

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей
(наименование)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы
(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка мини дома на колесах «Прицеп-дача» для автомобиля
LADA X-Ray

Студент

А.Д. Лыков
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Дипломная работа на тему «Разработка мини дома на колесах «Прицеп-дача» для автомобиля LADA X-Ray» включает в себя расчет и конструкторское проектирование устройства модуля автомобильного прицепа, эксплуатируемого совместно с автомобилем LADA X-Ray. Актуальность темы связана с увеличением числа транспортных средств, задействованных в качестве автодомов и передвижных кемперов, используемых в путешествиях. Для этих транспортных средств требуется разработать планировку внутреннего оснащения дома-прицепа на колесах и рассчитать основные тягово-экономические параметры такого сочлененного транспортного средства.

В дипломной работе был произведен обзор имеющихся конструкций автомобильных домов-автоприцепов, включая выпускаемые автомобильными компаниями. Выполнен расчет силовых и прочностных параметров автоприцепа, произведен расчет тяговых характеристик автомобиля.

Произведена разработка технологии проведения сборочных работ проектируемого автодома и составлен маршрут сборки.

Проведен анализ безопасности и охраны труда при испытании транспортных средств.

В экономической части произведен расчет затрат при производстве конструкции и обоснована целесообразность данного проекта.

Abstract

The final work on the topic "Development of a mini caravan "Trailer-home" for the LADA X-Ray car" includes the calculation and design of the device of the car trailer module, operated in conjunction with the LADA X-Ray car. The relevance of the topic is associated with an increase in the number of vehicles used as motorhomes and mobile campers used in travel. For these vehicles, it is required to develop a layout for the internal equipment of a trailer house on wheels and calculate the main traction and economic parameters of such an articulated vehicle.

In the thesis, a review of the existing designs of automobile caravans, including those produced by automobile companies, was made. The calculation of the power and strength parameters of the trailer has been carried out, the traction characteristics of the vehicle have been calculated.

The technology for carrying out the assembly work of the designed motorhome was developed and the assembly route was drawn up.

The analysis of safety and labor protection when testing vehicles has been made.

In the economic part, the calculation of costs for the production of the structure was made and the feasibility of this project was substantiated.

Содержание

Введение	5
1 Концепция объекта дипломного проектирования	7
2 Основные типы и виды автомобильных домов	17
2.1 Обитаемый модуль (автодом)	17
2.2 Фургон (camper van)	19
2.3 Кемпер-траки (truck camper)	26
2.4 Автоприцеп-трейлер (caravan)	29
3 Конструкторский раздел дипломного проекта	39
3.1 Тяговый расчет автомобиля с учетом сцепленного с ним прицепа-автодома	39
3.2 Расчет параметров конструкции автомобильного прицепа	51
4 Технологический процесс сборки автодома	54
4.1 Разработка конструкции и планировки автодома	54
4.2 Технологический процесс сборки автодома на базе автоприцепа МЗСА	58
5 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования	64
5.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля	64
5.1.1 Активная безопасность	64
5.1.2 Пассивная безопасность	65
5.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности	67
5.3 Стандарты проведения краш-тестов	69
6 Экономическая часть	72
Заключение	74
Список используемых источников	76
Приложение А Графики тягового расчета	82

Введение

Целью дипломного проекта является разработка автодома на базе автомобильного прицепа, эксплуатируемого совместно с автомобилем LADA X-ray.

Развитие тематики жилых модулей на базе транспортных средств берет свое начало из Соединенных Штатов, где они являются частью американской культуры и символом кочевого образа жизни, идущего со времен освоения континента первыми переселенцами. Однако в России тоже можно встретить людей, которые путешествуют и проводят в автодомах значительную часть своего времени. В России имеется огромный туристический потенциал, связанный с преодолением больших расстояний, а также наличием больших рекреационных туристических зон, где ощущается недостаток туристической инфраструктуры, способной обеспечить приемлемый уровень комфорта. В совокупности это делает производство автомобильных домов весьма привлекательным с потребительской точки зрения.

В дипломной работе был произведен анализ различных типов автомобильных домов и жилых модулей, а также произведен анализ их сильных и слабых сторон. Был рассмотрен вопрос создания автомобильного прицепа для автомобилей повышенной проходимости и кроссоверов, под размещение на нем жилого модуля, обеспечивающей комфортное размещение и пребывание нескольких человек длительное время.

В работе производится расчет параметров безопасности труда при производстве и проектировании автомобильного дома и расчет экономической эффективности объекта дипломного проектирования.

Целью экономического обоснования будет являться расчетное подтверждение эффективности проведенной модернизации автомобиля. Основной целью расчета будет являться определение предельной цены конечного продукта – автодома. Рынок автодомов в России проходит стадию

развития, в отличие от рынка Северной Америки и Европы, поэтому конкуренция среди отечественных производителей невысока, но основными игроками выступают производители из за рубежа.

Также, стоит учитывать, что данная модернизация не является массовой и относится к категории мелкосерийной, что также найдет свое отражение как в формировании цены на конечный продукт, так и в расчета затрат на его производство.

1 Концепция объекта дипломного проектирования

В дипломном проекте необходимо разработать проект мини-дома на колесах, который используется как прицеп. По сути, данная конструкция будет являть тем, что в западной литературе описывается и называется термином «караван». Поэтому, для определения и формирования понятий, необходимо определить, что именно следует считать автомобильным домом, а что – караваном.

«Разница между караваном и автодомом возникает из природы их конструкции. Караван-это готовый дом, который требует транспортные средства, чтобы буксировать его в поездках. Он спроектирован так, чтобы быть занятым как дом и в зависимости от его размера содержит спальные помещения, удобства для омовения и приготовления пищи. Вы можете взять фургон для краткосрочного пребывания, поскольку можете буксировать его до места отдыха, а затем передвигаться на своем автомобиле, используя жилой блок по ночам, а после буксировать его обратно к своему дому. Необходимо принять во внимание вес и размер каравана перед покупкой, так как некоторые караваны настолько огромны, что не каждый автомобиль сможет буксировать такую технику. Не смотря на все достоинства, вам может быть трудно найти места, чтобы оставить караван, чтобы провести ночь с семьей. В наши дни караваны доступны со всеми современными удобствами, такими как кондиционер, душ, туалет и холодильник, помимо обычных спальных и сидячих мест.» [19]

«Автодом - это автомобиль, построенный на грузовом, автобусном или легковом шасси и предназначенный для использования в качестве автономного жилого помещения для рекреационных поездок. Как правило, существует разделение между кабиной и жилыми помещениями позади, которые содержат спальное место, умывальник и кухонные принадлежности. Тем не менее, что для буксируемых караванов, что для интегрированных

кемперах в России используется единый термин «автодом». Правила эксплуатации дома на колёсах» [1]

«Прежде чем отправиться в путешествие, надо убедиться в наличии прав на управление подобным автопоездом. Если его вес до 3,5 т, достаточно наличия водительского удостоверения правами категории «В». В противном случае у водителя должны быть права «С» и «Е».» [12]

«Особого внимания заслуживает техническое обслуживание. Оно должно полностью отвечать требованиям, предъявляемым к транспортным средствам. Также надо своевременно пополнять запасы воды и выполнять уборку внутреннего помещения. Отработанная вода должна собираться в специальном баке, а затем выливаться в канализационную канаву.

При наличии в доме на колёсах биотуалета следует своевременно выполнять его очистку. Делается это на специализированных стоянках, имеющих специальные выгребные ямы. Для поддержания работоспособности отопительной системы, системы горячего водоснабжения и холодильника следует своевременно пополнять запасы газа.» [19]

«В настоящее время на рынке существует четыре класса автодомов: класс А, Класс В, класс В+ и класс С. Класс В+ автодомов вырос в популярности в последнее десятилетие, что делает его относительно новым гибридом автодома. Каждый класс имеет свои плюсы и минусы. В зависимости от уровня комфортабельности такие машины делятся на 3 группы:

- класс А, роскошный;
- класс В, альковный;
- класс С, компактный.

Именно класс автодома и определяет уровень оснащения, а также ценовой диапазон машины.» [1]



Рисунок 1 – Автодом на базе грузовика

«Представители А класса - роскошные дома на колесах отличаются большими габаритными размерами и высочайшим уровнем комфорта.

Одним из самых больших автодомов является разработка компании «Anderson Mobile Estates», которая представляет собой дорогую гостиницу. Конструкторы оснастили дом на колесах всем необходимым для проживания современного человека. Те, кому посчастливилось путешествовать в таком автомобиле, убеждаются в его исключительности. Дом на колесах «Anderson Mobile Estates» очень популярен у богатых людей нашей планеты. Путешествовать в нем не только приятно, но и безопасно. Наличие современной системы видеонаблюдения предоставляет водителю

уникальную обзорность в 360°. Стоимость роскошного автодома достигает 2 млн. долларов» [37]

«К А классу относится передвижной дом из Америки «Fleetwood RV Discovery». По желанию заказчика производитель моделирует внутреннее пространство надстройки. Автодом оснащен мощным силовым агрегатом (380 л. с.), благодаря которому это транспортное средство преодолевает даже труднопроходимые места.» [37]

«Альковные автодома имеют спальные места, которые расположены над кабиной шофера. Внутреннее пространство таких домов на колесах может быть самым разнообразным. Одной из новинок в классе В стала немецкая модель

«Winnebago Itasca Navion». Даже путешественники с большим стажем впечатлены внутренним содержанием автокемпера. Необычно выглядит автодом из Германии и снаружи. Единственным недостатком

«Winnebago Itasca Navion», характерным и для многих представителей этого класса, остается уязвимость алькова при движении по лесным дорогам. Ветви деревьев портят краску, ухудшая внешний вид автодома. Мощный мотор (188 л. с.) позволяет достигать высоких скоростей, но производитель рекомендует воздерживаться от проведения гонок на трассе.» [37]

«Яркий представитель В класса – кемпер «Jayco Seneca» 37 TS. Отличительной чертой данной модели становится необычайная выносливость, корни которой находятся в турбодизельном 340-сильном двигателе. Однако проводить испытания мощности на заснеженных или промокших проселочных дорогах не рекомендуется. В автокемпере имеется 3 отдельных выхода, много багажных отсеков, камер наблюдения и генератор производительностью 8000 кВт электричества.

Самыми доступными для большого числа автопутешественников становятся дома на колесах С класса. Автокемперы данного класса имеют

компактные размеры, достаточно скромное оснащение и низкую стоимость.»
[1]

«Автодом «Fleetwood RV Tioga Ranger DSL» удачно сочетает комфорт и низкую цену. Длина кемпера составляет 6 м. Машина оснащена двигателем мощностью 188 л. с.

Еще одним компактным автодомом в классе С является «Birstner Brevio». Машина наделена характеристиками обычного авто. Отличительной чертой Brevio является не только компактность авто, но и гибкость, несвойственная фургонам. В жилой зоне создана уютная атмосфера, позволяющая путешественникам полностью расслабиться.

Многие дома на колесах сделаны с учетом особенностей отдыха клиентов.

Автодом «Evan» выпускается фирмой «Dethleffs» (рисунок 2). В нем можно передвигаться каждый день, используя дом на колесах, как мобильный офис. Эта модель получила высочайшую Европейскую награду за инновационный подход.» [37]



Рисунок 1.2 – Автодом «Evan» фирмы «Dethleffs»

Наиболее ранние образцы домов на колесах известны с тридцатых годов XX века. Образцы того времени полностью соответствуют своему наименованию и действительно похожи на настоящие дома, установленные на автомобильные шасси, рисунок 3 .



Рисунок 1.3 – Кемпер 1929 г.

Настоящий бум производства трейлеров и автодомов пришелся на послевоенное время. Пиком стали 70-е года XX века, когда в Европе и Америке наблюдался повышенный спрос на транспортные средства подобного вида. Примером европейского транспорта может являться Ханомаг-Хеншель Орион, рисунок 4



Рисунок 4 – Автодом Ханомаг-Хеншель Орион, 1970-е годы

Но настоящей родиной автодомов оставались США, где и по сей день производится большинство известных видов домов на колесах. Типичные образцы, характерные для XX века представлены на рисунках 5 и 6.



Рисунок 1.5 – Автодом Dodge Travco, 1970 г



Рисунок 6 – Автодом GMC Motorhome, 1973 г

Также весьма распространены, особенно в Европе, компактные кемперы на базе легковых автомобилей. Подобное решение продиктовано во-первых, простотой подбора донора и его сравнительной доступностью. Во-вторых, легковые автомобили сравнительно просто доработать и европейские компании не испытывают проблем с получением сертификата на подобную доработку. Примером такого кемпера может служить сверхкомпактный дом на колесах, ограниченной серией производимый компанией Фиат, рисунок 7.



Рисунок 7 – Кемпер на базе автомобиля Фиат Добло

Около 85% домов на колесах, производимых в США, производятся в штате Индиана. Согласно официальных данных Industry Association, эта отрасль имеет ежегодный оборот только в штате Индиана в размере 32,4 млрд. долларов США, и обеспечивает 126140 рабочих мест и 7,8 млрд. долларов США в виде заработной платы.

«Индустрия автомобилей для отдыха в Элкхарте является частью большой сети компаний, связанных с транспортным оборудованием, включая производителей грузовых прицепов и производителей специализированных автобусов, которые получают продукцию из одних и тех же цепочек поставок. Индустрия пошла на удары по американским тарифам на сталь и алюминий и другим пошлинам на запчасти RV, сделанные в Китае, от сантехники до электронных компонентов и виниловых чехлов на сиденья.

Повышение цен, связанное с тарифами, вынудило производителей переложить некоторые из возросших затрат на более высокие цены на RV, что, в свою очередь, привело к снижению продаж.

Поставки автофургонов дилерам упали на 22% в первые пять месяцев 2019 года по сравнению с аналогичным периодом прошлого года после падения на 4% в 2018 году.» [36]

«Несмотря на то, что наиболее распространенным видом использования RV является временное жилье во время поездок, некоторые люди используют RV в качестве своего основного места жительства. В Соединенных Штатах и Канаде путешествие на юг каждую зиму в более теплом климате называют сноубордингом . В Австралии сленговым термином для пенсионера, который путешествует на автомобиле для отдыха, является «серый кочевник».

Некоторые владельцы устанавливают солнечные панели на крыше своего RV.» [36]

«Использование RVs распространено на сельских фестивалях, таких как Burning Man .

Меры по снижению влажности в RV аналогичны мерам, применяемым для квартир, которые включают аэрацию и вентиляцию в сочетании с отоплением. Также может помочь приготовление пищи и сушка одежды на открытом воздухе. Следует отметить, что дополнительная теплоизоляция редко является практическим решением для RV, так как редко бывает достаточно места, чтобы сделать изоляцию достаточно толстой, чтобы предотвратить конденсацию и связанный рост плесени.» [27]

В рамках дипломной работы будет производиться разработка компактного кемпера на базе серийно производимого автомобильного прицепа МСЗА, который предполагается использовать вместе в автомобилем Lada X-Ray.

