средства передвижения, он максимально простой, без подробной детализовки для отработки технологии моделирования с применением технологии 3D печати.

Потенциально возможны варианты изготовления из композиционного материала - углеткани или стеклоткани, методом формования (предположительно даст высокое качество поверхности), либо из пенопласта с последующей обработкой поверхности. При изготовлении из композиционных материалов необходима большая доля ручного труда, первоначально требуется изготовить матрицу основных деталей-кузова и остекления с высоким качеством, затем изготовить непосредственно модель. Автором данная технология не освоена на настоящий момент, но стоит отметить, что по данной технологии потенциально возможно и желательно изготовление конструкции корпуса данного транспортного средства, то есть изготовление корпуса макета потенциально моделирует производство натурального образца. Второй момент стоит отметить прогресс в изготовлении композитных материалов и полуфабрикатов. Наличие композитных препрегов - ткани пропитанной композиционной смолой, тканевых пористых материалов и перфорированных пленок для удаления излишков композитной смолы при формовании изделия, делает данную технологию более комфортной и привлекательной, по сравнению с используемыми ранее технологиями работы с композитами. На рисунке 60 проиллюстрирован эпизод работы с применением композитного

материала и компонентов (оснастки и тканей) необходимых при изготовлении крупных деталей модели данным способом.

### 3.10 Анализ конструкции

В дизайне транспортных средств с начала двухтысячных годов, распространение получили идеи «кинетического» дизайна, автомобили имеют геометрию и форму обводов кузова, что создает впечатление движущегося автомобиля даже во время отсутствия движения. Тем не менее, в деталях отделки невозможно увидеть ничего лишнего. В приложении рассматриваемой задачи, притягательной является форма лишённая излишней детализации, выступающих частей и элементов конструкции, данная идея была реализована в концепте (Рисунок 25 а, б). С другой стороны необходимо отметить, что концепт на бумаге или в цифровом формате и действующий прототип это далекие друг от друга вещи. В приведенных образцах, имеющих действующие прототипы (Рисунок 18б, 19а) , можно наблюдать «инженерный» стиль исполнения, то есть визуальны элементы несущие фактическую нагрузку, в то время как элементы кузова транспортных средств, соответствуют современным направлениям автомобильного дизайна.

Актуален вопрос на сколько идеи заложенные в концепции далеки от реальности, и на сколько прототип визуально отдалится от концепции в случае реализации. Для этого необходимо рассмотреть элементы конструкции, являющиеся инновационными для данного вида транспорта. Идея заключается в том, есть ли аналоги решения подобных конструкторских задач в каких-либо смежных инженерных отраслях. Как выше отмечалось, типичным для гибридного транспортного средства является наличие трансформируемых узлов, возможность изготовления легких и прочных конструкций. Для приведенного проекта такими узлами являются поворотный ротор, поворотный узел крепления ротора к корпусу транспортного средства, универсальное поворотное шасси-импеллер. В первом приближении, можно отметить, что подобные инженерные задачи уже решались, для складных роторов как пример – это складные роторы вертолетов корабельного базирования. Для поворотного узла крепления ротора, в качестве аналога – двигательная установка и с изменяемым вектором тяги американского универсального самолета OV-22 Osprey, те же принципы применимы для поворотного шасси (Рисунок 61 а, б). Естественно данные решения должны быть глубоко проанализированы на пригодность в данном случае, и глубоко модернизированы. В данном случае речь идет лишь о том, что прецеденты решения данных инженерных задач уже есть.

	
<p style="text-align: center;">Рис. 61 а.</p> <p>Демонстрация складного ротора типичная конструкция для ЛА корабельного базирования. Серийное исполнение</p>	<p style="text-align: center;">Рис. 61 б.</p> <p>Пример поворотных механизмов (винт, двигатели с управляемым направлением тяги, поворотное крыло для уменьшения габаритов)</p>

Рассмотренные варианты решения задачи универсального перемещения по поверхности и в воздушной среде не являются футуристичными. Исторически подтверждено, что форма принципиально новых технических средств, складывалась под влиянием их связи с теми объектами, которые они заменили или к функции которых они были близких [21]. В приведенных вариантах это наибольшее подтверждение находит в концепции «KROSSBLADE» (Рисунок 13б). Рассмотренные выше варианты (14 б, 18 а, 18 б, 19 а, 19 б) можно отнести к концептам, согласно классификации М. Ю. Ершова, В. Ю. Лепешкина, за исключением проекта PAL-V который находится на стадии промышленного образца. Классификатор приведен ниже (Рисунок 62).

Оценка предлагаемого объекта/идеи	Невыполнимо	Концепт-арты			
	Выполнимо, но невыгодно	Концепты			
	Выполнимо и выгодно	Пром. образцы			
Стиль	+	+	+	+	
Конструкция	+	+	+	-	
Материал	+	+	-	-	
Технология	+	-	-	-	
Учет факторов при разработке формы					

Рис. 62.

Классификация изделий промышленного дизайна:

Концепт-Арты, Концепты, Промышленные образцы

Так-же согласно работе М. Ю. Ершова, В. Ю. Лепешкина: «Концепт – это объект, который уже имеет в своем арсенале необходимые конструкторские или технологические решения и его можно реализовать, сохранив при этом все заложенные в него функции; однако до промышленного производства ему необходимо дождаться как минимум «экономической целесообразности», что, к сожалению, происходит не всегда»[20].

### 3.11 Применимые материалы и технологии

Различные материалы характеризуются определенным набором свойств. Если выделить коротко наиболее важные качества, то конструкция транспортного средства должна быть жесткой, легкой, износостойкой, материал технологичный - удобный в обработке, приемлемым по своей стоимости. В Таблице 3 приводится короткий список основных материалов, применяемых в авиационной промышленности, с характеристиками, определяющими механические свойства данных материалов. Твердость определяет способность материалов сопротивляться внешнему воздействию другими материалами, упругость способность восстанавливать свою форму после действия внешней

силы, плотность в общем случае характеризует массу материала относительная твердость и жесткость определяет предпочтительность материалов в конкретном случае, например, Carbon HT обладая высокой твердостью, те отличной способностью сопротивляться механическим нагрузкам, при этом небольшой плотностью, как следствие-весом, имеет удельную твердость примерно в 10 раз превосходящий аналогичный показатель металлов, титана, алюминия или закаленной стали, при изготовлении конструкции летательного аппарата, либо наземного транспортного средства это дает феноменальную экономию в весе конструкции, как следствие потреблении топлива, материала для производства, отличные характеристики удельной полезной нагрузки и тд. [22]

Basic fiber properties and comparison with other materials

Material	Rm, MPa	E, GPa	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>	Rm/ $\rho$	E/ $\rho$
Carbon HT (HS)	3500	160-250	1,8	1940	90-150
Carbon IM	5300	270-325	1,8	2940	150-180
Carbon HM	3500	325-440	1,8	1940	180-240
Carbon UHM	2000	над 440	2,0	1110	200 +
Aramid LM	3600	60	1,45	2480	40
Aramid HM	3100	120	1,45	2140	80
Aramid UHM	3400	180	1,47	2310	120
E glass	2400	69	2,5	960	27
S2 glass	3450	86	2,5	1380	34
Al alloy 7020	400	69	2,7	150	26
Titanium	950	110	4,5	210	24
Hardened steel	1000	205	7,8	130	26

Таблица 3 Сравнение свойств материалов.

Rm- Твердость , E - Модуль упругости (Модуль Юнга),

$\rho$  - Плотность, Rm/ $\rho$  - Удельная Твердость, E/ $\rho$  - Удельная Жесткость

Виды конструкционных материалов оценка преимуществ и недостатков.

В предыдущем разделе был рассмотрен основной перечень материалов, применяемый в авиационной промышленности. Необходимо отметить, что внутри каждой группы материалов есть большой ассортимент обусловленный необходимостью придать какой-либо более выраженный параметр в конкретном условии применения данного материала. Для металлов например,

это наличие сплавов, которые улучшают те или иные качества металла в готовом изделии. Так наличие небольшого количества цинка в алюминии, улучшает коррозионную устойчивость, примесь до 0,8 % углерода в железе сильно влияет на твердость сплава увеличивая ее до 500% (Таблица 4).

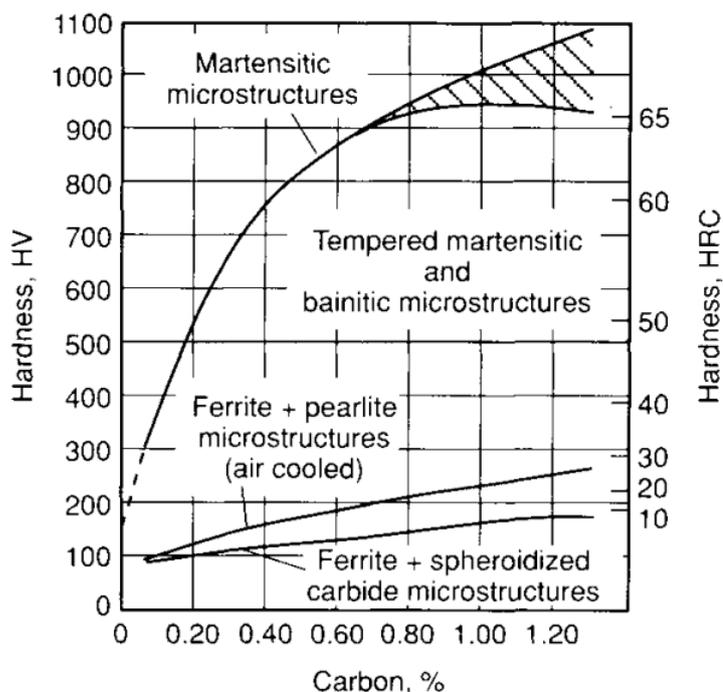


Таблица 4. Зависимость твердости стали от наличия примеси углерода в процентах от общего объема.

Используется до нескольких десятков сплавов металла, чтобы улучшить те или иные свойства, такие как свариваемость, эластичность для использования при изготовлении штампованных заготовок, улучшения литейных качеств, жесткость, твердость, износостойкость, фрикционные качества. Способы технологической обработки, например метод закаливания, приводит к улучшению свойств жесткости, или эластичности в том или ином случае. В итоге наличие материалов с широким ассортиментом качеств дает возможность произвести изделие точно обеспечивающем проектируемый набор характеристик, насколько технологичная и сложная конструкция получается на выходе процесса, продемонстрировано на Рисунке 63, где в качестве примера приведена структуры кузова автомобиля BMW с описанием параметров жесткости применяемых материалов.



В Таблице 5 было приведено несколько параметров характеризующих материал по некоторым основным свойствам, так-же выше отмечалось, сплавы металлов с различными примесями образуют материалы с многообразием свойств. В Таблице 2 конкретизированы свойства некоторых материалов и металлических сплавов, приведены преимущества и недостатки применительно к использованию материалов в конструкциях.

Таблица 2. Основные качества преимущества и недостатки материалов

Наименование Материала	Преимущества	Недостатки
Алюминиевые сплавы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая плотность 2.47 - 2.89 г/см<sup>3</sup></li> <li>2. Хорошие свойства – Rm/ρ, E/ ρ</li> <li>3. Хорошая коррозионная стойкость (за исключением сплавов с Cu)</li> <li>4. Хорошая свариваемость</li> <li>5. Хорошая обрабатываемость</li> <li>6. Хорошая пластичность</li> <li>7. Большой ассортимент полуфабрикатов (лист, стержни, трубы и т. д.)</li> </ol> <p>Большой опыт применения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Приемлемая стоимость</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая твердость -склонность к поверхностным повреждениям</li> <li>2. Высокопрочные сплавы (содержащие медь) требуют дополнительной защиты от коррозии: <ul style="list-style-type: none"> <li>Плакирование – защита поверхности с помощью тонкого слоя чистого алюминия или сплава с хорошей коррозионной устойчивостью</li> <li>Анодирование – формирование поверхностного слоя оксида (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).</li> </ul> </li> <li>3. Опасность электрохимической коррозии из-за контакта с некоторыми металлами</li> </ol>
Сталь	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большой ассортимент полуфабрикатов, доступность.</li> <li>2. Большой опыт применения, наличие технологий.</li> <li>3. Низкая стоимость, применение до 400 °С</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая плотность 7,8 г/см<sup>3</sup></li> <li>2. Низкая прокаливаемость – до 16 мм в диаметре.</li> <li>3. Окисления и ухудшение прочности при высоких температурах.</li> </ol>
Магние-вые сплавы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая плотность (ρ = 1,76–1,99 г/см<sup>3</sup>) - высокая удельная прочность (Rm/ ρ).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая реакционная способность при повышенных температурах</li> </ol> <p>Выше 450 °с быстрое окисление,</p>

