

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 Автодом для путешествий на базе автобуса Газель NEXT

Студент

А.В. Тихонов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

К.т.н., доцент, И.Р. Галиев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

К.пед.н., доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Целью данного дипломного проекта является модернизация автомобиля ГАЗель NEXТ в качестве автодома для путешествий, а также исследование влияния на тягово-динамические характеристики автомобиля.

Создание и развитие автодомов берет свои корни из США, где они в настоящее время активно применяются. Однако и в России можно встретить людей, путешествующих и живущих в автодомах. Россия обладает огромным потенциалом для развития автодомов в связи со своей большой территорией, поэтому развитие автодомов в стране была и остается актуальной темой.

Дипломный проект включает анализ всех типов автодомов, а также выявление их сильных и слабых сторон, изучение воздействия на автомобиль ГАЗель NEXТ модернизации, создающей автодом. В соответствии с этим в дипломе будут сделаны 2 тяговых расчета, по которым можно будет выявить изменение тяговых характеристик вследствие модернизации автомобиля, а для наглядности взглянуть на графики до и после модернизации.

Дипломный проект содержит 83 страницы, 58 иллюстраций, 18 таблиц и 24 графика.

Abstract

The aim of this thesis project is to modernize the GAZelle NEXT car as a motorhome for traveling, as well as to study the influence on the traction and dynamic characteristics of the car.

The creation and development of motorhomes takes its roots from the United States, where they are currently actively used. However, in Russia you can meet people traveling and living in motorhomes. Russia has great potential for the development of motorhomes in connection with its large territory, so the development of motorhomes in the country has been and remains an urgent topic.

The graduation project includes an analysis of all types of motorhomes, as well as identifying their strengths and weaknesses, studying the impact on the GAZelle NEXT automobile of modernization that creates a motorhome. In accordance with this, 2 traction calculations will be made in the diploma, according to which it will be possible to detect a change in traction characteristics due to the modernization of the car, and for clarity, look at the graphs before and after the modernization.

The graduation project contains 83 pages, 58 illustrations, 18 tables and 24 graphs.

Содержание

Введение.....	7
1. Концепция автодома (автокемперах).....	9
1.1 Классификация и обзор автодомов.....	10
2. Обзор конструкции автодомов (кемперов).....	15
2.1. Автодом.....	15
2.2 . Камперван.....	17
2.3. Караван.....	21
2.4. Всплывающий кемпер.....	27
2.5 Грузовик-кемпер.....	29
3. Безопасность жизнедеятельности.....	32
4. Общий процесс сборки автодома на базе старого автомобиля.....	35
5. Экономическая часть.....	42
6.Тяговый расчет автомобиля ГАЗель NEXT.....	44
6.1. Исходные данные.....	44
6.2 Определение мощностей и моментов двигателя ГАЗель NEXT...	45
6.2.1. Определение полной массы автомобиля.....	45
6.2.2. Определение статистического радиуса колеса.....	45
6.2.3. Определение коэффициента обтекаемости.....	45
6.2.4. Расчет лобовой площади автомобиля ГАЗель NEXT.....	46
6.2.5. Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости.....	46

6.2.6. Определение внешней скоростной характеристики двигателя.....	46
6.3. Определение передаточного числа трансмиссии ГАЗель NEXT.....	48
6.3.1. Определение передаточного числа главной передачи.....	48
6.3.2. Определение передаточных чисел коробки передач.....	49
6.4. Анализ тяговой динамики.....	51
6.4.1. Тяговый баланс автомобиля.....	51
6.4.2. Динамические характеристики автомобиля.....	53
6.5. Анализ динамики разгона.....	55
6.5.1. Разгон автомобиля.....	55
6.6. Мощностной баланс автомобиля.....	59
6.7. Топливо–Экономическая Характеристика Автомобиля ГАЗель NEXT.....	61
7. Тяговый расчет автодома на базе ГАЗель NEXT.....	63
7.1. Исходные данные.....	63
7.2. Определение мощностей и моментов двигателя ГАЗель NEXT... ..	64
7.2.1. Определение полной массы автомобиля.....	64
7.2.2. Определение статистического радиуса колеса.....	64
7.2.3. Определение коэффициента обтекаемости.....	65
7.2.4. Расчет лобовой площади автомобиля ГАЗель NEXT.....	65
7.2.5. Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости.....	65
7.2.6. Определение внешней скоростной характеристики двигателя.....	65