2 Основные типы и виды автомобильных домов

2.1 Обитаемый модуль (автодом)

Автомобильный дом (автодом, автобус), является одним из видов самоходных рекреационных автомобилей (RV), который предлагает жилые отсеки в сочетании с двигателем автомобиля.

«Автодома являются частью гораздо большей ассоциированной группы подвижных домов, которая включает в себя караваны, также известные как туристические, и статические караваны. Всеобъемлющая терминология «мобильный дом» охватывает все аспекты отрасли: от караванных парков, торговых представительств, производителей, праздничных парков до огромных вспомогательных услуг для сектора.» [36]



Рисунок 8 – Тип каретного кузова на транспорте Hymer

Основной особенностью автодома является возможность монтажа его на шасси практически любого транспортного средства. Разумеется, наиболее подходящими для этого будут являться транспортные средства рамной

конструкции, поэтому для модернизации очень часто выбираются автобусы повышенной проходимости и легкие грузовики, рисунок 9, рисунок 10.



Рисунок 9 - Автодом класса С, установленный на легкий грузовик ФрейтлайнерСплинтер(слева) и шасси автомобиля Форд Е (справа)



Рисунок 10 – Автодом Deslex Alkov

Создание автодома в привычном понимании относится к 1910 году, когда компания по производству автомобилей Pierce-Arrow представила модель Touring Landau на американском автосалоне, проводимом в Мэдисон Сквер Гарден . Во время Второй мировой войны производство автомобильных домов было остановлено. Возобновление производства для внутреннего рынка было начато в 1950-х годах XX века. Именно тогда автомобильные конструкторы решили использовать в качестве базы шасси рамных грузовиков и автобусов, на который монтировался жилой модуль.

Автомобильный производитель Раймонд Франк дал подобным транспортным средствам наименование «дом на колесах», которое применяется по сей день применительно к жилым модулям различных типов. «В 1958 году Фрэнк спроектировал и построил свой первый дом на колесах, чтобы его семья могла отдыхать во Флориде и на Среднем Западе, рисунок 11»[6]



Рисунок 11 – Дом на колесах класса A Ultra Van

2.2 Фургон (camper van)

«Фуры (или кемпер ван) являются мобильным транспортным средством, которое предоставляет как транспорт, так и спальные места.

Термин в основном представляет фургоны, которые были оборудованы, часто с кузовом для кареток для использования в качестве жилья, рисунок 12» [27]



Рисунок 12 – Камперван на базе пикапа Шевроле Олдтаймер

По большей части, к категории кэмперванов относят транспортные средства с колесной формулой 4x4, приспособленные к передвижению вне дорог общего пользования. Зачастую, такие транспортные средства не имеют отдельного жилого модуля, а оснащаются палатками или иными конструкциями, расположенными в кузове или на крыше транспортного средства и легко монтируемые в жилые места.

Например, в Европе Citroën H-Van использовался в качестве базы для многих модификаций, и был особо популярен в Бельгии и Голландии. Транспортное средство имело несколько модификаций, отличающихся по длине и высоте. Общим являлось то, что Citroën H-Van во всех версиях имел низкий пол и высокий потолок кузова, что являлось признаком его первоначальной модификации: первоначально этот транспорт разрабатывался как автомобильная лавка и имел достаточно вместительный кузов, рисунок 13.



Рисунок 13 – Citroën H-Van

«Современные среднеразмерные японские фургоны, такие как Toyota Hiace, иногда переделывают, чтобы выглядеть как классический Volkswagen, рисунок 14» [27]



Рисунок 14 – Фольксваген Кемпер

Британские и европейские автодома, имеющие классификацию типа А-класс (АС), весьма схожие по своим признакам с американскими автодомами класса А (также именуемыми «Виннебагос»), не имеют такого широкого распространения, как их американские аналоги.

Как правило, автодом данного типа представляет собой модуль каретного типа на базе автомобильного шасси грузового автомобиля среднего или большого класса грузоподъемностью от 7,5 тонн и выше.

Как правило, жилой модуль имеет высокий профиль, иногда оснащаемый выдвижными (боковыми) удлинителями с электроприводом для расширения жилой площади. В качестве дополнительного оснащения подобные модули имеют генерирующие электричество автономные устройства, а в очень больших моделях (североамериканского масштаба), могут оборудоваться гаражом, вмещающим легковой автомобиль или мотоцикл, рисунок 15.



Рисунок – 15 Автодом "Оверкаб" на базе Айвеко Ван

Отдельной категорией кэмпervанов будут являться транспортные средства с крышей «high top». Особенностью их является то, что сам кузов не подвергается модификации, но для комфортного расположения пассажиров во время стоянки предполагается подъем верхней части крыши, для чего она оборудуется соответствующими механизмами. В ряде модификаций крыша не делается съемной, но оборудуется дополнительным элементом, увеличивающим его высоту. Рисунок 2.9, рисунок 2.10.

Как правило, сам кузов размещается на грузовой платформе (в ряде случаев платформа модифицируется) и может делаться съемной, что позволяет использовать автомобиль в повседневной работе без жилого модуля. Основой для таких автодомов как правило являются пикапы на базе автомобилей Форд , Тойота , Ниссан и Митсубиси, имеющих рамную конструкцию, рисунок 16.



Рисунок 16 – Кэмпervан с крышей «high top» на базе микроавтобуса Мерседес



Рисунок 17 – Кэмпervан с крышей «high top» на базе микроавтобуса Мазда



Рисунок 18 – Кэмпervан с крышей «high top» в кузове пикапа Ниссан Навара

«Современный кемпер может содержать некоторые или все из следующих функций:

- Газ-пропан / электрический приведенный в действие холодильник;

- Газ-пропан / электрическая варочная панель и / или гриль;
- Микроволновая печь;
- Духовка;
- Пропановый газовый или электрический водонагреватель;
- Одна или несколько кроватей, некоторые из которых предназначены для использования и в дневное время;
- Электричество подается от встроенной батареи или от внешнего источника;
- Встроенный или кассетный унитаз со съемным резервуаром для унитаза - смывной унитаз с доступом, как правило, за пределами лагеря для легкого опорожнения. Некоторые модели имеют поворотную систему для дополнительного пространства;
- Душевая кабина;
- Телевидение (с антенной и / или спутниковой антенной);
- Кондиционер (по крайней мере, нормальная система кабины транспортного средства);
- Комнатный обогреватель или центральное отопление;
- Бак для питьевой воды;
- Бак сточных вод для «серой» (промывной) воды и черной (канализационной) воды;
- Выдвижной внешний тент - выдвижной холст, который обеспечивает защиту от солнца;
- Генератор - на бензине, дизеле или пропане;
- Солнечные батареи - для дополнительного производства электроэнергии;
- Подставка для велосипеда - устройство для переноски велосипедов, обычно крепящееся к задней части автофургона» [7]

2.3 Кемпер-траки (truck camper)

В Соединенных штатах Америки термин «Кемпер на базе грузового автомобиля» и его производная аббревиатура ТС (truck camper) применяется ко всем транспортным средствам, жилой модуль в которых монтируется на раме грузового автомобиля или на раме тяжелого пикапа, рисунок 19.

Такой форм-фактор жилого модуля во многом привлекателен тем, что он дает транспортному средству большую мобильность, позволяя проезжать без особых усилий там, где могут проехать обычные автомобили.



Рисунок 19 – Кемпер на раме автомобиля Toyota Hilux 1977 г

В настоящее время в России подобный подход также получает свое распространение. В частности, некоторые автомобильные ателье освоили доработку серийных транспортных средств путем установки на них жилых модулей, при этом само транспортное средство не получается чрезмерно перегруженным или перетяжеленным. как правило, в качестве «донора» используются популярные массовые автомобили, производимые заводами ВАЗ, ГАЗ и УАЗ, рисунок 20.

Исходное транспортное средство получает раму из металлопроката, на которую монтируется кузов из армированного пластика, утепленный экструдированным пенополистиролом. В случае использования транспортных средств ГАЗ и УАЗ используется рама самого транспортного средства либо без доработки, либо с незначительными доработками.



Рисунок 20 – Кемпер на базе автомобиля Лада 4x4

Легковые автомобили так же могут быть использованы как база для кемпера. Примером может служить компактный кемпер, смонтированный на базе автомобиля Лада Гранта, рисунок 21.



Рисунок 21 – Кемпер на базе автомобиля Лада Гранта

Подобные компактные кемперы обладают всеми преимуществами легкового автомобиля – они сохраняют динамику и маневренность. Кемперы на базе легкового автомобиля могут спокойно перемещаться в условиях напряженного городского трафика. К недостаткам стоит отнести малый объем внутреннего пространства жилого модуля, что позволяет разместить внутри ограниченное число обитателей.

«Автофургон эволюционировал и развивался, что ставит его в один ряд со многими более крупными и более дорогими типами RV с точки зрения удобства.

Технически говоря, любой RV, который может быть легко демонтирован с его транспортного средства, квалифицируется как автофургон. В Австралии очень часто можно увидеть, что их устанавливают на бортовые грузовики или даже на то, что в Северной Америке можно считать автомобилем.

Линии определения могут размываться между грузовиком и классом С с некоторыми транспортными средствами Expedition, такими как XRCamper или Earthroamer.» [18]

2.4 Автоприцеп-трейлер (caravan)

«Самые доступные и дешевые варианты из всего ряда кемперов – это прицепные автодома или трейлеры. Их ключевое отличие в том, что их перевозят за счет тяговой силы автомобиля, с которым они сцеплены. В свою очередь, прицепные автодома имеют свою классификацию. Например, размеры прицепных кемперов могут размером с малогабаритный прицеп, но некоторые экземпляры длиной достигают целого вагона.» [37]

Двухосные автодома являются наиболее крупными и вместительными представителями этого класса, рисунок 22.



Рисунок 22 – Двухосный автодом

«Двухосные прицепы по сравнению с одноосными могут иметь немного большие размеры. Внутреннее устройство таких прицепов предполагает установку расширенного ряда функций и удобств. Благодаря тому, что прицеп установлен на две оси, он имеет большую грузоподъемность, чем у одноосных экземпляров, а также в зависимости от установленной подвески может отличаться в лучшую сторону плавностью хода. Тем не менее, хоть данные прицепы очень удобны в своем оснащении, они обладают рядом недостатков перед одноосными, такими как большая масса. Из-за большой загруженности, такой автодом способна тянуть не каждая легковая машина, соответственно, автомобиль должен располагать большими мощностными характеристиками, это, к примеру, могут быть внедорожники с большим объемом двигателя. Следующий недостаток это габаритные размеры автодома. С такими автодомами водителю сложнее маневрировать на дороге, и требуется отдельная практика вождения с такими прицепами. Из-за сложности управления двухосными автодомами, появляется большой риск возникновения опасных ситуаций на дороге. Третья отрицательная черта носит экономический характер. Стоимость таких прицепов очень высока и не рассчитана на среднего покупателя. Помимо всего прочего, расход топлива с таким прицепом, может значительно возрасти. И все же они пользуются большой популярностью за рубежом, ведь именно с запада идут корни развития прицепов.» [37]



Рисунок 23 – Одноосный автодом в разрезе

«Данный тип автодомов в отличие от двухосных обладает всего одной, нагруженной осью. Это самый распространенный тип прицепов дач. Имея всего одну ось, он не может перевозить слишком большие конструкции, и рассчитан всего на четырех или пяти человек, при этом обладая довольно хорошей вместительностью (иногда даже не уступает двухосным вариантам). Имеет меньшую массу по сравнению с двухосными конструкциями, что позволяет сократить расход топлива у тягача. Габариты прицепа меньше, чем у двухосных автодомов, что упрощает вождение (рисунок 23). Однако в качестве тягача для такого автодома больше всего подойдет полноприводный внедорожник. Стоимость данного типа автодомов дешевле двухосных, за счет своей упрощенной конструкции, что также является неоспоримым плюсом при выборе автодома покупателем. На одноосные прицепы можно устанавливать конструкции автодомов разных размеров и, имеющих разное оснащение, но до определенной массы и габаритов, установленных заводом изготовителем прицепа, это же правило касается и двухосных.» [1]



Рисунок 24 – Малогабаритный трейлер

«На иллюстрации 24 выше представлен самый распространенный одноосный трейлер, который зарекомендовал себя по всему миру ввиду простой и надежной конструкции, габаритных размеров, а также невысокой стоимости среди своего класса. Многие люди покупают такие автодома с вторичного рынка и это тоже своего рода знак качества.» [37]



Рисунок 25 – Прицеп палатка

Прицеп палатка, изображенный на рисунке 25 – самый маневренный и недорогой тип жилых прицепов.

«Несмотря на небольшие размеры, прицеп-палатка делает отдых путешественника комфортным. Прицеп-палатку можно транспортировать небольшими легковыми машинами. Для управления автомобилем с прицепом-палаткой достаточно прав категории В. Современные прицепы-палатки оснащены специальным механизмом, который позволяет открыть её за несколько минут. Благодаря складному механизму палатка занимает относительно немного места и её легко хранить. Устанавливается также на одноосный прицеп и имеет небольшую массу, по сравнению с прицепами автодомами что делает его привлекательным для неопытных любителей отдохнуть на природе. Отрицательным качеством данной конструкции является отсутствие в ней удобств характерных для автодомов, таких как санузел, установленные спальные места в виде кроватей или диванов, а также прочего мебельного оборудования, обогревателей, баллонов с водой и газом,

проведенной электрики. Все это в совокупности не дает тех удобств как у автодомов. Еще одна отрицательная сторона таких прицепов - палаток это то, что спрос на них минимален по причине того, что путешествующему человеку можно купить обычную палатку для кемпинга. Разница в цене большая, а функционал такой же, как и у прицепа-палатки.» [37]



Рисунок 26 – Прицеп палатка в разобрано виде

«На основе вышеперечисленных положительных и отрицательных сторон прицепов – палаток, можно сделать вывод, что спрос на такие конструкции автодомов будет минимален. На данный момент развитие этого сегмента прицепов очень мало и вряд ли вырастет в будущем.» [3]

Исходя из этого утверждения, можно сделать вывод, что подобный прицеп не найдет широкого применения на рынке и заниматься проработкой данной конструкции в рамках дипломного проекта – нецелесообразно.



Рисунок 27 – Внедорожный автодом на преодолении препятствия

«По своей сути внедорожный автодом, это тот же автодом на колесах. Только внедорожный, в чем и заключается его преимущество перед другими прицепами автодомами. Имея повышенную проходимость и конструктивные особенности, этот прицеп обладает большим потенциалом для путешественников, в отличие от обычных прицепов. Такой автодом можно использовать в условиях бездорожья. Внедорожный прицеп позволяет забраться дальше, чем в привычные для большинства туристов места. Приезжая на подобные точки, там обычно находится большое количество людей. Это не всегда приятно путешественникам, поскольку люди бывают разными. Конструкция самого внедорожного кемпера имеет несколько ключевых отличий:» [37]

Прицеп-капля (teardrop), рисунок 28.