	<p>2. В сравнении с алюминиевыми сплавами, низкий уровень снижения прочности при повышении температуры.</p> <p>3. Износостойкость и высокая удельная прочность при вибрационных нагрузках</p> <p>4. Высокая демпфирующая способность (влияние низкого модуля упругости ~47GPa)</p> <p>5. Высокая удельная жесткость при изгибе.</p> <p>6. Высокая удельная теплоемкость</p> <p>7. Очень хорошая обрабатываемость.</p>	<p>выше 620 °с сгорание.</p> <p>2. При плавке и литье – необходима защита от окисления.</p> <p>3. Низкое сопротивление коррозии, сложная антикоррозионная защита.</p> <p>коррозионной серой является воздух, морская вода, также примеси железа, меди, никеля, образующих интерметаллиды.</p> <p>4. Электрохимическая коррозия – при контакте с большинством металлов (алюминиевые сплавы, медные сплавы, никелевые сплавы, стали).</p> <p>5. Низкая пластичность при комнатной температуре - большинство сплавов не могут быть сформированы без нагрева.</p> <p>6. Низкая износостойкость.</p> <p>7. Сложно свариваемый материал.</p>
Титановые сплавы	<p>1. Более низкая плотность (только в сравнении со сталью: <math>\rho = 4,55 \text{ г/см}^3</math>)</p> <p>2. Высокая удельная прочность при температуре 250 – 500 °с, когда сплавы Al, Mg уже не могут быть использованы.</p> <p>3. Высокая прочность при низких температурах.</p> <p>4. Хорошая износостойкость при качественной обработке поверхности.</p> <p>5. Превосходное сопротивление коррозии из-за стабильного слоя из оксида титана</p> <p>6. Хорошая холодная пластичность.</p> <p>7. Низкий коэффициент теплового расширения как следствие низкий</p>	<p>1. Высокие затраты на производство как следствие высокая стоимость (примерно в 8 раз выше по сравнению с Алюминием).</p> <p>2. Высокая химическая активность, выше 500 °с – интенсивная реакция с O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.</p> <p>3. Низкий модуль упругости в сравнении со сталью ( E = 115 гПа против 210 гПа).</p> <p>4. Плохая обрабатываемость.</p> <p>5. Плохая свариваемость.</p> <p>6. Необходимы специальные методы производства (вакуумной плавки и термообработки, производство литья в специальные формы – графитовые пресс-формы и/или керамические</p>

	уровень термических напряжений.	формы со слоем углерода).
Композитные материалы	<p>1. Большой перечень используемых материалов на основе различных связующих (матриц)- (смолы, пластики, металлы, керамики) и волокна-стекловолокно, углеволокно, арамидное волокно и тд, как следствие возможность создания материала с различными свойствами.</p> <p>2. Отличные показатели удельной твердости, упругости (более, чем в 10 раз превосходят показатели металлов).</p> <p>3. Развитие технологии полуфабрикатов – препрегов упрощающих использование.</p> <p>4. Коррозионная устойчивость.</p> <p>5. Формирование интегральных деталей, уменьшение общего количества деталей в конструкции.</p> <p>6. Немагнитные свойства</p> <p>7. Получение деталей сложной формы с высоким качеством поверхности.</p>	<p>1. Высокие механические свойства имеют направленность (анизотропность).</p> <p>2. Низкая ремонтпригодность.</p> <p>3. Относительная сложность технологии применения.</p> <p>4. Относительно небольшой опыт использования данной технологии.</p> <p>5. Низкая ударостойкость.</p> <p>6. Разброс исходных характеристик матрицы и связующего.</p> <p>7. Высокая трудоемкость проектирования и подготовки производства.</p> <p>8. Сложная утилизация.</p>
Сэндвич панели	<p>1. Низкий вес.</p> <p>2. Высокая прочность и жесткость при изгибающих нагрузках.</p>	<p>1. Ограничения в применении по физическим свойствам материала.</p>

#### 2.4 Критерии выбора конструкционных материалов.

В таблице 6 представлен алгоритм выбора материала. Для концепта, прототипа, или серийного образца материал изготовления изделия отличается исходя из свойств конечного продукта. Стоимость и целесообразность выбора материала в зависимости от дизайна продукта, ресурса, рынка сбыта конечного изделия, производственных возможностей и наличия производственных компетенций изготовителя данного изделия.

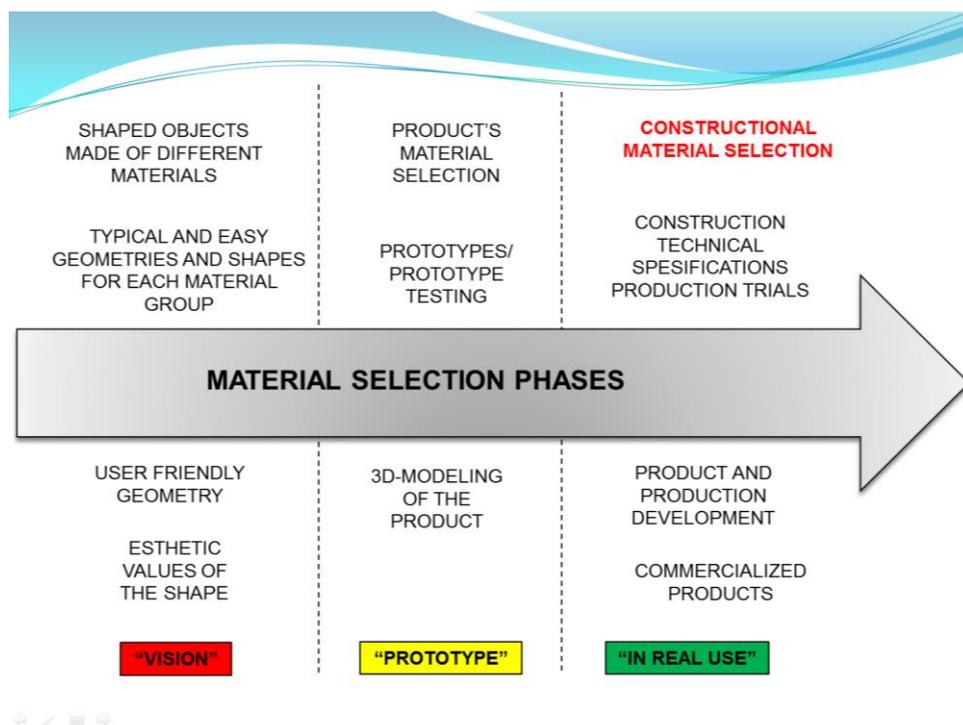


Таблица 6.

Диаграмма выбора материала исходя из предназначения продукта.

Качества материала можно разделить на механические свойства, такие как (прочность, вязкость, упругость, устойчивость поверхности к внешним воздействиям, хрупкость, ударостойкость и т.п. в расчете на единицу массы или удельного веса). Свойства сопротивляемости (например, коррозионной стойкости) материала воздействию рабочей или окружающей среды (температуры, агрессивности среды). Свойства, характеризующие надежность (долговечности, безотказности) материала и конструкций, а также их технической, экологической безопасности в эксплуатации.

Важным параметром также является стоимость материала, технологичность изготовления изделия из данного материала.

Учитывая изложенные параметры, выбор материала является компромиссом, между дизайном изделия, производственными возможностями и технологией и многообразием материалов их свойств, и стоимости (Рисунок 64).

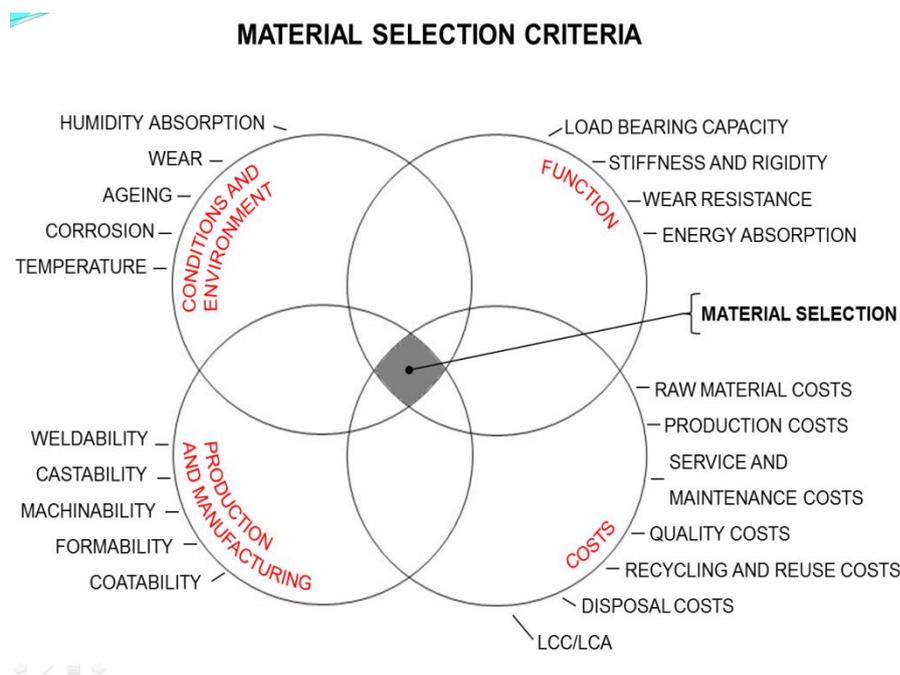


Рисунок 64. Критерии выбора материала.

- 1) Стоимость (складывается из стоимости материала в готовой продукции, стоимости обслуживания, утилизации);
- 2) Технологических свойств (таких как свариваемость или литейные качества, обрабатываемости, качества свойств поверхности и тд );
- 3) Свойств характеризующих износостойкость, коррозионную устойчивость и влияние на окружающую среду;
- 4) Функциональных свойств (жесткости, твердости, устойчивости к рабочим нагрузкам).

Существуют несколько графических технологий селекции материалов, в качестве примера приведена карта определения материала (Рисунок 65).

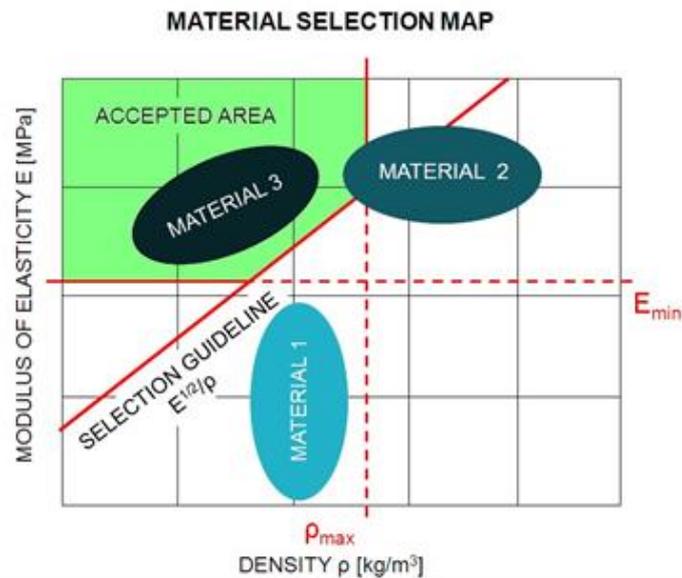


Рисунок 65. Карта отбора материалов.

В данном примере на графике, где по оси абсцисс отмечается плотность материала, а по оси ординат модуль эластичности, устанавливается приемлемая зона, с параметрами материала подходящими для проектируемой конструкции, в предварительные критерии отбора попадают материалы релевантные заданным критериям [24]. Для селекции материала можно использовать анализ по 4 областям (Рисунок 66 а,б)

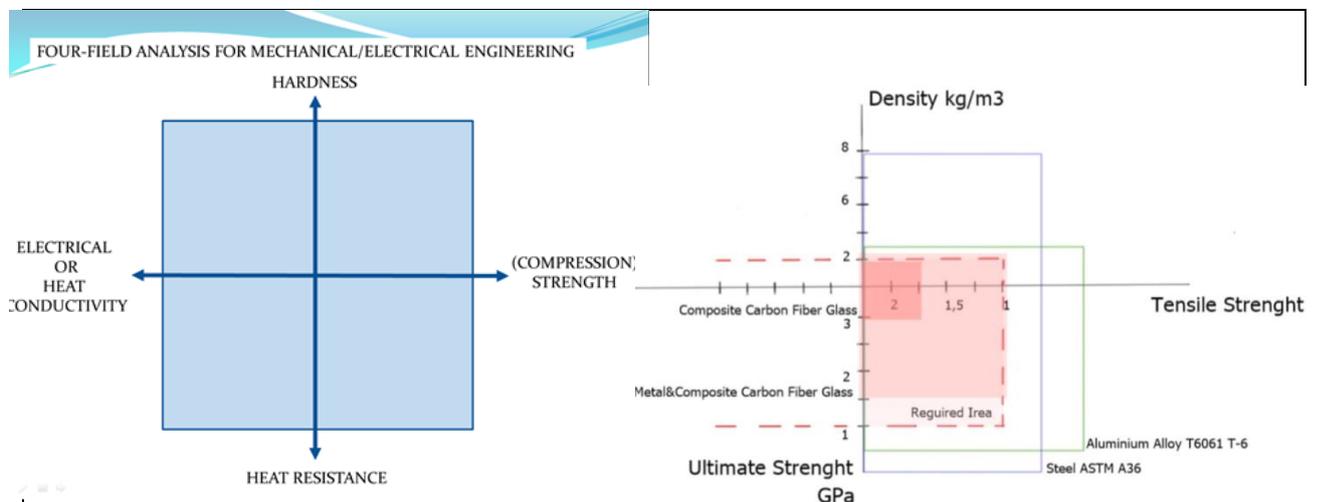


Рисунок 66 а

Для выбора материала используется несколько полей, каждое из которых характеризует определенное свойство материала.