7.3. Определение передаточного числа трансмиссии ГАЗель	
NEXT	67
7.3.1. Определение передаточного числа главной передачи.....	67
7.3.2. Определение передаточных чисел коробки передач.....	67
7.4. Анализ тяговой динамики.....	68
7.4.1. Тяговый баланс автомобиля.....	68
7.4.2. Динамические характеристики автомобиля.	70
7.5. Анализ динамики разгона.....	72
7.5.1. Разгон автомобиля.....	72
7.6. Мощностной баланс автомобиля.	77
7.7. Топливо–Экономическая Характеристика Автомобиля ГАЗель	
NEXT	78
Заключение.....	80
Список используемых источников.....	82

Введение

Целью данного проекта является модернизация существующего автомобиля ГАЗель NEXT до автодома на колесах на базе этого самого автомобиля.

Создание и развитие автодомов берет свои корни из США, где они в настоящее время активно применяются. Однако и в России можно встретить людей, путешествующих и живущих в автодомах. Россия обладает огромным потенциалом для развития автодомов в связи со своей большой территорией, поэтому развитие автодомов в стране была и остается актуальной темой.

Дипломный проект включает анализ всех типов автодомов, а также выявление их сильных и слабых сторон, изучение воздействия на автомобиль ГАЗель NEXT модернизации, в результате которой из автомобиля будет создан автодом. В соответствии с этим в дипломе будут сделаны 2 тяговых расчета, по которым можно будет выявить изменение тяговых характеристик вследствие модернизации автомобиля, а для наглядности взглянуть на графики до и после модернизации.

Также в работе будут иметься экономическая часть и часть безопасности жизнедеятельности.

Часть безопасности жизнедеятельности будет включать базовую информацию и общие требования во время работы.

В экономической же части будет показано, насколько выгодно будет проводить данную модернизацию. Но необходимо учитывать, что рынок домов на колесах на территории России не развит так же сильно, как в США или Евросоюзе, или других развитых странах, из-за чего компаний, продающих уже готовые автодома можно буквально “пересчитать по пальцам”. В связи с этим модернизация в данной работе не может

считаться "конвейерной", а скорее ситуативной (разработка на заказ), поэтому предугадать спрос не представляется возможным. Также из-за неустойчивости курса рубля и инфляции числа могут сильно измениться буквально через год-два, в связи с чем числа в расчетах могут потерять смысл и ввести в заблуждение. Учитывая все вышесказанное, будут даны приблизительные расчеты и общие рекомендации.

1.1 Классификация и обзор автодомов

Рекреационное транспортное средство, часто сокращенно RV, является транспортным средством или прицепом, который включает в себя жилые помещения, предназначенные для проживания. Типы RVs включают автодом, камперван, караваны (также известные как туристические прицепы и кемперы с прицепами), пяти-колесные прицепы, всплывающие кемперы и кемперы-грузовики.

Особенности

Типичные удобства RV включают в себя кухню, ванную комнату и одно или несколько спальных мест. RVs могут варьироваться от утилитарных - содержащих только спальные помещения и основные кухонные принадлежности - до роскошных, с такими функциями, как кондиционер (AC), водонагреватели, телевизоры и спутниковые приемники, а также кварцевые столешницы.

Вездеходы могут быть трейлерами (буксируемыми позади транспортных средств) или самоходными. Большинство RVs являются однопалубными; Тем не менее, двухэтажные RVs также существуют. Чтобы обеспечить более компактный размер при транспортировке, большие RV часто имеют расширяющиеся стороны (так называемые выдвижные) или навесы.

История

Ранним типом каравана является фургон, запряженный лошадьми, который с 1745 года играл важную роль в открытии внутренней части североамериканского континента для поселения белых. К 1920-м годам RV хорошо зарекомендовал себя в Соединенных Штатах, и по всей стране были созданы кемпинговые клубы RV, несмотря на грунтовые дороги и ограниченное количество кемпингов. Несколько компаний начали производство домашних трейлеров (в то время они назывались *прицепами*). Airstream является одной из таких компаний. До 1950 - х годов, Р. В. промышленность не была тесно связана с мобильной

домашней промышленности, так как большинство мобильных домов были короче, чем 9 метров (30 футов) в длину, и, таким образом, легко транспортируются. В течение 1950-ых, индустрия RV и мобильные дома были разделены, и производители RV начали строить автономные автодома.

В Европе вагоны, построенные для размещения (а не только для перевозки людей или товаров), были разработаны во Франции примерно в 1810 году. В Британии их использовали шоумены и артисты цирка 1820-х годов. Ромы только начали жить в караванах (vardos) около 1850.