Рисунок 28 – Прицеп-капля

«Вариант одноосного прицепа, имеющий характерную форму, отличающую его от других прицепов. Задумка прицепа-капли появилась уже в 30ых годах прошлого столетия в США, тогда многие люди лишились своих домов, работы, имущества. За неимением вышеперечисленного людям приходилось выдумывать решения, где им прожить, таким образом и появились первые образцы так называемых дропов, которые зачастую могли быть собраны из подручного мусора. По прошествии тех трудных времен, жизнь прицепов-капель не угасла, а нашла свое место в туризме и путешествиях. Хотя сам по себе такой тип так и не приобрел большой популярности, он пользуется спросом у путешественников разных стран, в том числе и в России. Чаще всего он рассчитан на двух человек, но есть модификации, которые позволяют находиться в нем большему количеству человек, например детям.» [37]

«Дропы, капли или слезники начали активно выпускать в США еще в 30-х годах прошлого века. Тогда многие люди лишились своих домов, работы, имущества. Приходилось искать любые решения, чтобы выжить. И так появились первые образцы дропов, которые собирали буквально из мусора и подручных средств.» [1]

«Постепенно жизнь налаживалась, а капли начали уже использовать как туристические прицепы. Что собой представляет Teardrop Classic, то есть стандартный прицеп-капля.

Это обычная рама легкового прицепа с 1 или 2 осями.

На раме располагается основная конструкция, состоящая из пола, боковых стенок и крыши.

Свое название «слеза» получила за счет характерной формы кузова. Это обусловлено обтекаемостью и аэродинамикой конструкции. При ее перевозке на машине возникает минимальное сопротивление встречным потокам воздуха.

Внутри находится основная капсула, которая предназначена для спального места. Стандартные дропы рассчитаны на 2 человек. Но есть усовершенствованные современные модели, где жилой отсек позволяет разместить больше людей.

Дополнительно в зоне отдыха устанавливают полочки и шкафчики, куда можно раскладывать вещи и необходимые предметы быта

На дышле устанавливается дополнительный отсек, который используют в качестве кухни.

В среднем вес таких прицепов автодомов располагается в районе от 400 до 750 кг. При этом есть определенные требования к автомобилю, перевозящему данный прицеп-каплю, а именно: масса автомобиля должна превышать 1000 кг и иметь объем двигателя не менее 1.5 л.» [44]

«Следует принять во внимание тот факт, что в зависимости от конструктивных особенностей прицепного автодома или же интегрированного, могут меняться его отрицательные и положительные

качества. Например, увеличение объема внутреннего помещения автодома, повлияет на общие габариты, а также на сопротивление воздуха при движении на высоких скоростях.

Из всех конструкции прицепных автодомов именно прицеп капля является некой «золотой серединой». Конечно, он может и не иметь тех удобств, что имеют его старшие собратья по классу, но он обладает определенной универсальностью и удобством в использовании, а также простотой в исполнении. Кроме выше перечисленного к данной конструкции можно добавить и то, что она имеет низкую стоимость по сравнению с другими. Именно по этим причинам мною было принято взять за основу конструкцию автодома типа «прицеп-капля» и модернизировать ее.» [49]

3 Конструкторский раздел дипломного проекта

3.1 Тяговый расчет автомобиля с учетом сцепленного с ним прицепа-автодома

Предполагается проведение расчета в специализированной программе на основе расчетных таблиц MS Excel. Поэтому, расчет будет проводиться по исходным данным и сводиться в расчетные таблицы. Графики также будут строиться в специализированной программе. Сами графики будут представлены в приложении расчетно-пояснительной записки и на листе графической части.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные расчета

Характеристика	Значение
1	2
Марка автомобиля	Lada X-Ray
Тип транспортного средства	полноприводный легковой автомобиль
Колесная формула	4x4
Вместимость, чел	5
Длина, мм	4250
Ширина, мм	1600
Высота, мм	1640
Колесная база, мм	2450
Длина прицепа, мм	2850
Ширина прицепа, мм	1650
Высота прицепа, мм	1620
Масса в снаряженном состоянии, кг	1350
Масса прицепа, кг	500
Размер шин	175/80 R 16
Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля	0,56
Коэффициент аэродинамического сопротивления прицепа	0,40
Коэффициент сопротивления качению	0,012
Коэффициент преодолеваемого уклона	0,28
Максимальная скорость автомобиля (без прицепа), км/ч	135

Продолжение таблицы 1

1	2
Максимальная частота вращения коленчатого вала, рад/с	630
КПД трансмиссии	0,92
Число передач	5

Определение полной массы автопоезда

$$M_a = M_0 + M_{\text{ч}} * (n) + M_6 + M_p \quad (1)$$

M_0 – снаряженная масса автомобиля

$M_{\text{ч}}$ – масса одного человека (75кг)

M_6 – масса багажа на одного человека (10 кг.)

M_p – общая масса прицепа (500кг)

n – количество пассажиров, включая водителя

$$M_a = 1350 + 75 * 5 + 50 + 500 = 2275 \text{ кг}$$

Определение статистического радиуса колеса.

$$r_{\text{ст}} = 0.5 * d + \lambda_z * H \quad (2)$$

$d = 16$ – посадочный диаметр, дюймы ($d = 0.406$ м)

$\lambda_z = 0.86$ – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа

шин $H/V = 80$ – соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %

$V = 0.175$ – ширина профиля шины, м

$H = 80 * 0.175 = 0.14$ – высота профиля шины,

$$m r_{\text{ст}} = 0.5 * 0.406 + 0.86 * 0.14 = 0.3236 \text{ м}$$

$$r_{\text{ст}} \approx r_{\text{д}} \approx r_{\text{к}} = 0.3236 \text{ м}$$

$r_{\text{к}}$ – радиус качения шины

Расчет лобовой площади автомобиля.

$$F = 0.8 * B_r * H_r \quad (3)$$

$$F = 0.8 * 1.68 * 1.64 = 2,204 \text{ м}^2$$

Результаты расчетов эффективной мощности и момента двигателя, выполненные в MS Excell сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчетные данные эффективной мощности и момента двигателя

ω_e , рад/с	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
N_e , кВт	12,50	20,66	28,37	36,03	43,68	49,74	55,48	60,58	63,13	63,76	62,49
M_e , Нм	125	135,03	137,72	139,11	140	136,27	132,73	128,62	120,48	110,5	99,19

Результаты расчетов скоростей на разных передачах, выполненные в MS Excell сведен в таблицу 3.

Таблица 3- Значение скоростей на разных передачах

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955	1,19	2,41	3,43	4,76	5,95
1461	1,82	3,69	5,25	7,29	9,11
1967	2,45	4,97	7,07	9,81	12,26
2473	3,08	6,24	8,88	12,33	15,42
2979	3,71	7,52	10,7	14,86	18,57
3486	4,35	8,8	12,52	17,38	21,73
3992	4,98	10,08	14,34	19,9	24,88
4498	5,61	11,35	16,16	22,43	28,04
5004	6,24	12,63	17,97	24,95	31,19
5510	6,87	13,91	19,79	27,48	34,35
6016	7,5	15,19	21,61	30	37,5

Результаты расчетов тяговых сил и сил сопротивления на 5 передаче и расчет сопротивления воздуха на каждой передаче, выполненные в MS Excell сведен в таблицу 4 и таблицу 5.

Таблица 4 – Расчет тяговых сил и сил сопротивления на 5 передаче

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P _B	P _Д	P _Σ
955	8607,94	4925,52	3189,86	2345,49	1923,3	48,43	234,34	282,77
1461	9298,64	5320,75	3445,82	2533,69	2077,63	113,52	238,8	352,32
1967	9483,89	5426,75	3514,46	2584,17	2119,02	205,6	247,7	453,3
2473	9579,61	5481,52	3549,94	2610,25	2140,4	325,25	256,66	581,91
2979	9640,89	5516,59	3572,65	2626,95	2154,10	471,71	270,05	741,76
3479	9384,03	5369,61	3477,46	2556,96	2096,71	645,91	283,44	929,35
3996	9140,26	5230,12	3387,13	2481,9	2042,24	846,74	301,29	1148,03
4498	8857,23	5068,17	3282,24	2413,41	1978,99	1075,49	321,38	1396,87
5004	8296,68	4747,42	3074,52	2260,68	1852,52	1330,71	341,47	1672,18
5510	7609,42	4354,16	2819,84	2073,41	1700,2	1614	366,02	1980,02
6016	6830,57	3908,5	2531,52	1861,49	1526,18	1923,59	392,80	2316,39

Таблица 5 – Расчет сопротивления воздуха на каждой передаче

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B	V, м/с	P _B
1,19	1,94	2,41	7,95	3,43	16,09	4,76	30,99	5,95	48,43
1,82	4,53	3,69	18,62	5,25	37,7	7,29	72,69	9,11	113,52
2,45	8,21	4,97	33,79	7,07	68,37	9,81	131,64	12,26	205,6
3,08	12,98	6,24	53,26	8,88	107,86	12,33	207,96	15,42	325,25
3,71	18,83	7,52	77,35	10,7	156,61	14,86	302,06	18,57	471,71
4,35	25,88	8,8	105,93	12,52	214,42	17,38	241,05	21,73	645,91
4,98	33,92	10,08	138,99	14,34	281,29	19,9	413,19	24,88	846,74
5,61	45,05	11,35	176,22	16,16	357,22	22,43	688,19	28,04	1075,49
6,24	53,26	12,63	218,2	17,97	441,72	24,95	851,52	31,19	1330,71
6,87	64,56	13,91	264,67	19,79	535,73	27,48	1032,96	34,35	1614
7,5	76,94	15,19	315,62	21,61	638,79	30	1231,1	37,5	1923,59

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению, выполненные в MS Excel сведен в таблицу 6.

Таблица 6 – Динамический фактор и коэффициент сопротивления

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	0,38	0,22	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1461	0,41	0,23	0,15	0,11	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1967	0,42	0,23	0,15	0,11	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2473	0,42	0,23	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2979	0,41	0,23	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
3486	0,39	0,21	0,13	0,08	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
3992	0,37	0,2	0,11	0,07	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
4498	0,35	0,18	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
5004	0,31	0,15	0,08	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
5510	0,27	0,12	0,05	0,02	0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
6016	0,22	0,09	0,03	0	-0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $1/j$ выполненные в MS Excell сведен в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет ускорений и обратных ускорений

n, об/мин	Ускорение на передачи m/c^2 :					Величина, обратная ускорению на передаче, c^2/m :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	1,87	1,56	1,02	0,71	0,54	0,53	0,64	0,98	1,41	1,85
1461	2,02	1,64	1,11	0,8	0,63	0,50	0,61	0,9	1,25	1,58
1967	2,08	1,64	1,11	0,8	0,63	0,48	0,61	0,9	1,25	1,58
2473	2,08	1,64	1,02	0,71	0,54	0,48	0,61	0,98	1,41	1,85
2979	2,02	1,64	1,02	0,71	0,54	0,5	0,61	0,98	1,41	1,85
3486	1,92	1,49	0,94	0,53	0,36	0,52	0,67	1,06	1,89	2,78
3992	1,82	1,41	0,77	0,45	0,18	0,55	0,71	1,30	2,22	5,56
4498	1,71	1,25	0,68	0,27	0,09	0,58	0,8	1,47	3,7	11,11
5004	1,51	1,02	0,59	0,1	-0,09	0,66	0,98	1,69	10	-11,11
5510	1,2	0,78	0,26	-0,1	-0,27	0,83	1,28	3,85	-10	-3,7
6016	1,04	0,55	0	-0,27	-0,54	0,96	1,81	-	-3,7	-1,8

Результаты расчетов динамических показателей автомобиля, выполненные в MS Excell сведен в таблицу 8.

Таблица 8 – Динамические показатели разгона автомобиля

V	t	1/J	ΔS	S
0	0	0	0	0
1,5	0,3	0,2	0,23	0,23
6	2,33	0,45	7,61	7,84
10	4,65	0,58	18,56	26,4
14	8,45	0,95	45,6	72
19	16,35	1,58	130,35	202,01
23	27,95	2,9	243,6	445,61
25	37,75	4,9	235,2	680,81
28,3	63,8	8,5	694,23	1375,04

Мощностной баланс автомобиля с прицепом рассчитывается следующим образом:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, \quad (4)$$

где $N_T = N_e * \eta_{тр}$ – тяговая мощность, или мощность, подаваемая к ведущим колесам;

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_{п} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качению колес;

$N_{п} = P_{п} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_{в} = P_{в} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха;

$N_{и} = P_{и} * V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля;

$N_{д} = P_{д} * V = N_f + N_{п}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Результаты расчетов мощностного баланса сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Данные мощностного баланса

V max	5,95	9,11	12,26	15,42	18,57	21,73	24,88	28,04	31,19	34,35	37,50
Ne	12,5	20,66	28,37	36,03	43,68	49,74	55,48	60,58	63,13	63,76	62,49
Nt	11,5	19	26,1	33,15	40,19	45,76	51,04	55,73	58,08	58,66	57,49
Nв	0,03	1,03	2,52	5,01	8,06	14,03	21,07	30,16	41,48	55,44	72,13
Nд	1,39	2,18	3,04	3,96	5,01	6,16	7,5	9,01	10,65	12,57	14,73
Nв+Nд	1,42	3,21	5,56	8,97	13,07	20,19	28,57	39,17	52,13	68,01	86,86
$\frac{(Nв+Nд)}{Nt}$	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24	0,30	0,38	0,47	0,60	0,77	1,00

В соответствии с расчетными данными, строятся графики для транспортного средства, движущегося без прицепа и с прицепом. На основании этих графиков делается вывод о изменении динамического фактора транспортного средства.

Графики строятся на рисунке 29, рисунке 30.

Результаты расчетов топливно-экономической характеристики автомобиля, выполненные в MS Excell сведем в таблицу 10.