Рисунок 66 б

Пример использования анализа при выборе материала пригодного для использования в качестве баллона для сжатого воздуха

## 2.5 Материалы используемые в транспортной технике.

В автотранспортной и авиационной технике начиная с 20 годов прошлого века происходило замещение небольшого ассортимента широко используемых материалов применяемых в конструкциях таких как древесина, сталь, кожа (для отделки в автомобилях) ткань (для обтяжки несущих поверхностей в авиации) на специализированные материалы с определенными свойствами. Так в Советской авиапромышленности в 30 года прошлого века было создано специализированное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ), были разработаны металлические сплавы на основе алюминия, дюралья, первые композитные материалы на основе древесины и смол. Непрерывно совершенствуются металлические сплавы с уникальными характеристиками. С 40-50 годов прошлого столетия энергичное развитие получили технологии производства пластика. Эти материалы внедряются в производство транспортных средств (Рисунок 67а). С 60 годов 20 века развиваются технологии производства материалов на основе композитных соединений. Доля композитов за последние 30 лет в конструкциях летательных аппаратов значительно выросла. В современном гражданском лайнере она достигает 50 процентов от общей массы (Рисунок 67б) [25].

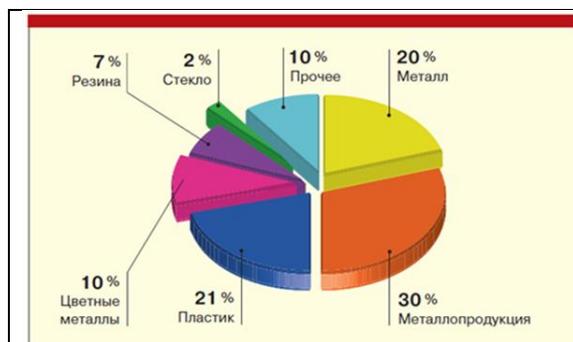


Рисунок 67а

Структура материалов используемых в конструкции современных транспортных средств



Рисунок 67б

Структура материалов используемых в конструкции современных летательных аппаратов на примере конструкции Boeing 787

Предварительное заключение по типам материалов, применение которых возможно и целесообразно в конструкции универсального наземно-воздушного транспортного средства приведено в таблице 7.

Таблица 7. Применение материалов в проекте универсального наземно-воздушного транспортного средства.

Материал	Применение	Примечание
Сталь сплавы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рама (в случае рамного варианта конструкции)</li> <li>2. Элементы шасси и подвески</li> <li>3. Элементы механизмов трансформации испытывающие повышенные нагрузки.</li> </ol>	Используется ограниченно ввиду высокой относительной твердости.
Алюминиевые сплавы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементы обшивки</li> <li>2. Конструкционные элементы не испытывающие больших эксплуатационных нагрузок</li> <li>3. Элементы винтомоторной группы</li> </ol>	
Магниеые сплавы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементы обшивки</li> <li>2. Конструкционные элементы не испытывающие больших эксплуатационных нагрузок.</li> <li>3. Ротор</li> <li>4. Элементы винтомоторной группы.</li> </ol>	Применение аналогично алюминиевым сплавам, но эксплуатационные качества данного материала выше. Стоимость относительно Алюминиевых сплавов выше.
Пластики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Детали интерьера</li> <li>2. Конструкционные материалы не испытывающие больших эксплуатационных нагрузок.</li> </ol>	
Композитные материалы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кузов (бескаркасная конструкция)</li> <li>2. Конструкционные элементы и части испытывающие нагрузки.</li> <li>3. Ротор</li> <li>4. Элементы винтомоторной группы.</li> </ol>	Композитные материалы вследствие лучшего показателя удельной твердости получают все большее распространение в конструктивных элементах, для которых необходима высокая весовая отдача при высоких показателях жесткости конструкции.

	5. Элементы шасси и подвески.	
Сэндвич материалы	<p>1. Элементы обшивки.</p> <p>2. Конструкционные перегородки, части не несущие высоких нагрузок</p> <p>3. Элементы конструкции ротора (наполнение).</p>	Используется ядро в виде сотового наполнителя из алюминиевого сплава или композитного материала и двухсторонняя облицовка из алюминиевого сплава или композита. Существуют технологии формования материала.
Титановые сплавы	<p>1. Элементы конструкции, испытывающие высокие механические нагрузки.</p> <p>2. Элементы винтомоторной группы.</p> <p>3. Элементы шасси и подвески испытывающие нагрузки.</p> <p>4. Элементы механизмов трансформации.</p>	Материал используется ограниченно как замена высокопрочным стальным сплавам как более легкий и с лучшими эксплуатационными показателями. Конечная стоимость деталей изготовленных из титановых сплавов имеет более высокую стоимость относительно деталей из стали.

На рисунке 68 приведена наглядная схема применения материалов в конструкции ТСП.

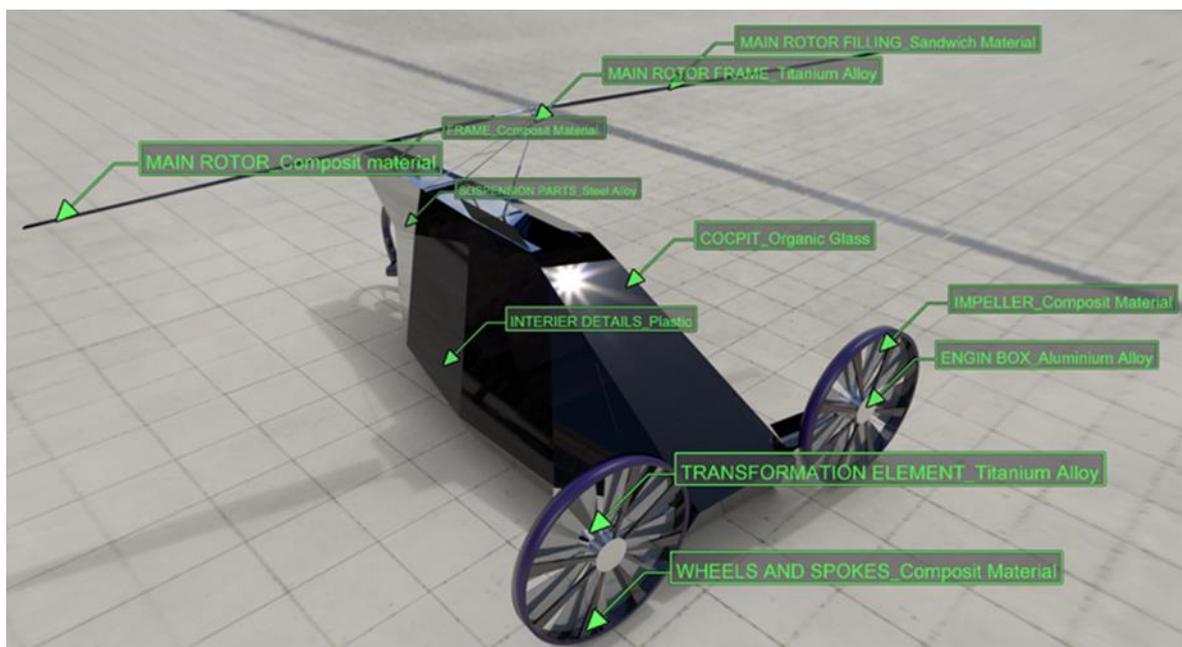


Рисунок 68

## Использование материалов в конструкции ТСП

### 3.12 Эргономика

Транспортное средство спроектировано по схеме трицикл, диаметр передних колес составляет 1022 мм, оси передних колес поворотные, угол поворота 90 градусов, в контур колес вписан многолопастной винт, приводящий в движение транспортное средство при трансформации в ЛА. Заднее колесо имеет диаметр 922 мм и является рулевым во время движения по поверхности (Рисунок 69). Каждое колесо имеет независимый электрический привод. Максимальная длина транспортного средства с ротором в разложенном состоянии 5340 мм, в варианте со сложенным ротором длина составляет 4802 мм. Габариты транспортного средства позволяют разместить па двух пассажиров (один является водителем). Размещение тандемное. Так как более 50% поверхности транспортного средства-остекление, передняя панель и приборный щиток очень низкие, обзор изнутри транспортного средства лучше по сравнению с автомобильным. Посадка осуществляется через боковые переднюю и заднюю двери, которые открываются вверх в положении при сложенном роторе. Транспортное средство предназначено для перемещения в городской среде, и на небольшие дистанции, дальность на одной заправке должна составлять до 500 км. Предполагаемая средняя скорость 50-70 км/ч в режиме наземного городского цикла, 90-120 км/ч вне города, при перемещении в воздухе средняя скорость должна составлять до 170 км/ч. Оборудование транспортного средства должно удовлетворять требованиям комфорта и

безопасности с учетом изложенных предполагаемых условий эксплуатации. Оборудование должно включать комплекс приборов навигации, индикации данных во как время полета, так и в случае эксплуатации на дороге, которая будет выводиться на панель перед пользователем транспортного средства. Управляется данный аппарат джойстиком, через бортовую компьютерную систему, которая интерпретирует данные в управляющие команды аналогичные как при перемещении по земле так и при движении в воздухе.

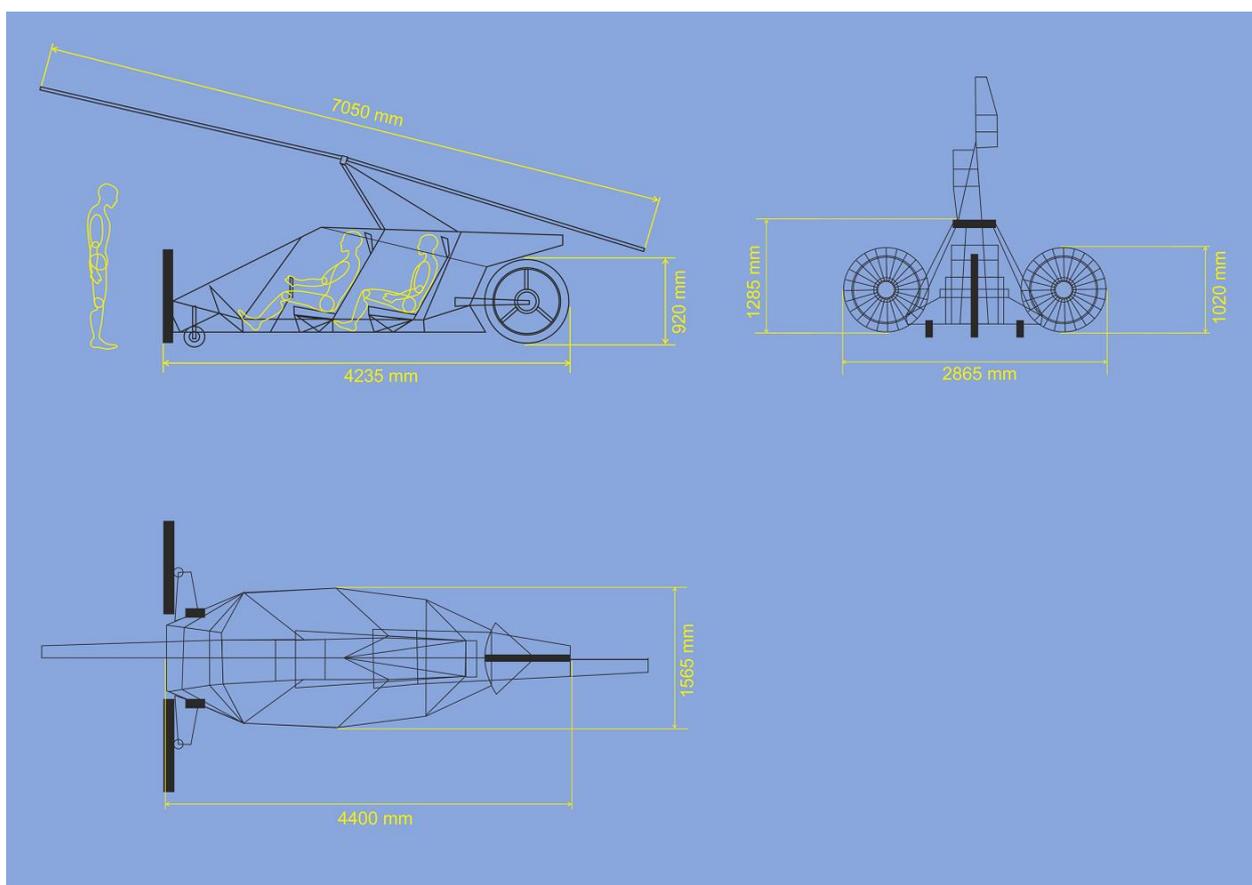


Рисунок 69

Компоновка транспортного средства предполагает внутреннюю раму, которая образует наружные грани, рама изготавливается из композитных материалов карбона или кевлара методом термического формования, изготовление из данных материалов позволяет гарантировать необходимый запас прочности. Перспективной технологией является 3D печать, но на настоящий момент есть ряд технологических ограничений на данный способ. Облицовка состоит из плоских композитных панелей, которые наклеиваются на раму и прозрачного остекления из органического стекла. В передней части электромобиля установлены аккумуляторные батареи, электронное оборудование, органы управления. Мотор-колесо установлено в задней части автомобиля. Заднее колесо поворотное, установлено на горизонтальной вилке, угол поворота колеса