В Канаде первые автодома были построены на кузовах легковых или грузовых автомобилей примерно с 1910 года.

В Австралии самый ранний известный дом на колесах был построен в 1929 году. Этот дом на колесах признан первым моторизованным караваном в Австралии и в настоящее время находится в музее Гулва.



Рисунок 1 – 1933 г., автомобильный и туристический наблюдательный трейлер



Рисунок 2 - 1970-е годы Ханомаг-Хеншель Орион



Рисунок 3 - 1970-е годы Dodge Travco



Рисунок 4 - 1973 GMC Motorhome

Автомобильная индустрия отдыха

В США около 85 процентов рекреационных автомобилей, продаваемых производятся в Индиане, и примерно две трети этой продукции в графстве Elkhart, который называет себя «RV столицей мира», население 206000. По данным RV Industry Association, эта отрасль имеет ежегодный экономический эффект в Индиане на 32,4 млрд. Долл. США, выплачивает государству 3,1 млрд. Долл. США в виде налогов и

обеспечивает 126 140 рабочих мест и 7,8 млрд. Долл. 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. [4] 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.

Применение

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.

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

Влага и конденсация

Влага - не редкая проблема на внедорожниках. Основными источниками влаги является дыхание от пользователей фургона, а также водяные пары от любого приготовления пищи в помещении или сушки одежды. Дождевая вода, попадающая в RV, также иногда может быть причиной влажности.

Слишком высокая влажность может привести к плохому климату в помещении. Кроме того, влага обычно конденсируется на окнах, поскольку это обычно самые холодные поверхности внутри автомобиля. Конденсация затем имеет тенденцию капать вниз на оконную раму и может капать дальше в стену в случае, если оконная рама не является достаточно водонепроницаемой, что может вызвать рост плесени.

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.осушитель может быть введен в RV для того, чтобы понизить уровень влажности, но не удалить основную причину, и как таковой, часто можно рассматривать как временное решение. 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.[4]

2 Обзор типов и конструкции автодомов

2.1 Автодом, или же междугородный 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.



Рисунок 5 - Автодом Гимер с каретным кузовом



Рисунок 6 - Два автодома класса С, установленные на Фрейтлайнер Сплинтер(слева) и шасси Форд Е-серии(справа) .



Рисунок 7 - Дезлефс альков дом на колесах

Автодома обычно имеют спальные места для 2-8 человек. Каждое спальное место называется причалом.

История

Происхождение автодома датируется 1910 годом, когда автомобильная компания Pierce-Arrow представила модель Touring Landau в автосалоне Мэдисон Сквер Гарден . Производство RV было остановлено во время Второй мировой войны и не будет возобновлено для внутреннего рынка до 1950-х годов. Когда производство снова началось, дизайнеры начали прививать кузов прицепа на грузовое или автобусное шасси.

Раймонд Франк дал этим домам свое современное название «дом на колесах». В 1958 году Фрэнк спроектировал и построил свой первый дом на колесах, чтобы его семья могла отдыхать во Флориде и на Среднем Западе.[6]



Рисунок 8 - Класс А Ultra Van, выпущенный в 1968 году



Рисунок 9 - Камперван, Олдтаймер с нишей, Шевроле

2.2 Камперван

Фургоны (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.

Внедорожные вариации

Автомобили, часто называемые кемперами 4x4, идеально подходят для съезда с проторенных дорог и исследования открытых дорог. Некоторые модели включают в себя раскрывающиеся палатки, установленные на крыше, в то время как другие имеют выдвижные крыши для дополнительного спального места и хранения.

В Европе Citroën H-Van также использовался в качестве основы для многих преобразований, и особенно популярен среди голландских и бельгийских пользователей. Бывший завод имел несколько конфигураций по высоте и длине, и во всех версиях он имел низкий пол и высокий потолок - наследие одного из его первоначальных применений в качестве мобильного магазина. Обычно для этого не требуется всплывающее окно для размещения своих пользователей.

Современные среднеразмерные японские фургоны, такие как Toyota Hiace, иногда переделывают, чтобы выглядеть как классический Volkswagen.