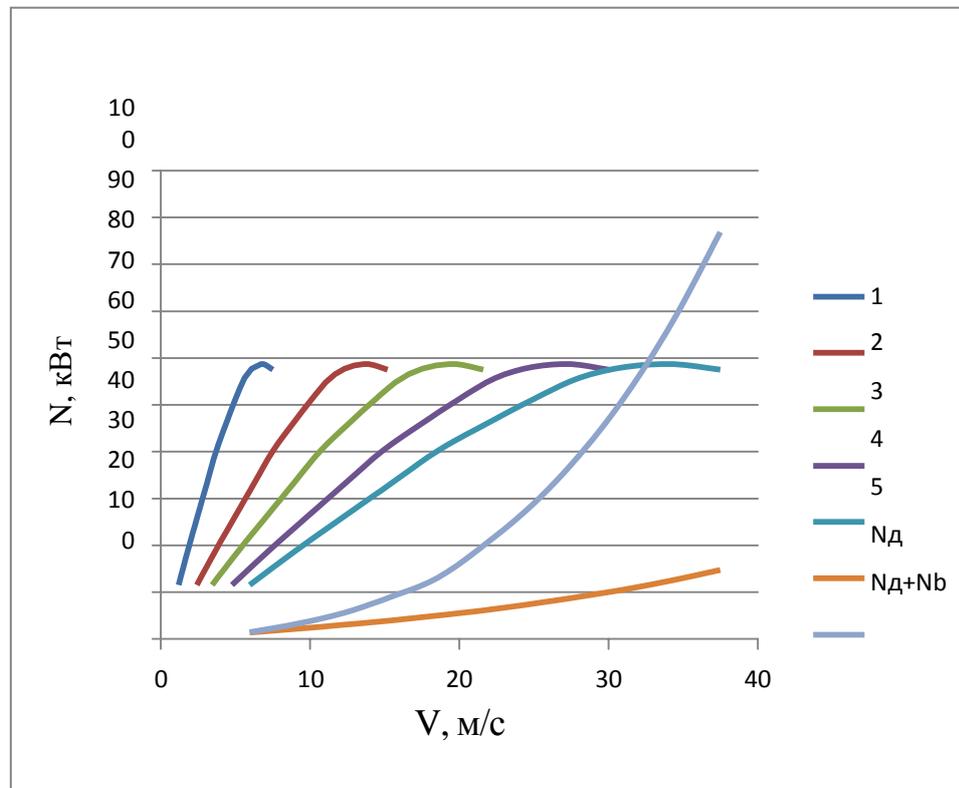


Рисунок 29 - Мощностной баланс автомобиля на различных передачах

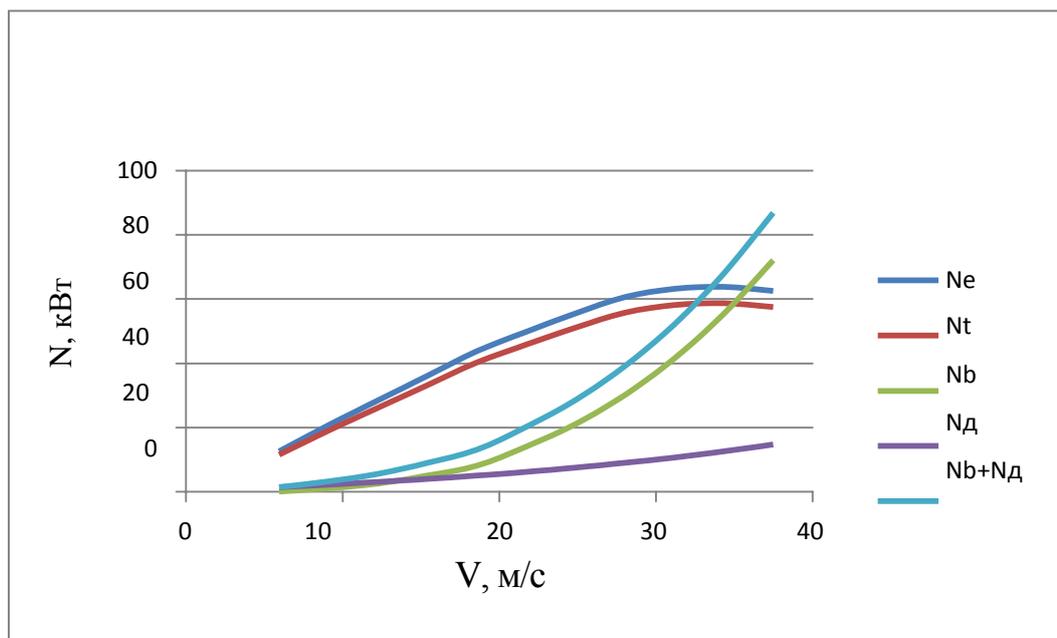


Рисунок 30 - Мощностной баланс автомобиля с прицепом на различных передачах

Таблица 10 – Динамические показатели разгона автомобиля

V	12,26	15,42	18,57	21,73	24,88	28,04	31,19
$k_{и}$	1,35	1,3	1,2	1,12	1	0,98	0,8
I	0,156347	0,192619	0,239477	0,29964	0,37555	0,473004	0,598961
$k_{сж}$	1,1	0,95	0,88	0,8	0,79	0,8	0,9
ω_e/ω_N	0,362676	0,455986	0,549296	0,64261	0,73592	0,829225	0,922535
q_n	10,41	10,84763	11,82332	12,8808	14,02973	18,46889	18,62404

График топливно-экономической характеристики автомобиля с прицепом приводится на рисунке 31.

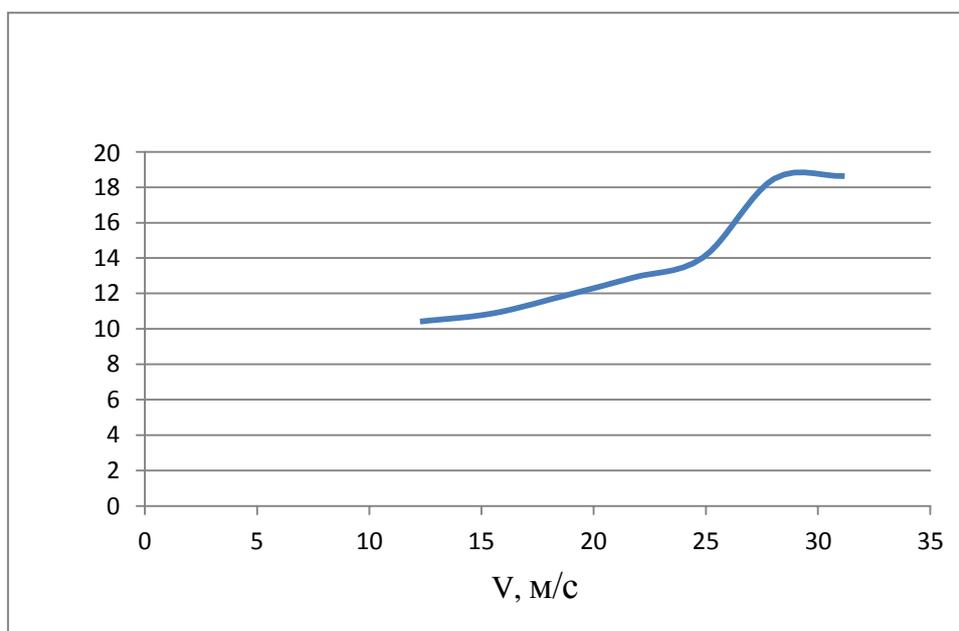


Рисунок 31 – Топливно-экономическая характеристика
автомобиля с прицепом

«На основе полученных данных от тягового расчета автомобиля с прицепом-автодомом, можно сделать вывод, что при перевозке автомобилем Lada X-Ray такого прицепа динамический фактор на всех передачах падает. При этом величина ускорения автомобиля уменьшается, а путь разгона растет. Исходя из мощностного баланса, можно сказать, что при повышении передачи и на определенных оборотах двигателя тяговых сил будет не хватать для буксировки данного прицепа. Максимальная скорость автомобиля падает, по причине веса прицепа и его сопротивления воздуха.

Расход топлива растет, что также является отрицательной стороной, тем не менее, из приведенных расчетов ясно, что данный автомобиль способен перевозить данный прицеп, хоть и его потенциал падает. Нужно учитывать тот факт, что расчет проводился с полной массой автомобиля, а это значит, что в нем находились пассажиры и багаж.» [37]

Для того чтобы наглядно показать изменения в динамике автомобиля при разгоне с прицепом необходимо сравнить графики. Ниже будут

приведены графики, которые основаны на вычислениях в тяговом расчете автомобиля Lada X-Ray.

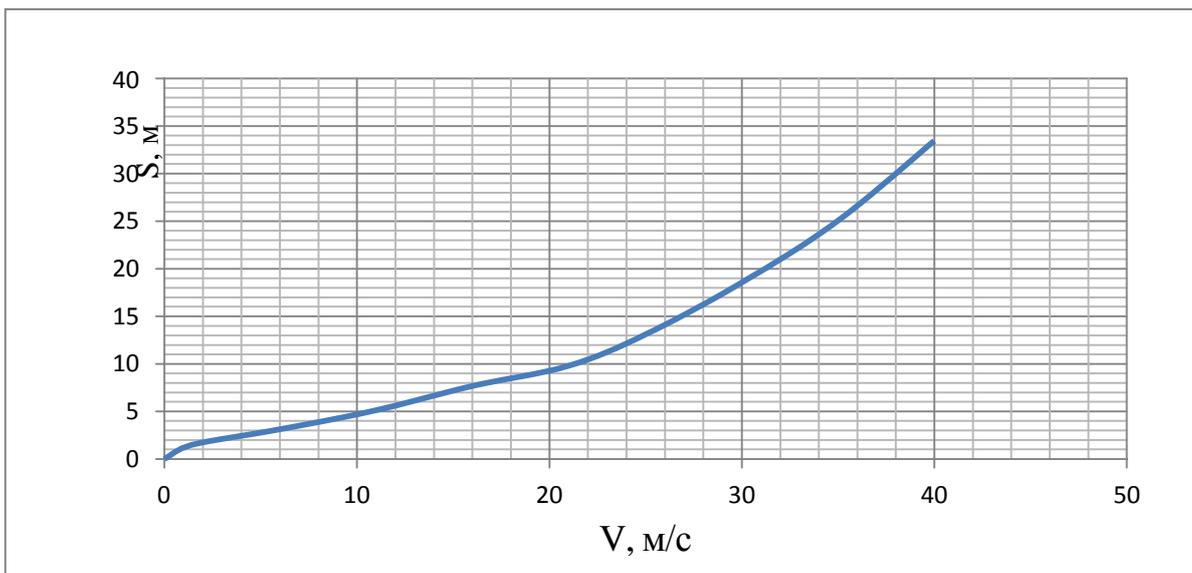


Рисунок 32 – Время разгона без прицепа

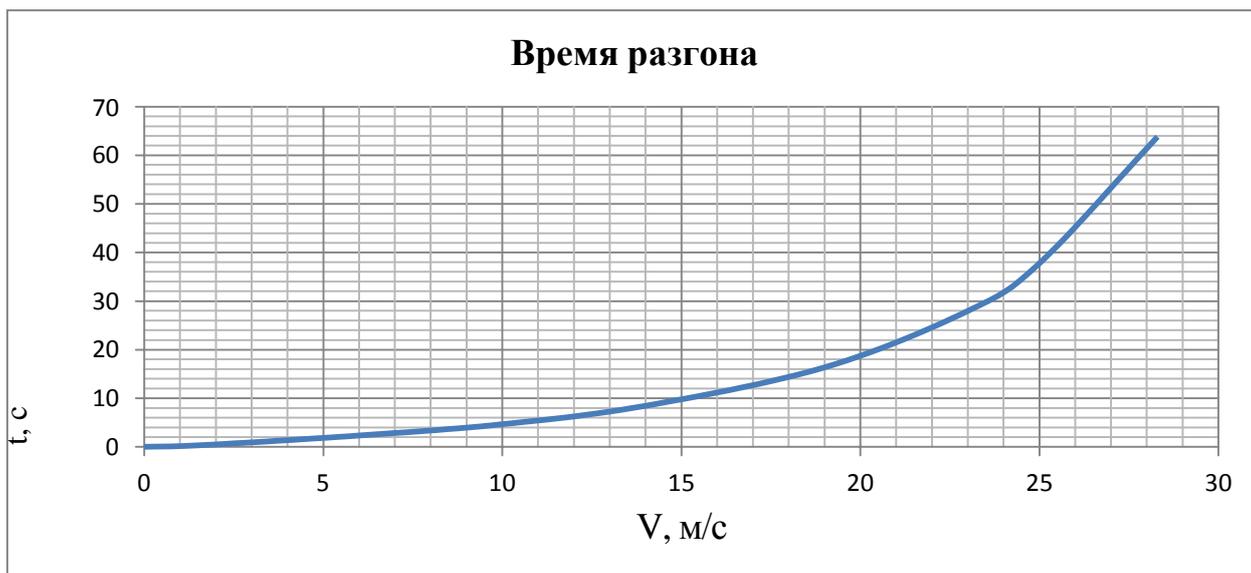


Рисунок 33 – Время разгона с прицепом

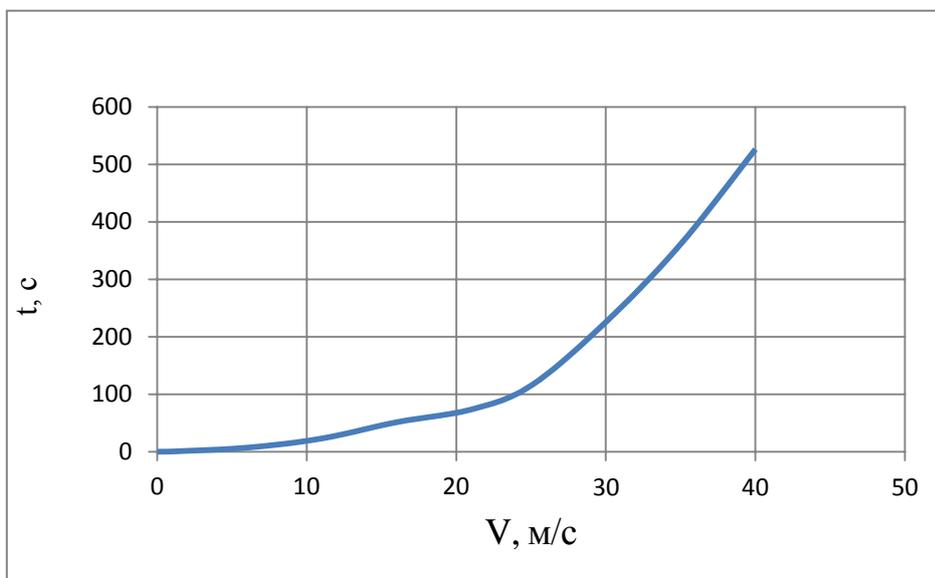


Рисунок 34 – Путь разгона автомобиля без прицепа

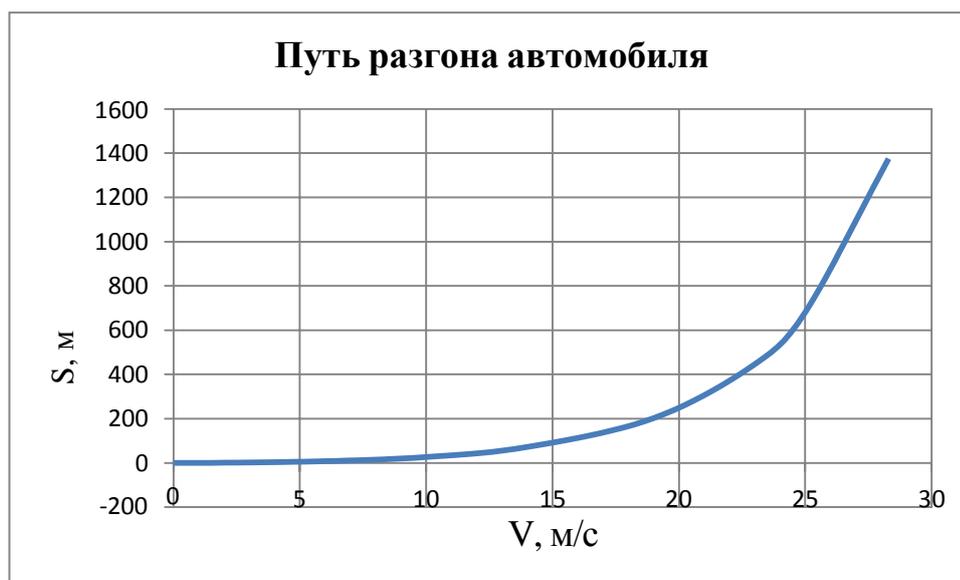


Рисунок 35 – Путь разгона автомобиля с прицепом

Как видно из графиков, максимальная скорость автомобиля с прицепом уменьшилась. Это свидетельствует об ухудшении динамических характеристик автопоезда в сравнении с базовым автомобилем.