ограничен лучами вилки. Амортизатор наподобие мотоциклетного соединяется одной стороной с вилкой, другой с верхней задней частью рамы электромобиля. Передняя подвеска независимая, средняя ось передних колес выше основания рамы, ось колеса соединена с кузовом элементом подвески, представляющим в переднем плане половину подковы. Передние колеса не поворотные, что дает экономию габаритов по ширине. Кузов в данной комплектации не отапливаемый, предполагает эксплуатацию в диапазоне температур от 5 до 35С. Кузов имеет по две двери с каждой стороны, позволяющий водителю и пассажиру размещенным тандемом свободно занимать и покидать пространство автомобиля в любую сторону. Дверь полностью с внешней стороны прозрачная, с внутренней стороны внизу, примерно 10% поверхности имеет накладку, которая дает объем, на которой зафиксирована рукоятка отпирания двери. Вся фронтальная и передняя часть электромобиля - прозрачная. Приборный щиток небольшого размера за рулевой колонкой, предполагает максимально возможный обзор как вперед вверх, так и вперед вниз-вправо и влево. Передние стекла автомобиля плоские, образуют грань между передним стеклом и двумя передними -боковыми правым и левым, стыки прозрачных секций идут над трубчатой композитной фермой минимально приемлемого диаметра для обеспечения максимально доступного обзора. Два эргономичных кресла облегченной конструкции располагаются тандемом на одном уровне. Задние непрозрачные панели кузова электромобиля на уровне спинки пассажирского (заднего) кресла. Передние колеса конструктивно ввиду большой площади дисков прозрачные, либо велосипедного типа, либо светопрозрачный материал, что делает возможным обзор сквозь диск колеса.

### 3.14 Экспертиза проекта

Актуальной является задача определить, насколько предлагаемая схема является рациональной и реализуемой с точки зрения экспертов проектирующих ЛА. Оценка предложенной схемы произведена в режиме дискуссии специалистами СКБ ФЛА НГТУ.

Были поставлены следующие вопросы:

- 1 Каковы основные требования к форме корпуса летающего автомобиля, автомобиля-автожира.
- 2 Оценка аэродинамических характеристик формы представленного ТСП.
- 3 Работоспособность представленной формы и конструкции.
- 4 Оптимальность рассматриваемой формы с точки зрения технического решения.
- 5 Материалы и технологии изготовления ТСП.

6 Возможность взлета с 3 точек ЛА данной конфигурации. Автожир производит взлет с отрывом переднего колеса, данная конфигурация предполагает другую схему взлета.

7 Диаметр главного ротора при весе аппарата 500 кг и двухлопастной схеме (в данном проекте равен 7 метрам).

8 В предложенном ТСП, вентиляторы в варианте ЛА для придания горизонтальной тяги находятся в контурах передних колес, рационально ли такое решение на уровне концепции?

9 Возможно ли управлять данным ЛА с помощью вектора тяги импеллеров и установочным углом ротора (рамы на которой установлен ротор), исключив тем самым горизонтальные и вертикальные поверхности управляющие?

Оценка проходила в форме презентации материала представленного в виде описания проекта, фрагмента видеоролика описывающего схему трансформации ТСП, презентационного планшета и последующей дискуссии по изложенным вопросам. В отчете изложение ответов на поставленные вопросы. В качестве обзора универсальных транспортных средств были приведены компоновки нескольких действующих ТСП имеющих действующие прототипы, и патентные схемы нескольких ТСП (Рисунки 70 а,б,в,г).



Рисунок 70 а  
Проект Terrafugia2 существует действующий образец первого прототипа данного ТСП.



Рисунок 70 б  
Aeromobil Проект словацких инженеров который выполнил несколько испытательных полетов

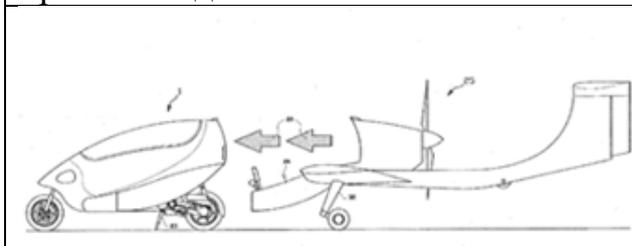


Рисунок 70 в  
Патент US20110163197 A1 Одна из наиболее удачных идей ТСП

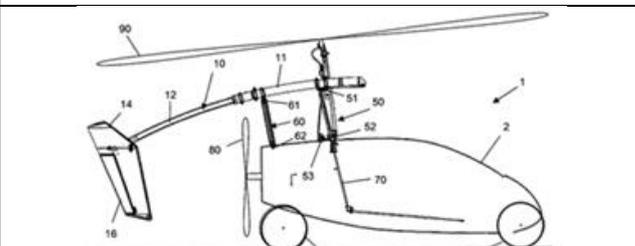


Рисунок 70 г  
Патент KR20140091715A Данное ТСП под названием PAL-V проходит сертификацию и номинировано к продаже в 2017 году

В результате обсуждения подхода к формообразованию ТСП были высказаны следующие рекомендации:

1 На уровне ТЗ необходимо понимание какая функция в проектируемом ТС будет доминировать, иначе говоря каков будет алгоритм использования ТСП, в одном случае ТС будет в основном использоваться как дорожное средство передвижения, а опция перемещения по воздуху вторична и используется например для преодоления сложных участков пути и т. д. (Рисунок 71 а) , либо, в основном средство передвижения используется как летательный аппарат, а опция перемещения по наземной инфраструктуре и дорогам общего пользования, только для перемещения к местам базировки и хранения, непродолжительным поездкам и вторична по отношению к функции перемещения в воздухе (Рисунок 71 б). Выбор сценария эксплуатации влияет на подход в конструировании ТС, усиления определенных характеристик ТС для получения оптимальных эксплуатационных качеств. В контексте поставленной задачи требования к форме корпуса летательного аппарата следующие:

- а) малое сопротивление при движении в воздушной среде;
- б) оптимальные характеристики веса и конструкционной прочности и надежности;
- в) возможность оптимального размещения полезной нагрузки с учетом центровки;
- г) безопасность использования ТСП.



Рисунок 71 а

Транспортное средство оптимально в большей степени для использования в наземных условиях, так как представляет из себя комбинацию традиционного багги и парашюта, который при необходимости и подходящих погодных условиях можно присоединить к кузову.



Рисунок 71 б

В данном трансформируемом средстве передвижения больший акцент на использование в качестве ЛА (функции необходимые данному ТС как летательному аппарату в большей степени выражены, обтекаемые формы, компоновка агрегатов) В качестве наземного ТС не оптимален обзор, посадка в ТС, наличие выступающих узлов.

2 С аэродинамической точки зрения, для летательного аппарата предпочтительны гладкие обтекаемые формы, наименьшее количество выступающих частей, поскольку иное приводит к ухудшению обтекания воздушным потоком корпуса ЛА срыву потока с граней, увеличению сопротивления воздушной среды движущемуся в нем предмету соответственно уменьшению его технических характеристик (данное свойство так-же актуально и для наземных ТС). Чем выше скорость перемещения ТС в среде, тем больше влияет качество поверхности на характеристики сопротивления воздушной среды. Важной деталью компоновки фюзеляжа является размещение узлов, агрегатов и полезной нагрузки (пассажиров, груза, запаса топлива) таким образом, чтобы центровка ТСП была на уровне заданной, при изменении полной массы ТСП. Например, в данной двухместной компоновке, пассажира оптимально разместить в районе центра тяжести, чтобы при перемещении ТСП в воздушной среде, центровка не менялась как при полете одного пилота, так и пилота с пассажиром.

3 Теоретически схема работоспособна, практически принимая все ограничения связанные с безопасной и продолжительной эксплуатацией, учетом технических рекомендаций в схему необходимо внести изменения. Возникает вопрос достаточности стабилизации в вертикальных и горизонтальных плоскостях при использовании в качестве ЛА в связи с отсутствием пассивных средств стабилизации, а именно горизонтальных и вертикальных плоскостей (Рисунок 72 а,б).



Рисунок 72 а

Пример двухместного автожира традиционной компоновки на задней балке размещены горизонтальное и вертикальное оперение для стабилизации и управления ЛА в полете

Рисунок 72 б

В предлагаемом проекте ТСП элементов пассивной стабилизации (горизонтального и вертикального оперения не предусмотрено) направление движение корректируется силой и вектором тяги вентиляторов

В проекте ТСП предполагается активная стабилизация путем использования изменения тяги или вектора тяги импеллеров, но по авиационным стандартам это считается ухудшением характеристик надежности и безопасности т.к. в случае выхода из строя во время работы одного из двигателей система теряет стабильность. Следующие вопросы возникают в связи с использованием винтов вписанных в контуры колес. Два винта вентиляторного типа для аппарата весом около 500-700 кг дадут, теоретически, избыточную тягу, в таких схемах достаточно двухлопастного авиационного винта. Винт является элементом конструкции в ЛА наряду с крыльями (ротором для автожиров) и фюзеляжем (корпусом ТС), которые проходят авиационную сертификацию, иными словами данный элемент подлежит испытаниям на определенный гарантированный срок работы в условиях традиционных для ЛА (полет в воздушной среде, в определенных условиях эксплуатации нормальных для ЛА). Так как данный элемент становится частью конструкции дорожного ТС и эксплуатируется в условиях не типичных для ЛА, а именно повышенная вибрация, близость к источникам загрязнения и т.д., становится непредсказуемым ресурс и надежность поведения данного элемента в воздушной среде. Так-же конструкцией предусмотрено низкое расположение винтов к поверхности, что так-же является крайне нежелательным с точки зрения авиационной эксплуатации. Крайне важно рациональное размещение элементов винтомоторной группы с точки зрения безопасности окружающих (Рисунок 73 а, б). В авиации безопасность эксплуатации является одним из основных критериев оценки конструкции ЛА.



Рисунок 73 а

Пилот слабо защищен от вращающихся частей ВМГ. При летном происшествии, опрокидывании или потери управляемости во время полета, возможны серьезные травмы.

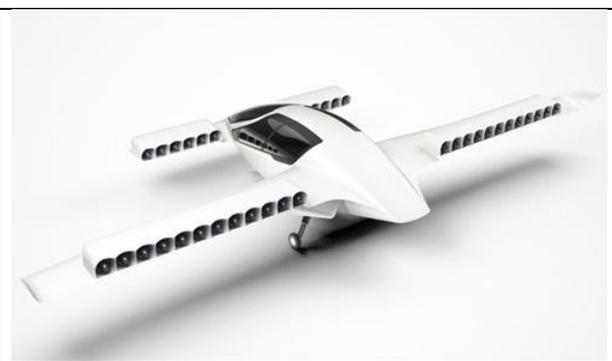


Рисунок 73 б

Один из примеров оптимального размещения двигательной установки с точки зрения авиационной безопасности.