Рисунок 10 -Классический Фольксваген Кемпер



Рисунок 11 - Голландская версия - с дверями - Citroën H-Van Camper

Британские и европейские классификации размера и типа

А-класс (АС)

Похож на американские автодома класса А (иногда их называют «Виннебагос»), но, как правило, в Европе их поменьше. Полностью каретный на базе шасси среднего и большого фургона, от 7,5 тонн и выше. Высокопрофильный, иногда с выдвижными (боковыми) удлинителями с электроприводом для жилой площади, генерирующими электричество ветряными мельницами и в очень больших моделях (североамериканского масштаба), иногда даже оборудованный гаражом с гидравлическим приводом, способным перевозить небольшой автомобиль



Рисунок – 12 Типичный автодом "Оверкаб" на сравнительно большой базе Айвеко Ван

Высокий верх (НТ)



Рисунок 13 - "Хай Топ" Камперван



Рисунок 14 - Мазда "Восходящая крыша" Камперван



Рисунок 15 - Ниссан Навара разборный кемпер

Кузов расположен на погрузочной платформе (иногда модифицированной) и, как правило, снимается в кемпингах, что позволяет использовать транспортное средство без жилой части.

Автомобили Форд , Тойота , Ниссан и Митсубиси являются основой для таких типов автодомов.

В-класс (BC)

От полупрофильных кузовов до фургонов. Как правило, шасси фургона предоставляется без внутренних или каких-либо внешних элементов как «незавершенное транспортное средство» производителем автомобилей и оснащено удобствами RV со стороны автобуса. Затем он продается в виде готового RV и обычно имеет сертификацию стандартов безопасности от RV Industry Association.

Удобства

- 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 Караван(буксируемый прицеп)

Караван, прицеп для путешествий, кемпер или кемперский прицеп буксируется дорожным транспортным средством , чтобы предоставить водителю и пассажирам место для сна , которое является более удобным и защищенным , чем палатки (хотя есть откидная палатки прицеп). Он предоставляет людям возможность иметь собственный дом в путешествии или в отпуске , не полагаясь на мотель или гостиницу , и позволяет им оставаться в местах, где их нет. Тем не менее, в некоторых странах туристы могут посещать только специальные места, за которые взимается плата.

Используются в основном в Северной Америке , Европе ,Австралии и Новой Зеландии.»



Рисунок 16 - Караван, Нидерланды , 2005



Рисунок 17 - Слезные трейлеры

История

В Европе происхождение туристических трейлеров и караванинга можно проследить до путешествующих цыган и шоуменов, которые большую часть своей жизни провели в конных караванах .

Сэмюэль Уайт Бейкер приобрел настоящий цыганский караван в Великобритании и отправил его на Кипр для своего тура в 1879 году. «Первый в мире развлекательный трейлер был построен Bristol Wagon & Carriage Works в 1880 году для доктора Уильяма Гордона Стейблса», популярного автора подростковой приключенческой фантастики, заказавшей «джентльменский караван». Это был 18-футовый (5,5 м) проект, основанный на их библейских повозках, который использовался путешествующими проповедниками на Диком Западе Америки. Конюшни назвали его *Странником*. Он путешествовал по британской сельской местности в нем и позже написал книгу, документирующую его путешествия в 1885 году под

названием «Джентльменский цыган». Это подтолкнуло герцога Ньюкасла к вводу в эксплуатацию его собственного каравана, *Богемского*.

На рубеже веков «караванинг» для отдыха стал все более популярным. В 1901 году был создан первый специализированный клуб караванинга. Клуб кемпинга и караванинга (первоначально Ассоциация велосипедистов) был основан Томасом Хирамом Холдингом, отцом современного кемпинга. Клуб Караван был основан в 1907 году с конюшнями в качестве вице-президента. Его заявленная цель состояла в том, чтобы «... собрать вместе тех, кто интересуется жизнью фургона как времяпровождением ... улучшить и поставить подходящие фургоны и другие приборы ... и обустроить кемпинг». Караванинг приобрел популярность в Северной Америке в 1920-х годах.

Современные туристические прицепы бывают разных размеров: от крошечных двухместных прицепов без туалета и только основных кухонных принадлежностей до больших трехосных шестиместных типов.

Ромские караваны

«Караваны, особенно Вардо, служили в качестве значимой культурной иконы и являлись символом кочевых цыган. До начала 19-го века караваны цыган служили в основном средством передвижения, а не местом проживания.

Туристические трейлеры

«В США и Канаде история туристических трейлеров восходит к началу 1920-х годов, когда тех, кто пользовался их использованием, часто называли «консервобаночными туристами». С течением времени, трейлеры стали более пригодными для жизни и получили новое имя в 1930-х и 1940-х годах, которое было домашним трейлером.

Маленькие туристические трейлеры и автодома с всплывающими прицепами по-прежнему создаются с учетом гастролей. Обычно они имеют

длину менее 5,5 м и содержат довольно обычные удобства. По своей конструкции они легкие и быстрые для подготовки к путешествию.