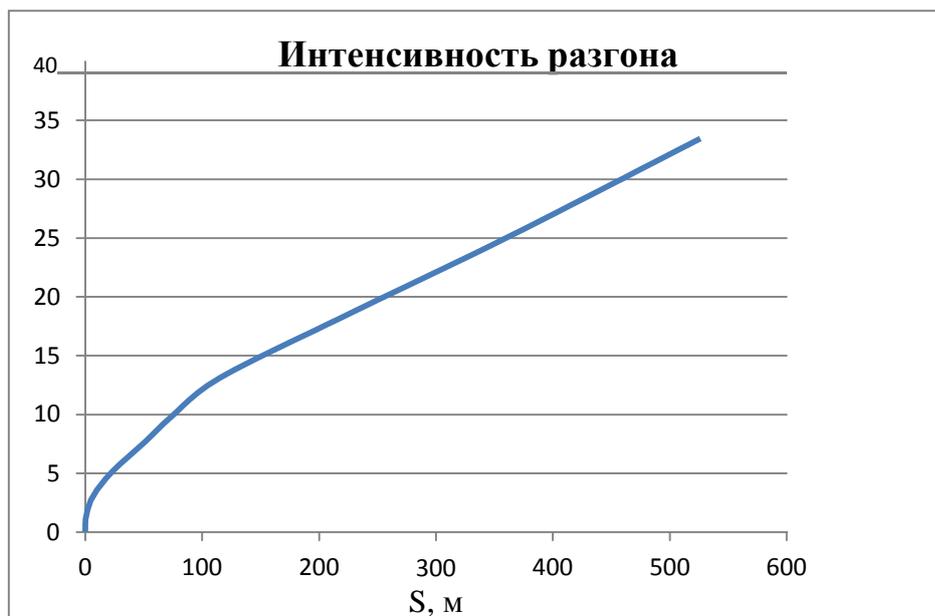


Рисунок 36 – Интенсивность разгона автомобиля без прицепа



Рисунок 37 – Интенсивность разгона автомобиля с прицепом

Как следует из графиков, прицеп серьезно влияет на динамику разгона транспортного средства.

3.2 Расчет параметров конструкции автомобильного прицепа

Требуется произвести расчет отдельных элементов доработанного прицепа МСЗА путем монтажа на платформу жилого модуля, что скажется на его массо-габаритных характеристиках. Расчет начнем с определения распределения массы прицепа между осями, как наиболее важный параметр.

Определение полной массы

$$m_a = m_0 + 3 \cdot m_6 \quad (5)$$

где $m_п = 750$ кг (масса груза).

$$m_a = 150 + 750 = 900 \text{ (кг)}$$

Распределение массы между осью и опорой с учетом коэффициента распределения массы по осям:

для передней опоры коэффициент

$$m_1 = 0,30 \cdot m = 0,30 \cdot 900 = 270 \text{ (кг)} \quad (6)$$

для задней оси

$$m_2 = 0,70 \cdot m = 0,70 \cdot 900 = 630 \text{ (кг)} \quad (7)$$

Определение радиуса качения колеса прицепа

Учитывая особенности эксплуатации автодома, принимаем шину 215/55R16, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (8)$$

где d – посадочный диаметр шины,

$\lambda_z = 0,8$ - коэффициент вертикальной деформации,

H – высота профиля шины.

$$r_k = 0,5 \cdot 16 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,55 \cdot 0,215 = 0,300 \text{ (м)}$$

«Расчет производится исходя из того, что прицеп рассчитан на перемещение груза массой до 750 кг, при этом масса самой тележки – рамы прицепа, должна приблизительно составить 150 кг. Произведем расчет усилия оператора при перемещении прицепа. Рекомендуемое усилие перемещения принимаем не более 250 Н.» [6]

Расчет производится по формуле:

$$W_c = f_k * (Q + G) * \cos \beta + (Q + G) * \sin \beta, \quad (9)$$

где $f_k = 0,0129$ – коэффициент трения качения

$\cos \beta$ - уклон дорожного полотна, $\beta = 1,5^\circ$

Q – вес перемещаемого груза, $Q = 7500$ Н

G – вес, $G = 1500$ Н

$$W_c = 0,0129 * (1500 + 7500) * 0,9997 + (1500 + 7500) * 0,0262 = 132,6 \text{ Н}$$

Так как у платформы прицепа предусмотрено самоориентирующееся колесо, произведем расчет его сопротивления качению.

Расчет производится по формуле:

$$W_{co} = f_k * P_k * \cos \alpha + (M / l) * \sin \alpha, \quad (10)$$

где M – момент, необходимый для проворачивания колеса относительно оси, $M = f_i * P_k * r_{\pi}$

l – длина отпечатка, $l = 2 * \sqrt{\frac{D_k}{\Delta h}}$, где

P_k – нагрузка на колесо, $P_k = (1500 + 7500) / 6 = 1500$ Н

D_k – диаметр колеса, $D_k = 70$ мм

h – толщина сплошной обрешиненной шины, $h = 7$ мм

Δh – радиальный прогиб сплошной обрешиненной шины, $\Delta h = 7$ мм

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{(P_k * h / 2 * b * E)^2}{D_k}} \quad (11)$$

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{(1500 * 7 / 2 * 37 * 7 * 10^6)^2}{70}} = 1,83 \text{ мм}$$

$$l = 2 * \sqrt{\frac{70}{1,83}} = 6,1 \text{ мм}$$

α - угол между направлением движения и плоскостью колеса, принимаем $\alpha = 45^\circ$.

r_{π} – приведенное плечо трения по всей поверхности отпечатка,

$$r_n = \left(\sqrt{4 * b^2 + l^2} + \sqrt{4 * l^2 + b^2} \right) / 12 \quad (12)$$

b и l – соответственно ширина и длина отпечатка, $b = 37$ мм

f_i – коэффициент трения скольжения в пятне контакта, $f_i = 0,4$

$$r_n = \left(\sqrt{4 * 37^2 + 11,1^2} + \sqrt{4 * 11,1^2 + 37^2} \right) / 12 = 9,83 \text{ мм}$$

$$M = 0,4 * 962,5 * 9,83 = 3,79 \text{ Н*м}$$

$$W_{co} = 0,0129 * 962,5 * 0,71 + (3,79 / 11,1) * 0,71 = 9,05 \text{ Н}$$

$$W = W_c + W_{co}$$

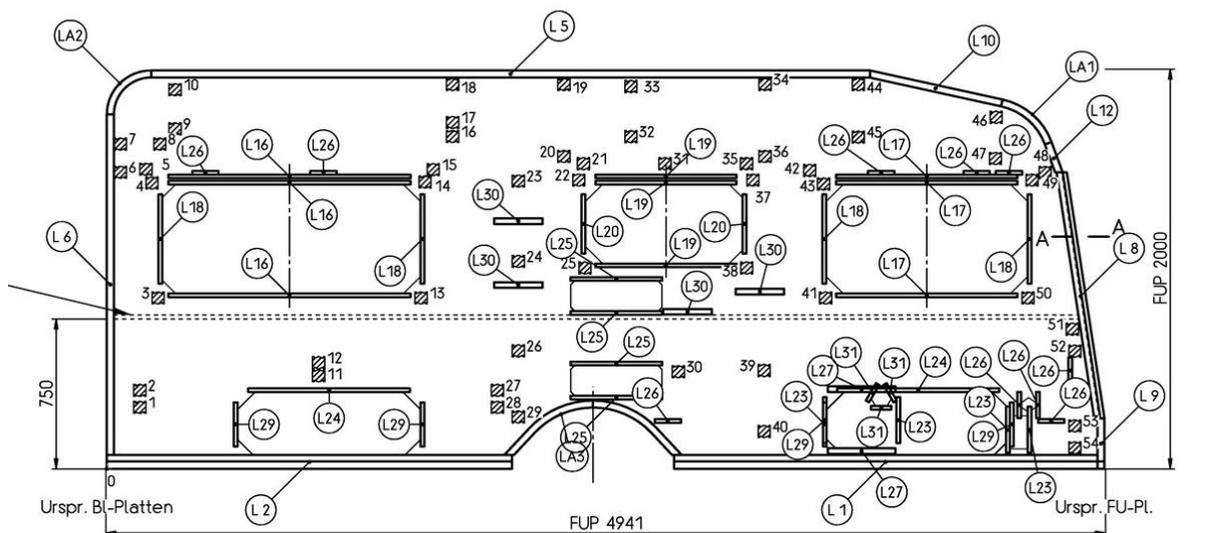
$$W = 62,55 + 9,05 = 71,6 \text{ Н}$$

Выводы по разделу. В ходе выполнения раздела были произведены инженерные расчеты параметров конструкции прицепа. Рассчитаны усилия на перемещение прицепа. Определена полная масса буксируемого прицепа. На основе произведенных расчетов выполняется дальнейшая конструкторская проработка.

4 Технологический процесс сборки автодома

4.1 Разработка конструкции и планировки автодома

«За основу будущего автодома были взяты конструкции типа «прицеп капля». Для сборки необходима передвижная платформа, а точнее прицеп, например прицепы, выпускаемые на производстве «МЗСА». Модель прицепа берется одноосной, чтобы обеспечить меньший вес всей конструкции, кроме того одной оси данному типу автодома вполне достаточно. Прицеп рассчитанна нагрузку с максимальным весом в 750 кг. В конструкцию подвески входят две рессоры, состоящие из четырех листов и два гидравлических амортизатора. С заводского прицепа снимается кузовная часть, после чего на освободившуюся раму крепится рейка из дерева, а уже на нее накладывается лист фанеры. После чего изготавливаются стенки будущего фургона из той же фанеры и реек. Стенки прицепа с внешней стороны отделяются листовым алюминием. Затем устанавливаются дверь, лючки и форточки. При установке используются дверные петли, а также стяжные для крепления задней, выдвижной части. На прицеп устанавливаются габаритные огни, сигналы указателя поворота, платформа для крепления номерного знака. Готовый прицеп покрывается лакокрасочным покрытием, во избежание разрушения от внешних факторов среды. Для того чтобы предотвратить веерообразный выброс гравия колесами, в процессе движения устанавливают боковые крылья» [36]



SEITENWAND rts.

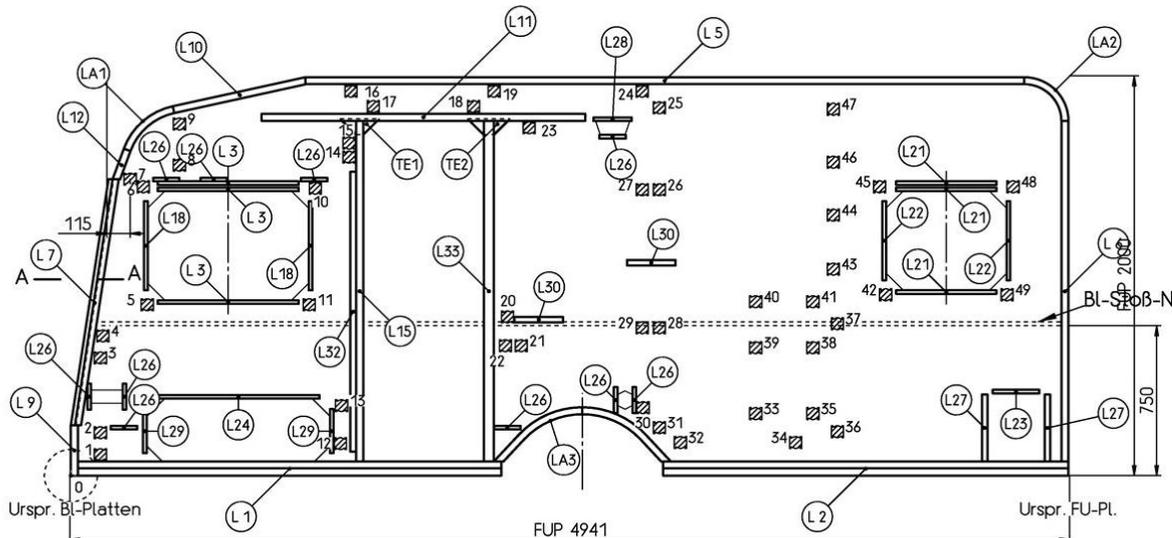


Рисунок 38 – Прицеп в продольном разрезе

«Данная конструкция предполагает низкое лобовое сопротивление, а также больший объем по сравнению с другими образцами в этом сегменте. Она отличается от стандартного прицепа-капли прямой крышей. В данном проекте проведена модернизация этой конструкции, которое позволяет увеличить внутреннее пространство, когда автомобилем находится в стационарном положении, что, несомненно, является большим плюсом ведь внутренний объем важен для тех людей, кто увлекается автокемпингом. При этом, в перевозном положении автомобилем имеет меньшие габариты, чем в стационарном. Несмотря на небольшой вес этого

автодома, перевозить его желательно на автомобилях имеющих привод на все четыре колеса и хороший запас мощности. Водителю перед приобретением данного прицепа следует ознакомиться с журналом, в котором выписаны технические характеристики автомобиля, находящегося во владении данного человека. Там будет подробно описано о том, прицепы какой массы можно перевозить данным автомобилем и должны ли они иметь встроенные тормоза.» [36]