4 При постановки задачи, изготовления промышленного образца исходя из концепции данного ТСП из уровня современных требований к авиационной технике и авиационной безопасности данную форму необходимо переработать, при этом за рамками обсуждения остается возможность

реализации на настоящее время нескольких технических решений заложенных в передоложенном проекте ТСП, например надежный узел поворота передних колес, узел складывания главного ротора. Спорными решениями являются: а) оптимальность формы ТСП, предпочтительна более обтекаемая форма; б) решение разместить винтомоторную установку в обводах передних колес; в) отсутствие пассивных систем стабилизации; г) исходя из технического задания на проектирование, вопроса о режиме использования данного ТСП в большей мере в качестве наземного ТС или ЛА, необходимо учесть при проектировании усиление свойств конструкции в направлении, в котором использование ТС будет преобладать. Из рассмотренных в процессе экспертизы проекта технических решений, оптимальной была признана схема представленная патентом (Рисунок 70 в). Данная модульная конструкция предусматривает отдельную эксплуатацию дорожного транспортного средства и модуль центроплана с винтомоторной группой балкой хвостового оперения с вертикальными и горизонтальными плоскостями, при простановке к которому наземного ТС, получаем возможность перемещения по воздуху, данная схема потенциально обеспечивает оптимальную надежную и безопасную отдельную эксплуатацию данной конструкции как в виде наземного ТС так и в виде ЛА. Вторая схема Aeromobil (Рисунок 70 б), заслужила высокую положительную оценку ввиду оптимальной аэродинамической формы ТСП.

5 Материалы и технологии изготовления ТС зависят от формы, в частности при изготовлении кузова геометрической формы необходимо усиление конструкции ферменной конструкцией, либо предусматривать усиление ребрами жесткости, в то время как при изготовлении кузова обтекаемой формы возможно использование кузова типа монокок из композитных материалов. В целом предложенные материалы соответствуют номенклатуре материалов и технологиям используемым при изготовлении аналогичных ЛА массой до 500-700 килограмм.

6 Данная компоновка допускает взлет с трех точек (в компоновке представленного ТСП, для отрыва передних колес и подъеме корпуса ТСП над поверхностью, при развороте передних колес с импеллером в полетный режим, предусмотрены складные передние шасси, которые выпускаются при влете и посадки).

7 Производителями автожиров и компонентов к ним выпускается определённый ряд роторов, как правило, диаметр ротора для аппарата массой 500-700 кг составляет 800-850 мм, данный типоразмер оптимален с точки зрения опыта конструирования и эксплуатации, однако возможно отклонение от нормы ввиду того, что на летные характеристики ротора влияет несколько параметров, возможно их варьировать. Технически сложным моментом может быть разработка легких и надежных узлов трансформации ротора.

8 Решение реализуемо, но как отмечалось выше, на практике, рекомендуемой мерой является:

- а) Вынос винтомоторной группы из контура колеса;
- б) Использование стандартного двухлопастного винта;
- в) Компоновка винтомоторной группы максимально исключая травму пилота, пассажира или лиц находящихся поблизости от ТС;
- г) Эксплуатацию винта в дорожных условиях исключая вибрацию, загрязнения, механические воздействия.

9 Возможно, но данная компоновка приведет к ухудшению характеристик надежности конструкции, соответственно исходя из требований авиационной безопасности предпочтительно наличие пассивных средств стабилизации и управления данным ТСП в полетном режиме.

10 Эскиз переработанной схемы ТСП:

Приняв во внимание заключение специалистов, в форму для улучшения ее эксплуатационных свойств были внесены следующие изменения:

1. Корпусу ТСП придан более обтекаемый вид;
2. ИмPELLер заменен на двухлопастной винт;
3. Винтомоторная группа вынесена в заднюю часть кузова и поднята над поверхностью.
4. Винтомоторная группа представляет автономную конструкцию и при эксплуатации в качестве дорожного ТС сложена в нишу кузова. Винт при этом так-же находится в сложенном состоянии.
5. Частью элементов раскладной конструкции винтомоторной группы являются плоскости хвостового V образного оперения-элементы пассивной стабилизации ТСП в режиме ЛА.

Рисунок 12 представляет предварительный эскиз переработанной формы ТСП.

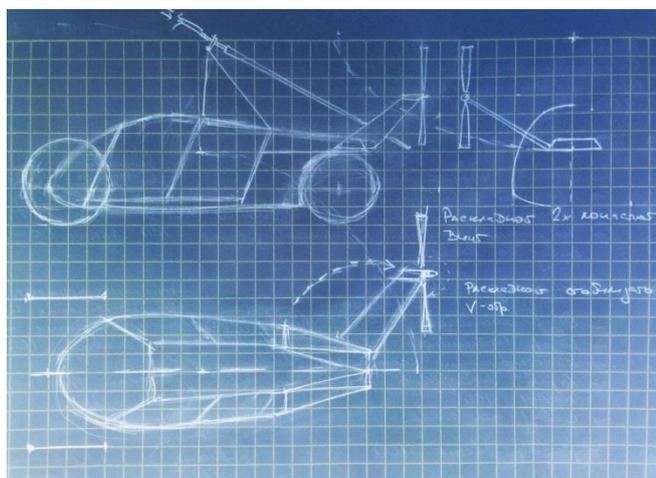


Рисунок 74

Эскиз переработанной в соответствии с рекомендациями формы ТСП

1. В преддипломной практике был произведен анализ формообразования ТСП исходя из оценки действующих образцов и обзора патентов ТСП.
2. Предложена система классификации ТСП по формообразующим признакам.
3. Произведена экспертная оценка концепт арта ТСП специалистами авиастроительной отрасли.
4. Выделены факторы, влияющие на формообразование в связи с ограничениями, накладываемыми на ТСП в связи с определенными режимами эксплуатации.
5. Произведено улучшение формы, учитывающее комментарии специалистов.

### 3.14 Заключение по разделу

1. В разделе был произведен анализ формообразования ТСП исходя из оценки действующих образцов и обзора патентов ТСП.
2. Предложена система классификации ТСП по формообразующим признакам.
3. Произведена экспертная оценка концепт арта ТСП специалистами авиастроительной отрасли.
4. Выделены факторы, влияющие на формообразование в связи с ограничениями, накладываемыми на ТСП в связи с определенными режимами эксплуатации.
5. Произведено улучшение формы, учитывающее комментарии специалистов.

### 3.15 Практическая значимость

1. Система дизайн-проектирования ТСП способствует последовательности разработки формы в зависимости от конструкционных, технологических и аэродинамических требований при проектировании ТСП;
2. В ТСП использовано небольшое количество узлов трансформации, при формообразовании форма ТС и ЛА содержит минимальное количество деталей «смежной» конструкции, что приводит к оптимальным характеристикам веса, конструкционной прочности и надежности, возможности оптимального размещения полезной нагрузки с учетом центровки, безопасности использования ТСП.

### 3.16 Научная новизна

1. На основе анализа формообразования ТСП предложена система классификации ТСП по формообразующим признакам.

2. Определен алгоритм дизайн-проектирования ТСП на основе основополагающей функции передвижения (дорожное СП, летательное СП).
3. Определены факторы, влияющие на формообразование в связи с ограничениями, накладываемыми на ТСП в связи с определенными режимами эксплуатации.
4. При разработке формы учтены характеристики формы и размещение узлов, агрегатов и полезной нагрузки (пассажиры, груза, запаса топлива).

#### 4 Дополнительный раздел

##### 4.1 Экономика. Менеджмент

###### 4.11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

###### 4.12 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. В данном пункте составлен полный перечень проводимых работ, определены исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Для построения линейного графика хронологически упорядоченные данные сведены в таблицу 5.1. Под обозначениями принимаем НР-научный руководитель, И-магистр кафедры ИК ИГПД (далее для расчёта ставки фонда оплаты труда принимается ставка инженера).

Таблица 5.1 Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 10% И – 100%

Разработка календарного плана	НР, И	НР – 30% И – 100%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка системы дизайн проектирования ТСП	НР, И	НР – 30% И – 100%
Проектирование 3D модели ТСП	И	И – 100%
Изготовление макета ТСП	И	И – 100%
Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

#### 4.13 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется опытно статистическим методом, который в данном случае реализуется экспертным способом.

Экспертный способ предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (5.1-a)$$

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{max}$  – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{РД}$ ) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (5.2)$$

где  $t_{ож}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно  $K_{вн} = 1$ ;

$K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ( $K_d = 1-1,2$ ; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_K \quad (5.3)$$

где  $T_{КД}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_K$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле\*

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (5.4)$$

где  $T_{КАЛ}$  – календарные дни ( $T_{КАЛ} = 365$ );

$T_{ВД}$  – выходные дни ( $T_{ВД} = 52$ );

$T_{ПД}$  – праздничные дни ( $T_{ПД} = 10$ ).

$$T_K = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

В таблице 5.2 определена продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (5.1-а). Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента  $K_d = 1,2$ . Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение  $t_{ож} \cdot K_d$ . Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на  $T_K$  (здесь оно равно 1,205). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта.

Таблица 5.2

Продолжительность этапов работ НР-научный руководитель И-инженер

---

\* В формуле он рассчитывается для шестидневной рабочей недели, при пятидневной он больше ( $\cong 1,4$ ).

Продолжительность этапов работ	Исполн.	Продолжительность			Трудоемкость по исполнителям				
		Мин	Макс	Ожид	Рабочие Дни		Календарные Дни		
					НР	И	НР	И	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	5	7	5,8	6,96	0,00	9,74	0,00	
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	3	4	3,4	4,08	0,41	5,71	0,57	
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	15	20	17	2,04	20,40	2,86	28,56	
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	0,50	1,68	0,71	2,35	
Обсуждение литературы	НР, И	3	6	4,2	1,51	5,04	2,12	7,06	
Разработка системы дизайн проектирования ТСП	НР, И	5	7	5,8	2,09	6,96	2,92	9,74	
Проектирование 3D модели ТСП	НР, И	10	15	12	0,00	14,40	0,00	20,16	
Изготовление макета ТСП	И	5	7	5,8	0,00	6,96	0,00	9,74	
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	30	40	34	0,00	40,80	0,00	57,12	
Оформление графического материала	И	15	20	17	0,00	20,40	0,00	28,56	
Подведение итогов	НР, И	2	3	2,4	1,73	2,88	2,42	4,03	
Итого					108,8	18,91	119,93	26,48	167,90

Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям  $T_{КД}$  (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. табл. 5.3.

Таблица 5.3

### Линейный график работ по проекту

Линейный График Работ		Труд-ть К Дни		Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
Задачи	НИ	И	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	
1 Постановка целей и задач, получение исходных данных	9,70	0,00																
2 Составление и утверждение ТЗ	5,70	0,60																
3 Подбор и изучение материалов по тематике	2,90	28,50																
4 Разработка календарного плана	0,70	2,30																
5 Обсуждение литературы	2,10	7,00																
6 Разработка системы дизайн проектирования ТСП	2,90	9,80																
7 Проектирование 3D модели ТСП	0,00	20,10																
8 Изготовление макета ТСП	0,00	9,75																
9 Оформление пояснительной записки	0,00	57,10																
10 Оформление графического материала	0,00	28,60																
11 Подведение итогов	2,40	4,00																

### 5.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего ( $i$ -го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $T_{Общ.}$  – общая трудоемкость проекта;
- $T_{Pi}$  ( $T_{Pk}$ ) – трудоемкость  $i$ -го ( $k$ -го) этапа проекта,  $i = \overline{1, I}$ ;

- $TR_i^H$  – накопленная трудоемкость  $i$ -го этапа проекта по его завершении;
- $TR_{ij}$  ( $TR_{kj}$ ) – трудоемкость работ, выполняемых  $j$ -м участником на  $i$ -м этапе, здесь  $j = 1, m$  – индекс исполнителя, в данной работе  $m = 2$ .

Степень готовности определяется формулой (5.5)

$$CG_i = \frac{TR_i^H}{TR_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TR_{kj}}{TR_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TR_{kjm}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TR_{kjm}}. \quad (5.5)$$

Применительно к таблице (5.2) величины  $TR_{ij}$  ( $TR_{kj}$ ) находятся в столбцах (6,  $j = 1$ ) и (7,  $j = 2$ ).  $TR_{общ.}$  равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета  $TR_i$  (%) и  $CG_i$  (%) на основе этих данных содержится в таблице 5.4.

Таблица 5.4  
Накопление готовности проекта

Накопление готовности				
Расчет накопления готовности проекта		Трудоемкость по исп РД		
Этап		Рабочие Дни		Готовность проекта в %
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	6,96	0	5,01
2	Составление и утверждение ТЗ	4,08	0,408	8,25
3	Подбор и изучение материалов по тематике	2,04	20,4	24,41
4	Разработка календарного плана	0,504	1,68	25,98
5	Обсуждение литературы	1,512	5,04	30,70
6	Разработка системы дизайн проектирования ТСП	2,088	6,96	37,22
7	Проектирование 3D модели ТСП	0	14,4	47,59
8	Изготовление макета ТСП	0	6,96	52,60
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	0	40,8	81,99
10	Оформление графического материала	0	20,4	96,68
11	Подведение итогов	1,728	2,88	100,00
Сумма по столбцам		18,912	119,928	1

## 5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);

- прочие (накладные расходы) расходы.