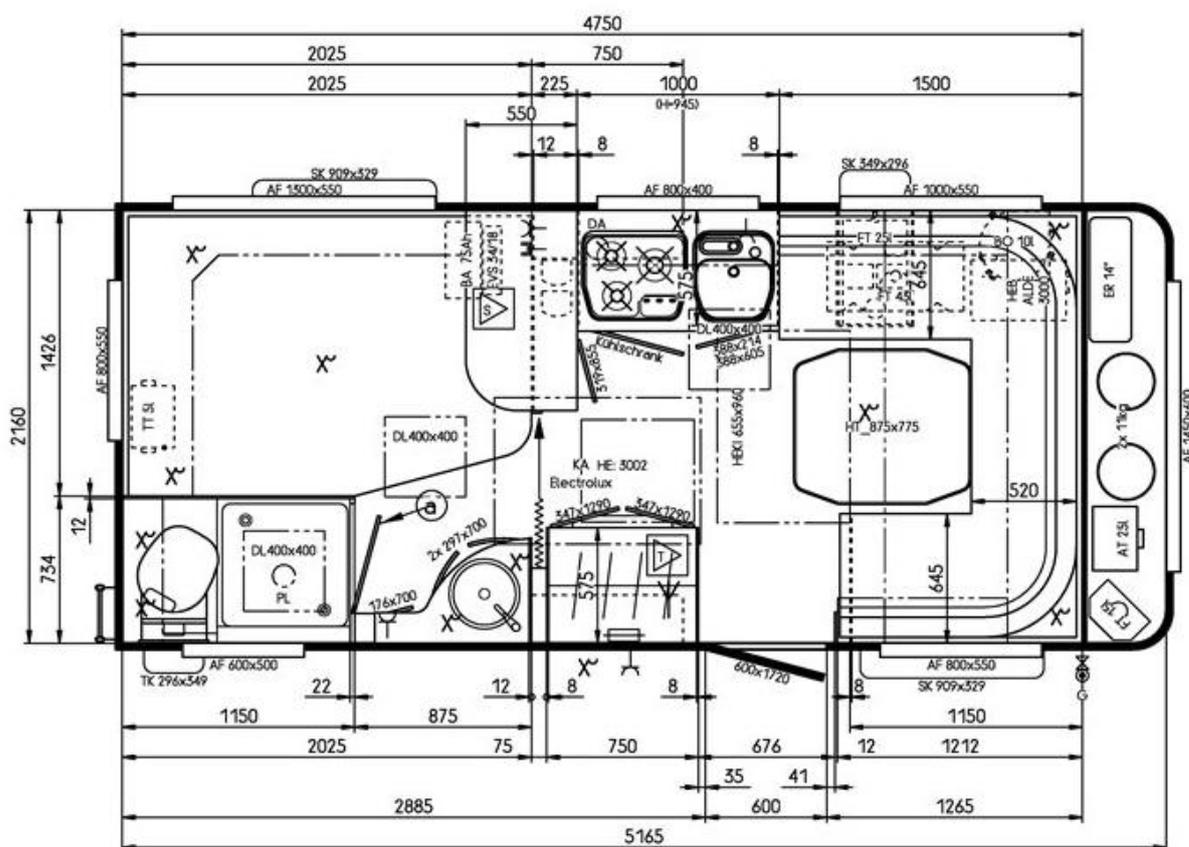


Рисунок 39 – Планировка прицепа

На рисунке 39 показана планировка прицепа. Предполагается, что сам каркас прицепа будет выполнен из фанеры, с наружной части для обеспечения защиты и придания эстетичного вида, прицеп будет обшиваться алюминиевыми панелями.

База прицепа будет увеличена для размещения жилого модуля. Предполагается выполнение жилого модуля по полноформатной схеме,

когда внутри модуля будет размещено не только спальное место и места для размещения вещей, но и туалет, санитарный узел и кухня.

Указанные элементы жилого пространства требуют наличия водоснабжения, поэтому предусмотрены баки для чистой, «серой» и грязной воды. Для обеспечения развесовки автодома и предотвращения разгрузки дышла при движении, баки и аккумуляторы будут размещаться в передней части модуля, с тем, чтобы обеспечить максимальную передачу усилия на дышло прицепа.

Электроснабжение автодома следует выполнять по схеме питания от аккумуляторов через инвертер. В этом случае, для освещения пространства внутри жилого модуля можно использовать напряжение 12В, а для подключения бытовых приборов задействовать напряжение 220В. Однако, учитывая ограниченную емкость аккумуляторных батарей и ограниченную мощность инвертора, электрическую мощность сети как правило ограничивают 3,5...5 кВА, не рекомендуя одновременно использовать электрический чайник и микроволновую печь.

«Для обеспечения устойчивости автодома даже при отсоединении транспортного средства-буксировщика, предусмотрены раздвижные подставные упоры, которые регулируются в зависимости от рельефа местности, тем не менее, имеющие ограничения по размерам. Крепятся данные упоры на резьбовых фиксаторах и имеют отверстия для удлинения. Для того чтобы раздвижной модуль во время движения автомобиля с прицепом, по причине инерции не смог самопроизвольно выдвинуться, на задней двери установлены замок с рукоятью и два стяжных замка. В целом конструкция предполагает изменение ее дизайна и внутреннего обустройства (например, кухонный отсек, дополнительных форточек, спальных мест).

Внутреннее пространство выполненного автодома можно заполнить по вкусу фурнитурой и дополнительными удобствами, по желанию заказчика» [36]

4.2 Технологический процесс сборки автодома на базе автоприцепа МЗСА

«Высокая стоимость готовой конструкции является веским основанием для изготовления своими руками дома на колёсах из прицепа. Для работы, кроме самого прицепа с достаточно прочным шасси, следует подготовить столярные инструменты, деревянные бруски, рейки, доски, фанеру, крепёж, фурнитуру, металлопрофиль. Работы выполняются в следующей последовательности:

- осматривается прицеп, проверяется его состояние, выполняется антикоррозионная обработка;
- из досок изготавливается рама, из реек – каркас;
- монтируется теплоизоляция. Для улучшения эксплуатационных характеристик утеплитель можно уложить в два слоя;
- пол обшивается фанерой;
- монтируется обрешётка кровли, к которой затем прикручивается фанера;
- в задней стенке устанавливается окно;
- оформляется дверной проём;
- монтируется мебель.

За основу будущего автодома берут базу прицепа (МЗСА), рисунок 40. Собирается каркас пола с утеплителем внутри и обшивкой из фанеры. Базу прицепа можно также использовать и двухосную, но тем самым вырастет вес прицепа, что негативно скажется на динамике автомобиля, буксирующего автодом.» [36]

На представленной схеме мы рассматриваем технологию сборки, демонстрируя процесс на примере сборки прицепа-капли, поскольку изображение проектируемого типа прицепа найти не представляется возможным.

При сборке всех конструкций подобного вида следует придерживаться следующей типовой технологии сборки.



Рисунок 40 – Прицеп с закрепленным основанием

1. «Разрезаются и крепятся к основанию боковые стенки будущего фургона. Все отверстия под двери и окна, а также для облегчения каркаса должны быть вырезаны заранее. Раму также можно использовать сварную, для усиления конструкции, как показано на рисунке ниже» [36]
2. «Из мебельного щита собираются полки и устанавливаются на основание. Эти же полки будут выполнять функции передней и задней стенок фургона.» [36]



Рисунок 41 – Сборка стенок фургона

3. «По форме фургона над полками с обеих сторон изгибается фанерный лист, поверх закрепляется силовой каркас из бруса. Одна сторона делается подъемной, открывая доступ к кухне. Все фанерные изделия тщательно шлифуются для дальнейшей покраски и лакировки. При сборке можно использовать кухонный отсек по своему усмотрению. Установить шкафчики, раковину, бак с водой и компрессор, кухонный гарнитур. Отделения не имеют много места, но базовые кухонные элементы вполне смогут быть установлены.» [36]



Рисунок 42 – Закрепления гнутых панелей и каркаса из бруса

4. Вырезается верхний люк и окно в крыше. Весь каркас утепляется, укладывается проводка. На этом этапе следует заранее предусмотреть точки вывода проводки под электрические розетки и места размещения приборов освещения, а также точки подключения бытовой техники.



Рисунок 43– Размещение проводки и теплоизоляции в корпусе

5. Поверх все заклеивается листами шпона. Когда вырезаны дверные и оконные проемы, можно приступать к внешней покраске и лакировке.



Рисунок 44 – Облицовка корпуса шпоном

6. Устанавливаются двери, верхний люк и приточно-вытяжная вентиляция. Закрепляются вся фурнитура, габаритные огни и крылья колес. Процесс сборки окончен.[3]

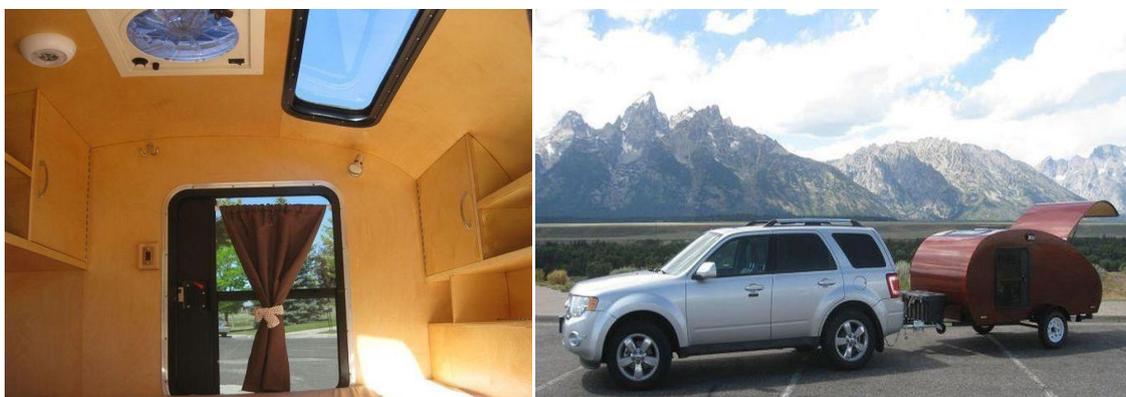


Рисунок 45 – Монтаж фурнитуры и завершение сборки

Как правило, автодом не имеет слива отработанной воды во внешнюю среду. На этапе сборки производится монтаж баков для чистой и «серой» воды, причем следует разделить бак для воды питьевой и воды технической. также производится их обвязка и соединение с насосами, которые отвечают за перекачку жидкости.

Заключительным этапом является монтаж системы газо- и электроснабжение. В случае с газом все максимально упрощается, поскольку газ используется для приготовления пищи, поэтому плиту подключают через понижающий редуктор газостойким гибким рукавом в оплетке. Газовый баллон как правило дополнительно фиксируется. Ниша для его хранения оборудуется оповещателем, который подает звуковой сигнал, в случае утечки. Электроснабжение производится путем запитывания от аккумуляторной батареи через инвертер. Мощность батареи рассчитывается в зависимости от суммарной емкости потребителей электроэнергии. Как правило, системы пуска ДВС и система бортового электропитания имеют разделения с целью предотвращения выхода из строя аккумулятора транспортного средства.

Выводы по разделу. В ходе выполнения раздела были определены конструктивные особенности транспортного средства и определен порядок его сборки. Предполагается изготовления каркаса модуля из древесных материалов, поскольку это во-первых значительно облегчит конструкцию, а во-вторых сделает ее одновременно устойчивой к знакопеременным нагрузкам.

5 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования

5.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля

Поскольку, за счет уплотнения компоновки проектируемого автодома снижается уровень безопасности водителя и пассажиров, необходимо детально проработать вопрос повышения пассивной и активной безопасности водителя и пассажиров.

5.1.1 Активная безопасность

«Активная безопасность (англ. Active safety) - совокупность конструктивных качеств транспортного средства и дороги, что позволяет путем активных действий участников дорожного движения предотвратить дорожно транспортном происшествии или снизить тяжесть ее возможных последствий.

Основным назначением систем активной безопасности автомобиля является предотвращение возникновения аварийной ситуации.

Больше всего известными и популярными системами активной безопасности являются» [21]:

- Антиблокировочная система тормозов;
- антипробуксовочная система;
- Электронный контроль устойчивости;
- Система распределения тормозной силы;
- Система экстренного торможения;
- Электронная блокировка дифференциала.

Есть также вспомогательные системы активной безопасности (ассистенты), предназначенные для помощи водителю в трудных с точки зрения вождения ситуациях. К таким системам относятся:

- Парктроник;

- Адаптивный круиз-контроль;
- Система помощи при спуске;
- Электромеханическое стояночный тормоз и тому подобное.

5.1.2 Пассивная безопасность

Пассивная безопасность (англ. Passive safety) - совокупность конструктивных особенностей транспортного средства и дорожных сооружений, обеспечивающих исключение или снижение тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия без активных действий участников дорожного движения.

Совокупность конструктивных элементов транспортного средства, используемые для защиты пассажиров от травм при аварии, составляет систему пассивной безопасности. Система должна обеспечивать защиту не только пассажиров и конкретного автомобиля, но и других участников дорожного движения.

Основоположником современной концепции пассивной безопасности автомобиля заслуженно считается выдающийся немецкий инженер-конструктор и изобретатель Бела Барени.

В пассивную систему безопасности транспортного средства может входить:

- подушки безопасности;
- легкосминаемые или мягкие элементы передней панели;
- рулевая колонка сминается при ударе;
- травмобезопасный педальный узел - при столкновении педали отделяются от мест крепления и уменьшают риск повреждения ног водителя;
- инерционные ремни безопасности и предварительно натяжных устройства к ним;
- детские системы безопасности - крепление, кресла, ремни безопасности;

- зоны деформации - энергопоглощающие элементы передней и задней частей автомобиля, мнутся при ударе - бамперы, элементы шасси и тому подобное;

- статические и активные подголовники сидений - защищают от серьезных травм шеи пассажира при ударе автомобиля сзади;

- безопасное стекло: закаленное, которое при разрушении рассыпается на множество неострых осколков и триплексы;

- дуги безопасности, усиленные передние стойки крыши и верхняя рамка ветрового стекла в родстерах и кабриолетах

- поперечные брусья в дверях;

- аварийный выключатель аккумуляторной батареи;

- система защиты пешеходов и т.д.

Управление системой безопасности автомобиля

Система пассивной безопасности современного автомобиля имеет электронное управление, что обеспечивает эффективное взаимодействие большинства ее компонентов. Конструктивно система управления содержит входные датчики, блок управления и исполнительные устройства.

Входные датчики воспринимают параметры, при которых возникает аварийная ситуация, и превращают их в электрические сигналы. К ним относятся датчики удара, выключатели замка ремня безопасности, датчик занятости сиденья переднего пассажира, а также датчик положения сиденья водителя и переднего пассажира и тому подобное. На каждую из сторон автомобиля устанавливается, как правило, по два датчика удара. Они обеспечивают срабатывания соответствующих подушек безопасности. В задней части датчики удара применяются при оборудовании автомобиля активными подголовниками с электрическим приводом.

Выключатель замка ремня безопасности обеспечивает подтверждение использования ремня безопасности. Датчик занятости сиденья переднего пассажира позволяет в случае аварийной ситуации и отсутствия на переднем сиденье пассажира сохранить соответствующую подушку безопасности. В

зависимости от положения сиденья водителя и переднего пассажира, воспринимается соответствующими датчиками, изменяется порядок и интенсивность применения компонентов системы.

На основании сравнения сигналов датчиков с контрольными параметрами блок управления устанавливает наступления аварийной ситуации и активизирует необходимые исполнительные устройства элементов системы пассивной безопасности. Активизация исполнительных устройств производится в определенном сочетании в соответствии с заложенным в блок управления программного обеспечения, который на основе анализа информации, поступающей от датчиков способен распознавать фронтальный, фронтально-диагональный, боковой удары и удар сзади и активировать соответствующие элементы системы пассивной безопасности.

Исполнительными устройствами элементов системы пассивной безопасности являются пиропатроны подушек безопасности, натяжители ремней безопасности, аварийные выключатели аккумуляторной батареи, механизмы привода активных подголовников (при использовании подголовников с электрическим приводом), а также контрольная лампа, сигнализирующая о сигнализирующий о непристегнутых ремнях безопасности.

5.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности

Целостность каркаса автомобиля является важным компонентом пассивной безопасности автомобиля. Перед выпуском автомобиля на рынок автопроизводители осуществляют тестирование каркаса. При этом детали кузова, окружающих водителя и пассажиров должны минимально изменять свою форму, все же другие детали должны деформироваться и поглощать силу удара.

Все современные автомобили разрабатываются с учетом требований по пассивной безопасности. А уровень совершенства конструкции по пассивной

безопасности проверяется краш-тестами, которые осуществляются по разным системам и с различными исходными условиями.



Рисунок 46 - Элементы программируемой деформации кузова

Кузов должен быть и жестким, и податливым одновременно. Так, жестким делают каркас пассажирского салона, в котором находятся водитель и пассажиры - при ударе эта зона деформируется в последнюю очередь. Силовая «клетка» салона сделана из прочной стали, в дверях есть мощные брусья, не дают им зинаться. В свою очередь податливыми делают специальные зоны, за счет деформации которых, в случае дорожно-транспортного происшествия, будет тушиться скорость. Моторный отсек и багажник являются так называемыми зонами запрограммированной деформации. Таким образом автомобили начали делать сравнительно недавно.

5.3 Стандарты проведения краш-тестов

Тестированием всех автомобилей занимается всего лишь несколько различных организаций по всему миру. Такие специализированные компании проводят различные тестирования и сертификации автомобилей и проверяют и устанавливают уровень безопасности каждого нового выпущенного на автомобильный рынок экземпляра авто, то есть проводят краш-тест автомобилей. Самыми известными компаниями, а также в свою очередь самыми профессиональными и компетентными в данном вопросе считают две компании, а именно Европейская организация, которая носит название - «Euro NCAP», а также, конечно же, Американская организация под названием «IIHS».



Рисунок 47 - Манекен для осуществления Краштест

Специализированная организация, которая называется - Euro NCAP, а полное название компании такое European New Car Assessment Programme, была создана еще в девяностых годах, а точнее в 1996 году. Учредителями

компания стало несколько различных организаций, которые стремились быть ответственными за безопасность на дорогах. Некоторые из данных европейских институтов объединяют не только государственные организации, но также некоторые автомобильные клубы и автомобильные салоны Европы. Автомобили, которые проходят тестирование закупаются в европейских автосалонах простыми людьми и после отправляются на прохождение краш-тестов, при этом компания, то есть производитель данного автомобиля не знает о том, что авто будет проверено и протестировано данной организацией, что уменьшает риск возможной коррупции в данном процессе. Результаты проведенных тестов становятся доступными как для автолюбителей, так и для производителей одновременно, без каких-либо преимуществ.

Американская организация под названием IIHS, полное название Insurance Institute for Highway Safety - это также абсолютно не коммерческая организация, а скорее научно-образовательная компания или организация. Самой главной и основной целью этой организации является существенное снижение смертности, также травматизма, различных других повреждений и, конечно же, материального ущерба, которые приносят аварии на дорогах всего мирового сообщества. Данная организация получает частичное финансирование от страховых компаний, которые заинтересованы в уменьшении страховых выплат, а также снижение высокого уровня смертности на дорогах. Тесты данной компании практически идентичны за исключением нескольких деталей и нюансов, которые не существенны и не дают различий в результатах проведенных тестирований европейской компанией.

Однако, какие бы квалифицированные и высокоточные тесты не проходили автомобили поступающие на краш-тесты, ни одно и не один тест не могут смоделировать все возможные ситуации, которые возможны на дороге среди других автомобилей.

Все компании занимающиеся проведения краш-тестов предупреждают, что ни один набор тестов не может повторить все возможные случаи на дорогах, поэтому некоторые компании для большего устрашения и подтверждение своих слов публикуют так называемый рейтинг смертности водителей при одних или других ситуациях. Именно такой рейтинг, лучше любой рейтинг краш тестов автомобилей показывает, автомобиль как себя ведет в той или иной ситуации, и какая ситуация может произойти.

Анализ всех данных показывает практически идентичные данные и рейтинги во всех компаний, значит наличие максимально правильного результата.

Выводы по разделу. Был произведен анализ безопасности транспортного средства и определены аспекты его безопасной эксплуатации. Произведен анализ нормативных документов, регламентирующих безопасность транспортных средств. Рассмотрены мероприятия, предусмотренные автопроизводителями при подтверждении безопасности транспортного средства.

6 Экономическая часть

Расчет себестоимости сборки автодома на базе автомобильного прицепа МСЗА проводится исходя из отсутствия серийной конвейерной сборки подобных транспортных средств. В то же время, самостоятельная переработка, в силу вступления регламента Таможенного Союза запрещает самостоятельное переоборудование транспортных средств. Поэтому, сборка подобных транспортных средств может быть произведена только силами специализированных сертифицированных ателье, занятых в доработке транспортных средств и получивших сертификат одобрения на тип транспортного средства. То есть, речь идет о мелкосерийном производстве, не превышающим число 150 экземпляров в год.

Расчет производим исходя из следующих данных:

Изменившаяся масса автомобиля за счет увеличения корпуса автомобиля:

$$M = 2708 - 2522 = 186 \text{ кг}$$

Корпус сделан из стали.

Стоимость стали на рынке ~ 50 рублей/килограмм

Стоимость на один комплект будет стоить $186 \cdot 50 = 9300$ рублей

Обработка стали штамповкой для получения листовых сталей ~10000 рублей
Лакокрасочные покрытия ~10000 рублей

В итоге цена материалов:

$$Q_m = 9300 + 10000 + 10000 = 29300 \text{ рублей}$$

Необходимо учитывать также зарплату работника, если производитель не делает его сам.

Необходимо сначала удалить часть крыши прежнего кузова, а потом приварить новую увеличенную часть крыши модуля.

Удаление крыши кузова ~1000 рублей

Сварка крыши кузова ~8000 рублей

Лакокрасочное покрытие с готовыми материалами ~1500 рублей

Таким образом, общая сумма на работы по модернизации:

$$Q_r = 1000 + 8000 + 1500 = 10\,500 \text{ рублей}$$

Общая себестоимость, учитывая стоимость материалов и работ:

$$Q_s = 10500 + 29300 = 39800 \text{ рублей} \sim 40 \text{ тысяч рублей}$$

«Учитывая престижность автодомов, производитель может повысить стоимость модернизации в 5 раз от себестоимости, что не будет ощущаться несправедливым.» [40]

Таким образом, стоимость модернизации на рынке:

$$Q_a = 40\,000 * 5 = 200\,000 \text{ рублей}$$

Заводская стоимость автомобиля - 1 024 500 рублей

Тогда, стоимость автодома составит:

$$Q_z = 1\,024\,400 + 200\,000 = 1\,224\,400 \text{ рублей}$$

Данная цена выглядит вполне приемлемо и не выделяется на фоне цены за автомобиль, что, безусловно, принесет этой модели повышенный спрос.

Выручка:

$$S = 200\,000 - 40\,000 = 160\,000 \text{ рублей за одну модернизацию.}$$

Общий годовой эффект при программе 150 автоприцепов:

$$\mathcal{E} = 160\,000 * 150 = 24\,000\,000 \text{ рублей}$$

«Необходимо также заметить, что рассматривался чистовой вариант автодома, т.е. без дополнительного оборудования и дизайна. Они не устанавливаются до продажи вообще или устанавливаются индивидуально.» [40]

Заключение

Развитие индустрии автодомов не стоит на месте. Все чаще люди в нашей стране выбирают активный отдых в кемперах. Требуются конструкции способные удовлетворить среднего покупателя. Именно автодома на основе уже существующих автомобилей будут пользоваться спросом. А их невысокая стоимость и удобство будет хорошим подспорьем в развитии дорожного туризма в стране. Именно поэтому дипломный проект был основан, на увеличении внутреннего пространства автомобиля, тем самым увеличивая его функционал для становления автодомом в составе автопоезда из базового автомобиля тягача и прицепа. Это будет позволять путешествующим брать с собой больше людей, за счет увеличения количества общего места. Семья из трех-четырех человек может вполне комфортно разместится в таком автодоме. Помимо вышеперечисленных кузовных изменений, было проведено 2 тяговых расчета автомобиля и автомобиля вместе с прицепом, из которого можно сделать вывод, что перевозка изменение конструкции автомобиля под автодом будет значительно влиять на динамические характеристики.

Смотря на всю проделанную работу, доработка автомобильного прицепа МСЗА под автодом имеет как плюсы, так и незначительные минусы для автомобиля. В обмен на увеличения пространства, которое может быть использовано как жилое, автомобиль теряет динамические характеристики, в т.ч. уменьшается максимальная скорость, увеличивается время и путь разгона. Но так как автомобиль не нацелен на то, чтобы использовать его для быстрых пересечений местности, то эти минусы, как и было сказано ранее, незначительны, а то и вовсе могут не учитываться.

Так же данная модернизация довольно эффективна в экономическом плане, так как не требует много работы, а осуществляется уже на готовом автомобиле и за счет престижности домов на колесах, прибыль будет

высокой, но в нашей стране необходимо учесть отсутствие потенциала для конвейерного выпуска в данный момент.

Была произведена проработка планировки жилого модуля, разработана схема размещения жилого интерьера и устройств для обеспечения жизнедеятельности. Указанные результаты нашли свое отражение на листах графической части проекта.

При модернизации также нельзя забывать про безопасность жизнедеятельности и соблюдать требования безопасности при работе с инструментами и материалами.

На основании изложенного, считаем задачи, поставленные в рамках дипломного проектирования выполненными.

Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
6. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
7. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
8. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
9. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. -

Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3

10.Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

11.Дома на колесах. Электронный ресурс URL: <http://trezvyivoditel.su/page/doma-na-kolesax-naznachenie-raznovidnosti-i-konstruktivnye-osobennosti>

12.Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

13.Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

14.Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 400 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

15.Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный

16.Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения автомобиля : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11] : ил.-Библиогр.: с.10-21.

17.Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

18.Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

19.Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

20.Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

21.Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

22.Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с

23.Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

24.Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

25.Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

26.Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114, 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.

27. Руктешель, О.С. Выбор параметров и оценка тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля / О.С. Руктешель. – Минск : БНТУ, 2015. – 77 с.

28. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 758 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.

29. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

30. Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный

31. Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.

32. Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.- Библиогр: с. 110-112.

33. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

34. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

35. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

36.Технология построение автодома из старого автомобиля.
[URL:https://gtshina.ru/tyuning/pereoborudovanie-avto-v-dom-na-kolesah-shikarnyi-dom-iz-starogo/](https://gtshina.ru/tyuning/pereoborudovanie-avto-v-dom-na-kolesah-shikarnyi-dom-iz-starogo/)

37.Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

38.Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

39.Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

40.Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s

41.Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

42.Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.

43.G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

44.Guide to 4 types of motorhomes. Электронный ресурс URL: <https://www.tripsavvy.com/types-of-motorhomes-2912600>

45.Haney, Paul. The racing and high-performance tire / Paul Haney. – TV MOTORSPORT : Springfield, 2003. – 285 p. [2]. – ISBN 0-9646414-2-9.

46.Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.

47. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

48. Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Tom 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

49. Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.