### 5.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Сюда же включены расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Они оцениваются в размере 5% к отпускной цене закупаемых материалов. Расчет приведен в табл. 5.5

Таблица 5.5  
Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Печать планшета А0 2 шт	400	2	800
Печать пояснительной записки (А4)	5	120	600
Изг-е 3D модели (печать) М1:15	4500	1 шт.	4500
Приобретение планшета Vasom	5000	1 экз.	5000
Итого:			10900

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны  $C_{\text{мат}} = 10900 * 1,05 = 11\,445$  руб.

### 5.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ устанавливаются соответствующей документацией.

Среднедневная тарифная заработная плата ( $ЗП_{\text{дн-т}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 20,91 \quad (5.6)$$

учитывающей, что в году 251 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 20,91 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе)<sup>†</sup>.

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до

<sup>†</sup> В 2015 году, в другие годы эти цифры могут несущественно отличаться от указанных.

целого взяты из таблицы 5.2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:  $K_{ПР} = 1,1$ ;  $K_{доп.ЗП} = 1,188$ ;  $K_p = 1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$ . Вышеуказанное значение  $K_{доп.ЗП}$  применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае  $K_{и} = 1,592 \cong 1,62$

Таблица 5.6  
Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	936,97	18,91	1,699	30 103,05
И	9043,7	432,50	119,93	1,62	84 030,11
Итого:					114 133,16

### 5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.  $C_{соц.} = C_{зп} * 0,27$ . В данном случае  $C_{соц.} = 114 133,16 * 0,27 = 30 815,95$  руб.

### 5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э} \quad (5.7)$$

где  $P_{об}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$  – время работы оборудования, час.

Для ТПУ  $Ц_{э} = 5,782$  руб./квт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ( $T_{РД}$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{РД} * K_t \quad (5.8)$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{рд}$ , определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение  $t_{об}$  путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C \quad (5.9)$$

где  $P_{ном.}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности  $K_C = 1$ .

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 5.7

Таблица 5.7

Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$ , час	Потребляемая мощность $P_{об}$ , кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ , руб.
Персональный компьютер	959,44*0,7	0,3	1164,97
Итого:			1164,97

## 2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{ам} = \frac{N_A * C_{об} * t_{рф} * n}{F_d}, \quad (5.10)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{об}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или

фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку  $C_{AM}$ . Для ПК в 2016 г. (251 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять  $F_d = 251 * 8 = 2008$  часа;

$t_{pф}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения  $N_A$  необходимо обратиться к информации содержащей постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». В нем рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования  $\equiv C_A$ . Для ПК это  $2 \div 3$  года.<sup>‡</sup> Необходимо задать конкретное значение  $C_A$ , например, 2,5 года. Далее определяется  $N_A$  как величина обратная  $C_A$ , в данном случае это  $1 : 2,5 = 0,4$ .

В данной работе стоимость ПК 45000 руб., время использования 959,44 часа, тогда для него  $C_{AM}(ПК) = (0,4 * 45000 * 959,44 * 1) / 2008 = 8600,55$  руб. Итого начислено амортизации 8600,55 руб.

#### 5.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 100 руб./день.

Время пребывания в командировке составило 2 календарных дня (с учетом дней приезда и отъезда); оплата проживания в гостинице 700 руб./день\*1 день = 700 руб. (основные расходы за счет принимающей стороны); оплата проезда в обе стороны – 1400 руб.; аренда специальных приборов – 850 руб.; почтовые расходы – 0 руб.; консалтинговые услуги – 0 руб. Итого по данному пункту  $C_{нр} = (2 - 1) * 100 + 700 + 1400 + 850 + 0 + 0 = 3050$  руб.

---

<sup>‡</sup> Если актуальный тип основных средств в приложении отсутствует, следует обратиться к полному тексту постановления, его дополнительные адресные реквизиты «от 1.01.2002 г. № 1 в редакции от 10.12.2010 г.»

### 5.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

В данном проекте составили:

$$C_{\text{проч.}} = (10900 + 114\,199,95 + 30\,815,95 + 1164,97 + 7244,09 + 3050) \cdot 0,1 = 16\,737,49 \text{ руб.}$$

### 5.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Формообразование Трансформируемых средств передвижения»<sup>§</sup>.

Таблица 5.8

Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	10900
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	114 133,16
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	30 815,95
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1164,97
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	7244,09— 8600,55
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	3050
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	16 737,49
Итого:		185 468,91

Таким образом, затраты на разработку составили  $C = 185\,468,91$ руб.

### 5.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.). Ввиду

<sup>§</sup> Тема условная

уникальности рынка рассматриваемого проекта, низкой конкуренции в данном направлении, а так-же перспективности сегмента, обозначим норму прибыли по данному проекту как 50 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 92 734,45 руб. (50 %) от расходов на разработку проекта.

### 5.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это  $(185\,468,91 + 92\,734,55) \cdot 0,18 = 278\,203,36 \cdot 0,18 = 50\,076,60$  руб.

### 5.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 185\,468,91 + 92\,734,55 + 50\,076,60 = 328\,280,06 \text{ руб.}$$

## 5.3 Оценка экономической эффективности проекта и срока окупаемости проекта

Ввиду того, что разработка является концептуальной схемой и не нацелена на коммерческое использование в прогнозируемые сроки, оценка экономической эффективности и срока окупаемости проекта не корректна.

### 5.3.1 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (5.14)$$

где  $I_{\text{НТУ}}$  – интегральный индекс научно-технического уровня;

$R_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака научно-технического эффекта;

$n_i$  – количественная оценка  $i$ -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 5.9  
Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Ri
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	00,4
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	00,1
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	00,5

Таблица 5.10  
Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – $n_1$	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 5.11  
Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – $n_2$	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10

Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 5.12

Возможность реализации результатов по времени

Время реализации – $n_3$	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов  $R_i$  равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу  $[0, 10]$ .

В таблице 5.13 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле (5.14).

Таблица 5.13

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Для используемого в пособии примера частные оценки уровня  $n_i$  и их краткое обоснование даны в таблице (5.14).

Таблица 5.14  
Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Новая	5	В ряду ТСП новая система
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Описание способа формообразования
0,5	Время реализации	От 5 до 10	4	Актуальная проблема современности, ведется несколько проектов, прогноз по срокам реализации до 10 лет

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{НТУ}} = 0,4*5 + 0,1*6 + 0,5*4 = 2 + 0,6 + 2 = 4,6$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 5.14, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта [26].

#### 4.2 Социальная Ответственность

В данном разделе ВКР рассмотрены следующие аспекты:

Анализ возможных вредных и опасных факторов, возникающих при дизайн проектировании ТСП;

Анализ комплекса нормативных требований к ТСП, включающий:

2.1 Требования к разработке ТСП;

2.2 Требования к сертификации и эксплуатации ТСП;

2.3 Требования к экологической безопасности при утилизации ТСП.

Целью раздела является изучение оптимальных норм, обеспечивающих повышение производительности труда, производственную безопасность сотрудников, сохранение хорошего самочувствия работника в течении

рабочего дня, улучшение условий труда при разработке ТСП, безопасное производство, эксплуатацию и утилизацию ТСП.

#### 4.21 Производственная безопасность

В данном разделе анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации ТСП.

Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

Таблица № 5.15

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по проектированию и эксплуатации ТСП.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
ТСП сертификация, эксплуатация		1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы.	1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» (с изменениями на 11 июля 2016 года).  2. Воздушный кодекс Глава V. Воздушные суда  Статья 37. Сертификация гражданских воздушных судов, авиационных двигателей и воздушных винтов [27]

<p>ТСП сертификация, эксплуатация</p>	<p>1. Физические перегрузки: статические; динамические.</p> <p>2.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>3.Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</p> <p>4.Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>5.Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>6. Повышенный уровень вибрации;</p>		<p>1.Воздушный кодекс Глава V. Воздушные суда</p> <p>Статья 37. Сертификация гражданских воздушных судов, авиационных двигателей и воздушных винтов</p> <p>2. Состав воздуха - СанПиН 2.2.4.1294-03, ГН 2.2.5.1313-03 [28];</p> <p>2.Сертификат экологической безопасности Евро-4</p> <p>4. Параметры микроклимата - СанПиН 2.2.4-548-96 [28];</p> <p>5. Уровень шума – ГОСТ 12.1.003–83 [28].</p>
<p>ТСП проектирование</p>	<p>Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>Повышенный уровень шума на</p>	<p>1.Электрический ток</p>	<p>1. Параметры микроклимата - СанПиН 2.2.4-548-96 [28];</p> <p>2. Состав воздуха - СанПиН 2.2.4.1294-03,</p>

	<p>рабочем месте;</p> <p>Повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p>Повышенная или пониженная ионизация воздуха;</p> <p>Повышенный уровень электромагнитных излучений;</p> <p>Отсутствие или недостаток естественного света;</p> <p>Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>Повышенная яркость света;</p> <p>Прямая и отраженная блескость.</p>		<p>ГН 2.2.5.1313-03 [3];</p> <p>3. Электромагнитные излучения - СанПиН 2.2.4.3359-16,</p> <p>СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 [28];</p> <p>4. Освещенность - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [28];</p> <p>5. Уровень шума – ГОСТ 12.1.003–83 [28].</p>
--	--	--	--

Не представляется возможным в рамках данной главы детально описать все факторы риска и угрозы, возникающие в процессе производства, эксплуатации и утилизации ввиду:

1. Наличия большого количества компонентов из разнородных материалов;
2. Сложности трудоемкости и разнородности процесса производства;
3. Большого количества факторов риска, возникающих в процессе эксплуатации.

Рассмотрим опасный фактор связанный с наземной эксплуатацией ТСП определяемый по ГОСТ 12.0.003-74 как: «Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы».

Для контроля и уменьшения влияния данного фактора на эксплуатантов ТСП предусмотрена процедура испытаний, терминология которых стандартизирована и включена в ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»

В целом технические требования к безопасности ТС описываются Технический регламентом Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» (с изменениями на 11 июля 2016 года).[28]

Ниже приведен перечень стандартов в результате применения которых обеспечивается соблюдение требований о безопасности колесных транспортных средств:

1. ГОСТ Р 52388-2005 «Мототранспортные средства трех- и четырехколесные. Устройства освещения и световой сигнализации. Технические требования».

2.ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний».

3.ГОСТ Р 51266-99 «Автомобильные транспортные средства. Обзорность с места водителя. Технические требования. Методы испытаний».

4.ГОСТ Р 50993-96 «Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности».

5.ГОСТ Р 52031-2003 «Автомобили легковые. Системы очистки ветрового стекла от обледенения и запотевания. Технические требования. Методы испытаний».

6.ГОСТ Р 52032-2003 «Автомобили легковые. Системы очистки и омывания ветрового стекла. Технические требования. Методы испытаний».

7.ГОСТ Р 52422-2005 «Автомобили грузовые и прицепы. Системы защиты от разбрызгивания из-под колес. Технические требования и методы испытаний».

СТБ 2022-2009 Автомобили грузовые и прицепы. Системы защиты от разбрызгивания. Технические требования и методы испытаний

8.ГОСТ Р 52853-2007 «Автомобили легковые. Устройства для защиты от выбросов из-под колес. Технические требования».

9.ГОСТ 29205-91 «Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от электротранспорта. Нормы и методы испытаний».

10.ГОСТ Р 51832-2001 «Двигатели внутреннего сгорания с принудительным зажиганием, работающие на бензине, и автотранспортные средства полной массой более 3,5 т, оснащенные этими двигателями. Выбросы вредных веществ. технические требования и методы испытаний».

11.ГОСТ Р 52389-2005 «Транспортные средства колесные. Массы и размеры. Технические требования и методы испытаний» СТБ 1877-2008 Транспорт дорожный. Массы и размеры. Технические требования и методы испытаний дополнительные.

Большой риск в эксплуатации ТСП возникает связи с возможностью ДТП в наземных условиях (столкновение на дороге). Для этого предусматривают жесткую конструкцию. При этом рамы и несущие кузова в лабораторных условиях испытывают для определения их жесткостных и прочностных характеристик под действием статических и динамических нагрузок, вызывающих изгиб и кручение несущей системы. Автомобильные рамы и несущие кузова подвергают дорожным испытаниям для определения их прочности и жесткостных характеристик в условиях комплексного воздействия изгибающих нагрузок и крутящих моментов.

При разработке любого автомобиля большое внимание уделяется его активной и пассивной безопасности. В случае активной безопасности главной целью является недопущение аварии за счет улучшения характеристики управляемости. К числу таких средств относятся системы ABS, курсовой устойчивости, активного головного освещения и многие другие. Пассивная безопасность обеспечивает защиту водителя и пассажиров автомобиля непосредственно при ДТП.

К числу основных средств пассивной безопасности сегодня можно отнести:

Особую конструкцию кузова, которой предусматривается деформация в определенных направлениях и поглощение энергии удара в случае столкновения;

Средства вывода из строя отдельных конструктивных элементов, которые могут представлять угрозу. Например, защита водителя при ДТП может обеспечиваться за счет вывода из строя рулевой колонки и педального узла при сильном ударе.