Приложение А
Графики тягового расчета

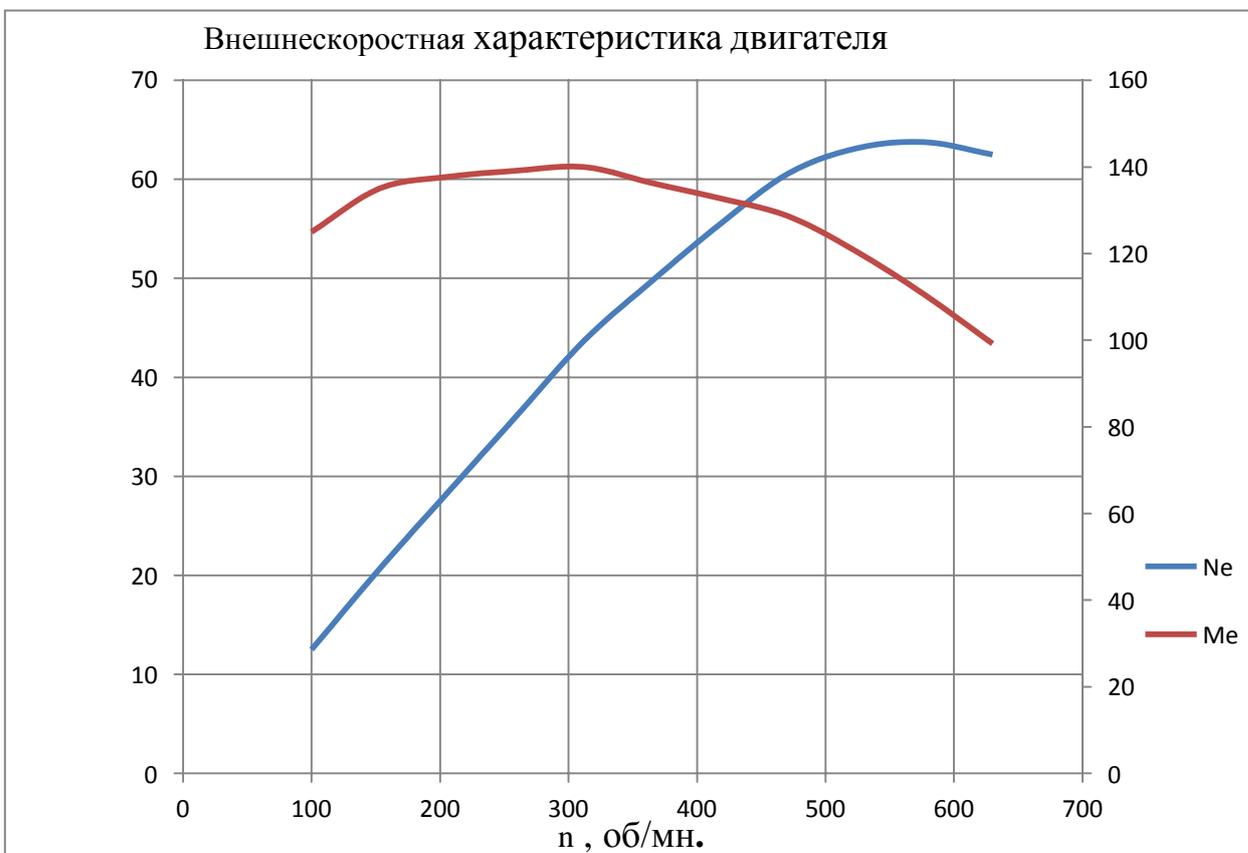


Рисунок А1 – Внешняя скоростная харатктеристика

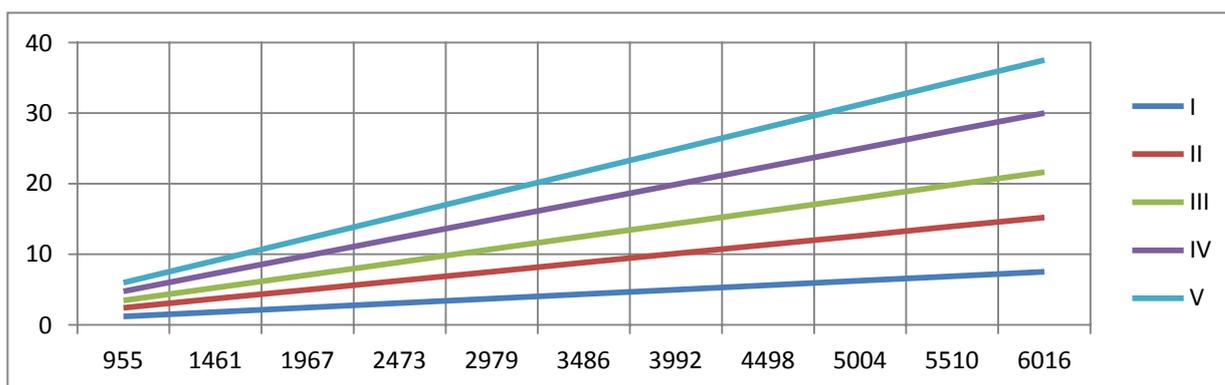


Рисунок А2 – Скоростная характеристика автомобиля на передачах

Продолжение Приложения А

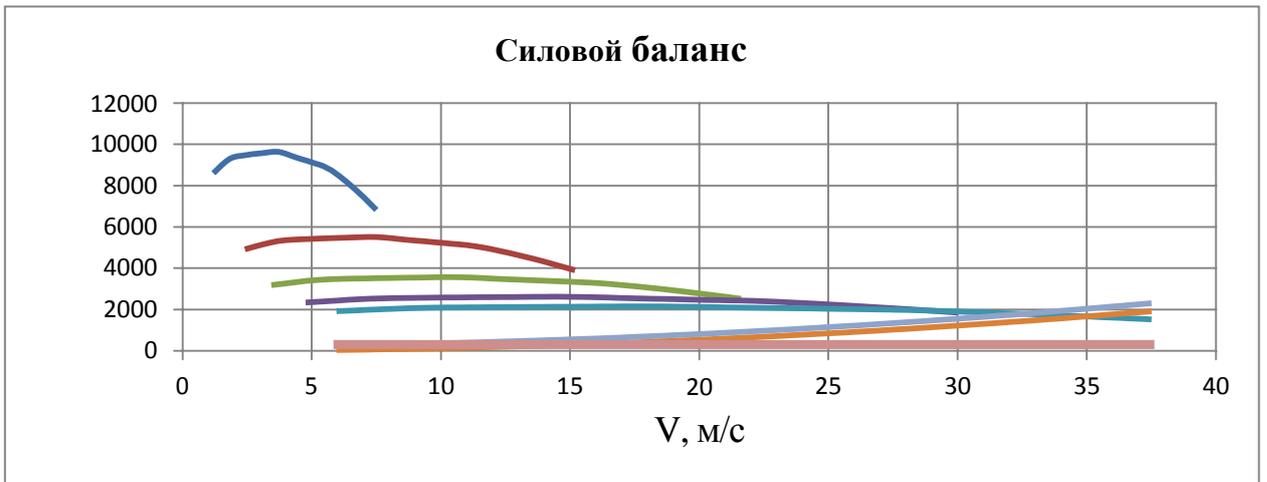


Рисунок А3 – Силовой баланс

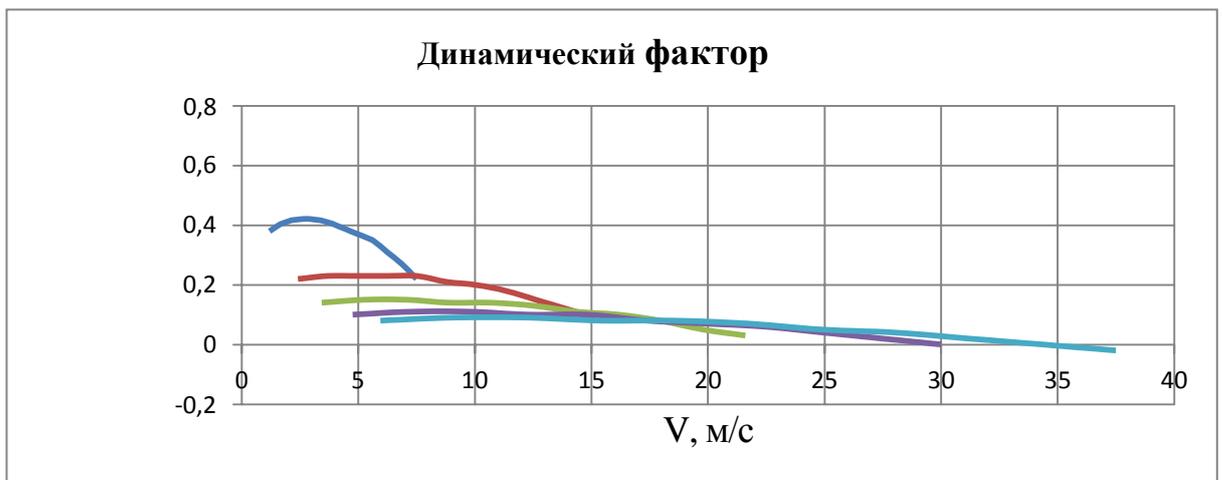


Рисунок А4 – Динамический фактор

Продолжение Приложения А

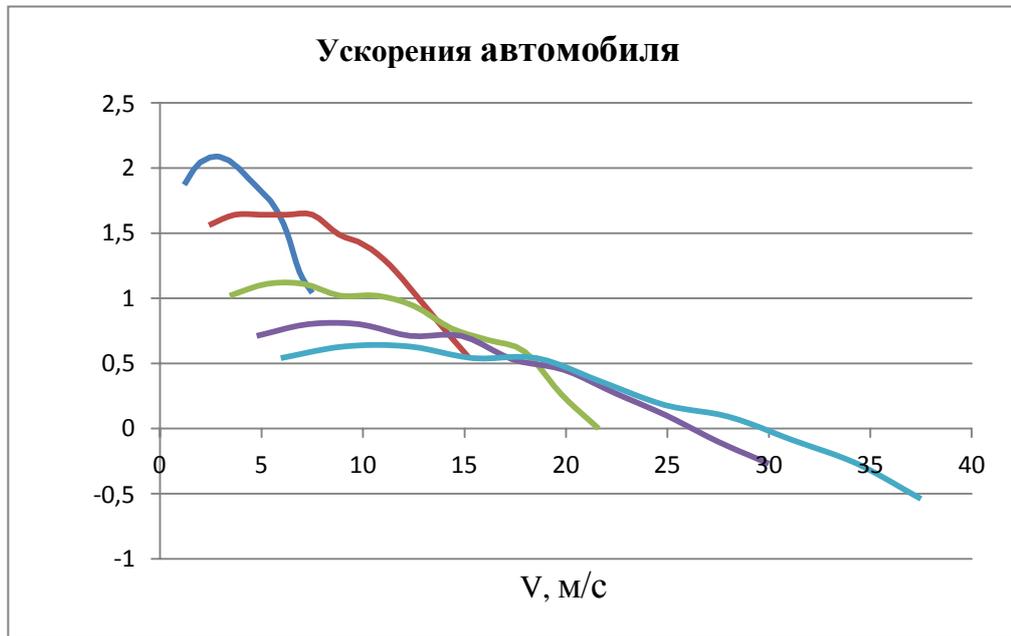


Рисунок А5 – Ускорения автомобиля

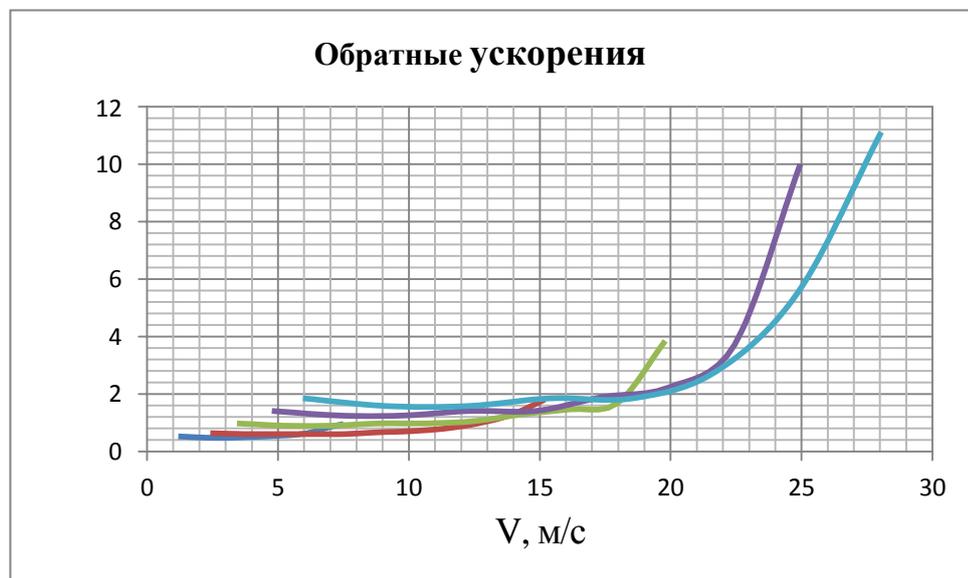


Рисунок А6 – Динамические ускорения автомобиля

Продолжение Приложения А

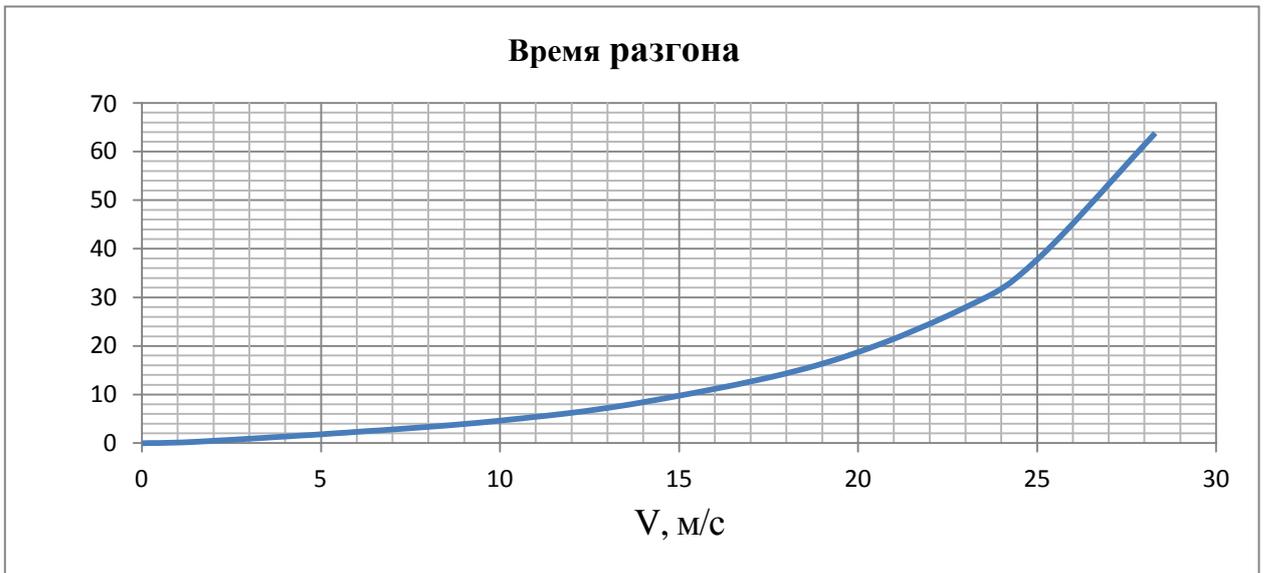


Рисунок А7 – Время разгона автомобиля



Рисунок А8 – Путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

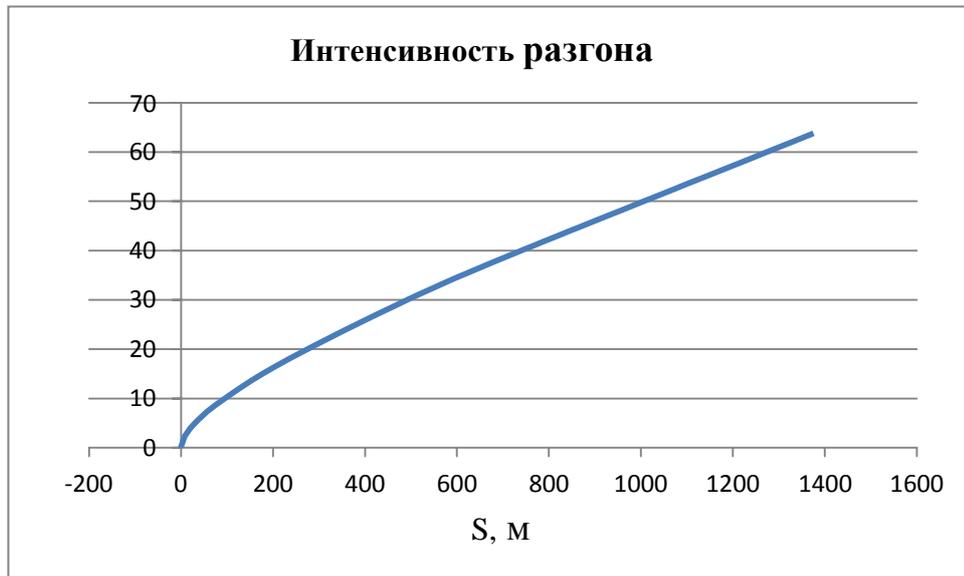


Рисунок А9 – Интенсивность разгона автомобиля