Средства, позволяющие снизить травматизм при аварии. Так защиту пассажиров в случае ДТП могут обеспечивать ремни и подушки безопасности, подголовники и т.д.

В разных автомобилях все эти средства могут использоваться в разных комбинациях. Самым простым и, по статистике, самым эффективным средством защиты пассажиров при ДТП являются ремни безопасности. Особенно возросла их эффективность с появлением преднатяжителей и инерционного механизма. Такие ремни при авариях спасают в среднем до 70

% человек, в то время как для подушек этот показатель составляет в среднем около 20 %.

Наибольшую эффективность демонстрирует совместное использование средств пассивной безопасности. Так, по результатам исследований, эффективность подушек безопасности, возрастает в несколько раз, если пассажиры и водитель в момент ДТП были пристегнуты ремнями.

#### 4.22 Экологические требования

Актуальна тема экологических требований при эксплуатации и утилизации транспортных средств. Стоит отметить, что в современных транспортных средствах, для материалов пригодных для эксплуатации после повторной переработки в некоторых случаях доводят до 95 %. Так-же наблюдается устойчивая тенденция к переходу на более жесткие стандарты выброса CO<sub>2</sub> в атмосферу (ужесточение норм Евро) и возрастающий интерес к электрическому транспорту (во многих странах ЕЭС и ЮВА правительства энергично стимулируют приобретение электромобилей).

Как пример работы по увеличению доли экологически чистой утилизации частей ТС можно привести переработку автомобильной резины. Запасы отработавших (изношенных) автомобильных шин оцениваются в 25 млн т при ежегодном приросте не менее 7 млн т. Из этого количества в мире только 23% отработавших шин находят применение (экспорт в другие страны, сжигание в целях получения энергии, механическое измельчение для покрытия дорог и др.), а оставшиеся 77% не утилизируют из-за отсутствия рентабельного способа утилизации. Отработавшие шины хранят легально и нелегально как на полигонах/свалках, предназначенных исключительно для отработавших автошин, так и на смешанных полигонах/свалках с другими отходами. Это очень опасно, так как на подобных полигонах/свалках возникают пожары, которые трудно потушить из-за хорошей воспламеняемости шин. Уровень переработки отработавших шин в различных странах колеблется в пределах от 10%-15% до, почти 100% в Германии, Японии и скандинавских странах. Средний уровень переработки отработавших шин в государствах - членах ЕС составляет 82%. В связи с запретом в государствах - членах ЕС на складирование отработавших шин и отсутствием достаточного места для их хранения возник вопрос о способах их утилизации. Например, во Франции 18% отработавших шин сжигают, 21% измельчают в крошку, 11% используют в парках, портах и т.д., для 46% находят возможность восстановления, остальные размещают бесконтрольно. В Японии сжигают около 65%-70% отработавших шин, в Германии - 45%-50%, в Великобритании - 30%. В США 115 млн отработавших шин используют в качестве топлива. Согласно американским данным, теплота сгорания одной шины типичной пассажирской автомашины эквивалентна теплоте сгорания 26,5 л нефти. Применяемая в качестве топлива дробленая автомобильная резина дает на 10%-16% больше тепла, чем каменный уголь.

Также отработавшие шины используют при строительстве автомобильных дорог. Кроме того, дороги огораживают шумозащитными стенами, построенными из смеси цемента и измельченной шинной резины. Около 34 млн шин перерабатывают в поверхностные покрытия и другие подобные продукты. Как показывает мировой опыт обращения с отработавшими шинами, для эффективного решения проблемы их утилизации необходимо принятие специальных законодательных актов как на государственном, так и на местном уровне. Здесь примером может послужить развитие законодательной базы в США, где 48 штатов приняли соответствующие законодательные акты. В течение примерно 11 лет в США действовал закон, требовавший введения в асфальтобетонные дорожные покрытия до 20% отработавших шин. В развитых странах в государственном масштабе разрабатывали законодательные акты, в которых предлагалось с производителей и продавцов шин взимать специальный налог, сумма которого зависит от массы шины. Система экономического стимулирования переработки отработавших шин за счет налогов на покупку шин введена в Австрии, Швейцарии, Германии, скандинавских странах. Средства, полученные за счет взимания налогов, аккумулируют в специальных фондах, после чего направляют на финансирование НИОКР и поддержку фирм, занимающихся переработкой отработавших шин. В США и Западной Европе широко практикуется система государственных грантов на разработку новых перспективных технологических процессов и оборудования. Результатом стало увеличение объемов переработки отработавших шин в государствах - членах ЕС с 38% в 1992 г. до 63% в 2000 г., а средний уровень продаж восстановленных шин достиг 46%. При этом была реализована специальная программа увеличения объемов восстановительного ремонта шин (в первую очередь - шин большегрузных автомобилей и авиационных шин) и производства резиновой крошки, а также прекращения вывоза отработавших шин на полигоны/свалки отходов. [28]

Приведем некоторые стандарты описывающие подход в утилизации материалов используемых в деталях ТС и ЛА (Таблица 5.16).[28]

Таблица 5.16 Стандарты утилизации

Материал	Наименование стандарта	Стандарт
Техническая резина	Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин	ГОСТ Р 54095-2010
Полимеры, композиционные материалы	Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов	ГОСТ Р 54533-2011 (ИСО 15270:2008)

Титановые сплавы, алюминий, дюраль.	«Лом и отходы цветных металлов и сплавов»	ГОСТ 1639-2009.
Транспортные Средства	Настоящий стандарт устанавливает общие требования к технической документации по утилизации (далее - ДУ) автомобильных транспортных средств (далее - АТС).	ГОСТ 31969-2013

#### 4.23 Анализ рабочего места дизайнера при проектировании ТСП

Оборудованием является персональный компьютер, при помощи которого выполняется разработка дизайна медицинского прибора «ЭКГ-Экспресс». Объектом исследования является рабочее место дизайнера ЭВМ. В рабочую зону входит: рабочий стол, кресло и персональный компьютер (ПК).

Деятельность дизайнера, согласно [41], можно классифицировать как механизированную форму физического труда в системе «человек - машина» по недетерминированному процессу. Тип дизайнерской деятельности – оператор-технолог. По медико-физиологической классификации тяжести и напряженности труда, работа оператора ПЭВМ в условиях рабочего помещения проектной организации относится к I-й категории – работа выполняется в оптимальных условиях труда при благоприятных нагрузках. Подкатегория работ – Ia, т.к. работа выполняется сидя и сопровождается незначительным физическим усилием.

Однако и в вышеописанных условиях присутствуют элементы производственной среды, формирующие негативные факторы. К этим элементам относятся: электромагнитных полей (диапазон радиочастот: ВЧ, УВЧ и СВЧ), инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др. в соответствии с [29].

Опишем условия для создания нормальных условий труда, а также рассмотрим вредные факторы производственной среды и предложим средства защиты от них или меры по снижению их вредного воздействия до значений, допускаемых нормативно-правовыми актами субъектов РФ и государственными и международными стандартами.

#### 4.24 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на самочувствие и работоспособность человека. Отклонение параметров микроклимата приводит к нарушению теплового баланса.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и

снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата.

Требования к микроклимату на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ, согласно [29,31], определяется согласно ГОСТ 12.1.005-88 [29]. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в соответствии с временем года и категорией работ, приведены в Таблице 5.17.

Таблица 5.17

Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Температура окружающих поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая, не более		Оптимальная, не более	Допустимая
Холодный	Категория 1а	22-24	21-25	40-60	75	21-25	0,1	Не более 0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	22-28	40-60	55 (при 28°С)	22-26	0,1	0,1...0,2

В зимнее время в помещении должна действовать система отопления, спроектированная и функционирующая согласно СНиП 41-01-2003. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения расход свежего воздуха, должен быть обеспечен согласно Таблице 5.18.

Таблица 5.18

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20 - 40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup> на человека	Естественная вентиляция

Для подачи в помещение воздуха должны использоваться системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция.

В аудитории восемь рабочих мест, восемь компьютеров, на каждого человека предоставляется приблизительно два метра пространства, соответственно объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м<sup>3</sup>/на одного человека в час должен быть не менее 30 [30]. Для обеспечения, нормы микроклимата, используются организационные методы – проветривание каждые два часа и технические средства - кондиционирование воздуха [30].

#### 4.25 Прямая и отраженная блесккость

Окраска мебели и помещений должна создавать благоприятные условия для зрительного восприятия.

Источники света (светильники и окна), отражающиеся от поверхности экрана, значительно ухудшают зрительное восприятие знаков и влекут за собой негативные последствия физиологического характера - зрительное напряжение. Отражения от ИС должны сводиться к минимуму, например, при помощи штор (ИС-окно).

Отделка помещения выполнена в светло серых цветах. Помещение имеет окно, которое выходит на север. Пол серый, поглощает избыточное отражение от других поверхностях. В таблице 5.19 проведено сравнение поверхностей аудитории на коэффициент отражения по нормам [30]. КО определён на основе тона поверхности.

Таблица 5.19

## Коэффициент отражения поверхностей аудитории

Поверхность помещения	Норма [5]	Коэффициент отражения (КО)
Потолок	50-60%	Примерно 40%
Пол	25%	15%
Стены	30-40%	40-50%
Мебель	20-30%	10-20%

По данным таблицы можно сделать вывод что потолок и стены имеют одинаковый коэффициент отражения, что не соответствует нормам (потолок должен быть светлее чем стены). Для решения проблемы необходимо выполнить потолок в более белом цвете с КО = 70%, так как его высота превышает 2.5 метра по указаниям в [30]. КО мебели, потолка, пола - удовлетворяет представленным нормам

## 4.26 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Свет – один из важнейших факторов внешней среды, оказывающий разностороннее биологическое действие на организм и играющий важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата (определяет зрительную работоспособность), на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Согласно [29], освещение рабочего места является самым важным из внешних факторов, влияющих на работника и его производительность.

Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение [30].

КЕО представляет собой отношение естественной освещенности в данной точке помещения (e) к одновременно замеренной горизонтальной

освещенности на открытом месте (E), выраженной в процентах. Для определения КЕО необходимо измерить освещенность на самом удаленном от окна рабочем месте и снаружи в защищенной от прямых солнечных лучей точке. Измерение производится в одно и то же время, рассчитывается процентное отношение по формуле 1.

$$\text{КЕО} = e/E \cdot 100\% , \quad (1)$$

В соответствии с пп. 7.22 и 7.23 настоящих норм (СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение) - коэффициент естественного освещения (КЕО) в жилых помещениях 0,5 0,75 %. Минимальный КЕО в классах, библиотеках, читальных залах, врачебном кабинете, в классах рисования, ручного труда и в лабораториях должен быть не менее 1,25% [31].

Угол падения показывает под каким углом падают лучи света на данную горизонтальную поверхность (стол); ясно, что чем больше угол, тем значительнее освещенность.

Согласно СНиП 23-05-95 в помещения вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения [39].

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование [29]. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

#### 4.27 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции в первую очередь ЦНС человека и сердечно-сосудистой системы. Следовательно, шумовая нагрузка на слуховые органы работника должна быть не больше значений, установленных в [30] и приведенных в таблице 5.20.

Таблица № 5.20 Нормы допустимых уровней шума

Помещения	Уровни звукового давления L (эквивалентные уровни звукового давления $L_{\text{ЭКВ}}$ ) в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука $L_A$ и эквивалентные уровни звука $L_{A\text{ЭКВ}}$
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций и научно-исследовательских институтов	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Уровень шума на рабочем месте пользователя не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА [39]. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы [32]. Следует отметить, что максимальный шум современного компьютера не превышает 45 дБА. Можно говорить о соблюдении норм в выбранной аудитории, так как по степени громкости всех работающих ПК, не превосходит уровня 50 дБА.

#### 4.28 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные излучения несет вред на иммунную систему человека. Чем длительнее человек находится в окружении ЭМИ, тем сильнее поражается защитная способность организма. Это проявляется частыми

инфекционными заболеваниями, низкой стрессо- и работоустойчивостью. Повышается риск развития аллергических реакций.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в таблице 5.21.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч (мощность эффективной дозы гамма-излучения), а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100мВт/м<sup>2</sup> [33].

Таблица 5.21 – предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) <sup>2</sup> × ч	По магнитной составляющей, (А/м) <sup>2</sup> × ч	По плотности потока энергии (мкВт/см <sup>2</sup> ) × ч
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	х
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	х
30 - 50 МГц	800,0	0,72	х
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	х
300 МГц - 300 ГГц	х	х	200,0

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха [34].

#### 4.29 Экологическая безопасность

Загрязнения окружающей среды делятся на:

физические, в которые входят вибрации, шумы, различные виды излучения, химические: токсичные газы, пары, ионы тяжелых металлов, углекислый газ.

В рамках выполнения ВКР серьезных воздействий на атмосферу и гидросферу отсутствуют.

Негативное воздействие на окружающую среду (литосфера) возможно в случае утилизации частей ПК. Вышедшие из строя ПК и оргтехника

относятся к IV классу опасности и подлежат специальной утилизации: вывозу и переработке [35].

В ходе работы над проектом возникает необходимость утилизировать использованные картриджи от принтеров и бумажные отходы.

Утилизация бумажных отходов. Бумажные отходы передаются в соответствующие организации для переработки во вторичные бумажные изделия.

Утилизация комплектующих ПК и картриджей. Объекты утилизации должны передаваться государственным организациям (или организациям, занимающихся переработкой отходов), которые осуществляют вывоз и уничтожение отходов.

Утилизация пластмасс. Утилизация технологических отходов УПС и АБС-пластика происходит методами литья под давлением, экструзии и прессования. АБС-пластики марки 2020 подвергается вторичной переработки методом экструзии [65].

#### 4.30 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятные чрезвычайную ситуацию можно выделить пожар и стихийные явления. Для того чтобы предотвратить возникновения ЧС по причине человеческого фактора, следует соблюдать технику безопасности при работе за ЭВМ. Если ЧС произошла, следует придерживаться требований безопасности в аварийных ситуациях.

##### Требования безопасности в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации на рабочем месте работающий с персональным компьютером обязан работу прекратить, отключить электроэнергию, сообщить руководителю и принять меры к ликвидации создавшейся ситуации.

В случае возникновения пожара отключить компьютер от электросети, вызвать пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

При получении травм или внезапном заболевании устранить воздействие повреждающих факторов, угрожающих жизни и здоровью пострадавших, организовать первую доврачебную помощь или вызвать скорую медицинскую помощь, сохранить, по возможности, обстановку на месте происшествия, сообщить о случившемся руководителю [29].

##### Пожар

Помещение по пожарной безопасности относится к категории В - пожароопасное, в нём находятся твёрдые сгораемые материалы и вещества.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 3-й степени огнестойкости. Возможные причины пожара: перегрузка в электросети, короткое замыкание, разрушение изоляции проводников. Класс помещения по пожарной опасности относится к П-Па, так как в этом помещении идет обработка информации с помощью ЭВМ [30].

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации (Рисунок 1.5.1), порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу. Для тушения токоведущих частей и электроустановок огнетушитель ОУ-2.

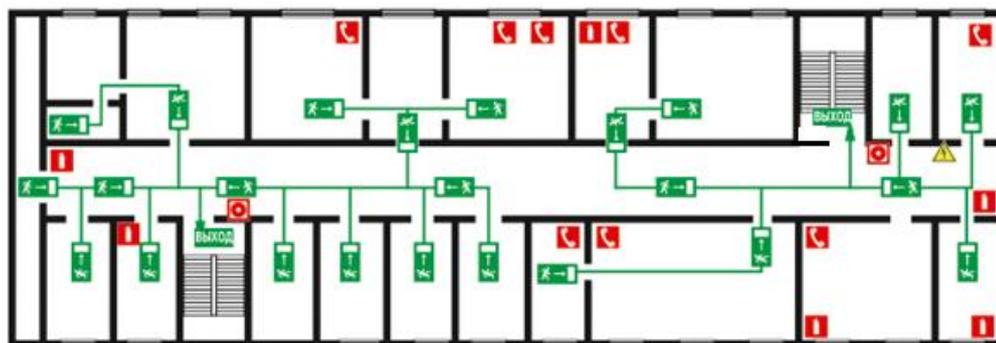
Параметры огнетушителя: объем - 2 л; масса заряда - 1 кг; выход заряда - 8 сек; огнетушащая способность - 13В (0,40); габариты - 315\*220\*220 мм; масса с зарядом - 4,5 кг.

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000В, жидких и газообразных веществ (класс В, С).

Огнетушители не предназначены для тушения загораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий), такими огнетушителями нельзя тушить дерево.

Рекомендуется периодически проверять массу заряда - не реже одного раза в два года. Суммарная масса огнетушителя определяется прибавлением к ней массы CO<sub>2</sub>, указанной на этикетке или в паспорте. Необходимо проводить перезарядку и переосвидетельствование баллона через 5 лет. Диапазон рабочих температур от от -40°С до +50°С [30,35].

На рисунке 5.22 представлен план эвакуации при пожаре и других ЧС



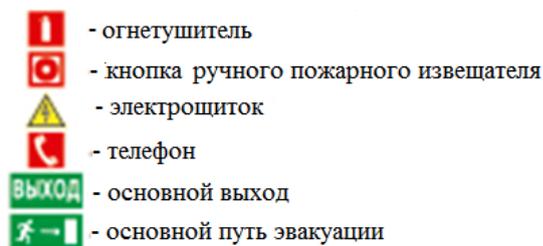


Рисунок 75

## План эвакуации людей при пожаре и других ЧС

(первый этаж)

На каждом этаже здания размещаться по два переносных огнетушителя. Огнетушители располагаться на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м [35]. Первые средства пожаротушения в коридорах, не препятствуют безопасной эвакуации людей.

### 4.31 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться, перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника.

Организация выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы, в случаях, предусмотренных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещены дискриминация по любым признакам, а также принудительный труд.

Российское законодательство установило контроль за выбросами в соответствии с [48].

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации [48], в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

#### 4.32 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Элементами рабочего места дизайнера ПЭВМ являются: стол и кресло. Основным рабочим положением дизайнера является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление работника. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще - расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

Схема организации рабочего места [39,40,41,42,43] оператора ПЭВМ показана на рис.76.

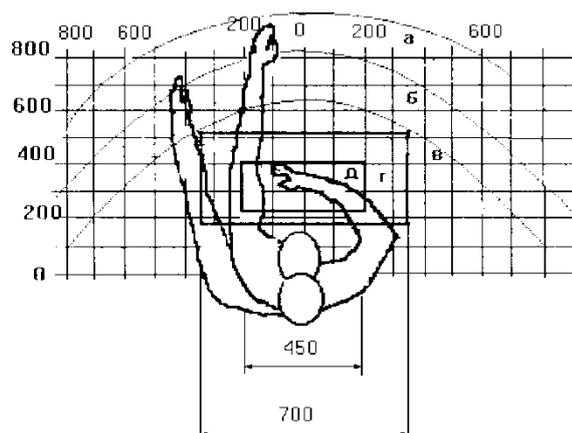


Рисунок 76 Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

- а - зона максимальной досягаемости,
- б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке,
- в - зона легкой досягаемости ладони,
- г - оптимальное пространство для грубой ручной работы,
- д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Рассмотрим оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

Дисплей размещается в зоне, **а** (в центре).

Клавиатура - в зоне **г/д**.

Системный блок размещается в зоне **б** (слева).

Документация: в зоне легкой досягаемости ладони - **в** (слева) - литература и документация, необходимая при работе.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПК, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм.

#### 4.3 Заключение по разделу

В разделе 4 рассмотрены два блока:

1. Экономика и Менеджмент, в результате которой проведена работа по расчету временных затрат по проекту дизайн-разработки ТСП, определена цена разработки, а так-же оценка научно технического уровня разработки и уровня новизны.
2. В разделе социальная ответственность рассмотрены факторы риска, возникающие при проектировании, эксплуатации, утилизации ТСП, приведены государственные нормативы, регулирующие деятельность в данной области.

## 5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Stirling Matheson. A History of the Flying Car. Complex// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.complex.com/sports/2013/06/a-history-of-the-flying-car> // (дата обращения: 05.04.2017).
2. Davin Coburn. A Short History Of The Flying Car. Popular Science// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.popsci.com/cars/article/2013-06/> // (дата обращения: 08.04.2017).
3. Archimoto.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arcimoto.com/>, свободный (дата обращения: 24.03.2016).
4. Ankorinvest.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ankorinvest.ru> (дата обращения: 23.03.2016).
5. Smart-lab.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://smart-lab.ru> (дата обращения: 25.03.2016).
6. Greenlaunches.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.greenlaunches.com/>, свободный (дата обращения: 25.03.2016).
7. Terrafugia.com Сайт разработчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.terraugia.com/>, свободный (дата обращения: 12.01.2017).
8. Aeromobil.com Сайт разработчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aeromobil.com/> (дата обращения: 10.01.2017).
9. Pal-v.com Сайт разработчика [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://pal-v.com/> (дата обращения: 10.01.17).
10. Krossblade.com Сайт разработчика [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.krossblade.com/> (дата обращения: 09.01.17).
11. Патент США № US3056564 А, 14.12.1959. Daniel R Zuck. Roadable airplane [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим доступа: <https://www.google.com/patents/US3056564> // (дата обращения: 10.04.2017).
12. Патент США № US3261572 А, 14.05.1964. Gorton Carl E. Triphibious vehicle [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим доступа: <https://www.google.com/patents/US3261572> // (дата обращения: 12.04.2017).
13. Патент США № US6619584 В1, 11.03.2002. Robin Haynes. Road/air vehicle [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим доступа: <https://www.google.com/patents/US6619584> // (дата обращения: 12.04.2017).
14. Патент США № US7931230 В2, 11.10.2005. Jan Willem Dan Bakker. Personal land and air vehicle [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим доступа: <https://www.google.com/patents/US7931230> // (дата обращения: 11.04.2017).
15. Патент США № US 20110163197 А1, 29.11.2010. Rainer Farrag. Flight unit that can be coupled to a road vehicle having single-file seating [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим доступа: <https://www.google.com/patents/US20110163197> // (дата обращения: 12.04.2017).
16. Патент США № US 7188803 В2, 18.10.2004. Masatsugu Ishiba. Vertical take-off and landing aircraft [Электронный ресурс] // Google Patent. – Режим

- доступа: <https://patents.google.com/patent/US7188803B2//> (дата обращения: 16.04.2017).
17. Nasa.gov [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nasa.gov>, свободный (дата обращения: 11.06.2016).
18. Михайлов С., Кулеева Л. Основы дизайна / С. Михайлов, Л. Кулеева. – М., 2002
19. Motor.ru [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.motor.ru/>, free (accessed date: 25.10.2015).
20. И.А. Лепешкин, М.Ю. Ершов КЛАССИФИКАЦИЯ КОНЦЕПТ-АРТОВ И КОНЦЕПТОВ В ТРАНСПОРТНОМ ДИЗАЙНЕ // УДК 658.512.23: 629.01 - с.39
21. М. С. Кухта, В. И. Куманин, М. Л. Соколова, М. Г. Гольдшмидт Промышленный Дизайн.-Издательство ТПУ, 2013.-33 стр.
22. Aircraft materials: учебное пособие для студентов вузов / doc. Ing. Josef Klement, CSc.
23. Половинкин В. Н. Перспективные конструкционные материалы. В.Н.Половинкин, засл. деятель науки РФ, д.т.н., проф. / Atom Week -2015 №1
24. Material Selection and Manufacturability Aspects of Energy Technology Applications: учебное пособие для студентов вузов / Prof. Harri Eskelinen.
25. Viam.ru/ [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.viam.ru> свободный (дата обращения: 20.03.17).
26. Конотопский В.Ю. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» учебное пособие для студентов вузов, магистерских диссертаций для всех специальностей ИК - Издательство ТПУ 2015
27. Федеральное Агентство Воздушного [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://favt.ru//>, свободный (дата обращения: 24.03.2017).
28. Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru//>, свободный (дата обращения: 26.04.2016).
29. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / С. В. Белов. — 4-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Базовый курс. — Бакалавр. Углубленный курс. — Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2440.pdf>
30. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.

31. Беспалов, Валерий Иванович. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 4-е изд. — Москва: Юрайт, 2016. — 508 с.: ил. — Университеты России. — Библиография в конце лекций. — Предметный указатель: с. 505-507.
32. Давыдов, Борис Ильич. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 177 с.: ил.: 21 см.
33. Авраамов, Ю. С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Авраамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. — Москва: Изд-во МГИУ, 2002. — 232 с.: ил. — Это важно знать!. — Библиогр.: с. 227-231.
- 6.-34 Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с.: ил. — Библиогр.: с. 316-317.
35. Беляков, Геннадий Иванович. Охрана труда и техника безопасности [Электронный ресурс] : учебник для прикладного бакалавриата / Г. И. Беляков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2016. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Прикладной курс. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Электронная копия печатного издания. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-89.pdf>
36. ГОСТ EN 894-1-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления.
37. ГОСТ EN 894-3-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.
38. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.
39. ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин.
40. ГОСТ Р ИСО 6385-2007. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем.
41. ГОСТ Р ИСО 9241-4-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 4. Требования к клавиатуре.
42. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора.

43. ГОСТ Р ИСО 9241-7-2007. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 7. Требования к дисплеям при наличии отражений.
44. ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком.
45. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.
46. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
47. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
48. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
49. ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка Жизненного Цикла. Принципы и структура.