Он был с отдельным туалетом, душем и возможностью вместить 6 человек. Его современный аэродинамический стиль и куполообразное потолочное освещение модернистского промышленного дизайнера Тошихико Сакова сделали его мгновенным хитом. Однако это длилось недолго (1971–1973), поскольку первое арабское нефтяное эмбарго и последовавшее за этим значительное замедление продаж автодомов заставили его прекратить свою деятельность. Туристический трейлер *Volvo*, разработанный в Канаде в 1968 году, вскоре присоединился к *Плейпак* в классе легковесных стеклопластиков США. Трейлеры *Hunter* и *Amerigo* также были на месте событий.

«Дорожные прицепы средней дальности имеют длину от 18 до 25 футов (5,5-7,6 м), могут весить 5000 фунтов (2300 кг) и более и обычно буксируются компактными пикапами и внедорожниками. У них есть большинство удобств больших туристических трейлеров, но они вмещают меньше людей.»



Рисунок 18 - Airstream прицеп для путешествий



Рисунок 19 - Гибридный туристический трейлер

Инновация в туристических трейлерах - это гибридный туристический трейлер, сочетающий в себе функции всплывающего и жесткого трейлера. В своей конфигурации для кемпинга одна или несколько коек складываются сбоку с помощью тентовых чехлов. Во время путешествия койки складываются, оставляя четыре жесткие стороны. Большие модели позволяют использовать гибридный дорожный прицеп, когда он «в передвижном режиме», то есть с поднятыми сторонами. Основное преимущество гибридного дорожного прицепа заключается в том, что он предлагает хорошее соотношение пространства и небольшой вес. Недостатком является то, что концы палатки не изолированы и подвержены потерям тепла и конденсации влаги.

В Соединенных Штатах, как правило, запрещается ездить на туристическом трейлере во время движения, в отличие от конных трейлеров и автобусов. Тройная буксировка (прицепная буксировка) не допускается в некоторых американских штатах, таких как Калифорния, Алабама, Флорида, или Нью-Йорк; Однако в Техасе допускается тройная буксировка, если общая длина не превышает 20 м (65 футов).

Прицепы пятиколесные

«Пятое колесо» - это прицеп для перевозки, поддерживаемый сцепкой в центре пикапа вместо сцепки в задней части автомобиля. Специальное сцепное устройство, используемое для пятиколесного прицепа, является уменьшенной версией сцепного устройства, используемого на 18-колесных

грузовиках, и его можно подключить простым движением (в том числе задним ходом) тягача под прицепом. Кроме того, расположение сцепного устройства в кровати снижает риск складывания ног и обеспечивает большую маневренность при движении назад. Из-за большого пространства, доступного на дорогах в Северной Америке, эти автомобили более популярны в Соединенных Штатах и Канаде, чем в Европе или других частях мира, но также могут быть популярны и в России. Для неровной местности сцепное устройство на «гусиной шее» является вариантом для пятого колеса.

Недостатком является то, что сцепка занимает место на грузовой платформе пикапа, независимо от того, прицеп прицеп или нет. «Сцепка может быть отстегнута от кровати, но это требует намного больше времени и усилий, чем операция отцепки».[9]

Внедорожные прицепы

«Прицепы для бездорожья, также называемые трейлерами 4x4, тентраксами, и джип-трейлерами, созданы специально для изучения экстремального бездорожья без ограничения дорог с твердым покрытием или гравийных дорог. Эти туристические прицепы предназначены для работы на пересеченной местности. Многие внедорожные туристические прицепы оснащены палаткой и кроватью, противоскользящей платформой, большими шинами и длинноходным независимым подвесом, подъемными комплектами и системами сочленения».

Тягач

«Новшеством в видах прицепов является «самосвал» или «ящик для игрушек». Половина жилой площади и полгаража, эти трейлеры позволяют "игрушкам" быть принесенными в сельскую местность. Складная задняя рампа обеспечивает доступ для небольших автомобилей. Генератор обеспечивает питание для оборудования автомобиля».

Двухэтажные прицепы

«Двухэтажный прицеп» - это двухуровневый прицеп для путешествий. При движении прицеп имеет такую же высоту, что и обычный трейлер, но при его установке высота увеличивается до двух полных уровней. Созданные ДжексКар и другими, они часто используются в производстве кинофильмов в качестве переносного гардероба.[8]

2.4 Всплывающие кемперы

Всплывающие кемперы представляют собой тип буксируемого рекреационного транспортного средства, которые могут быть свернуты для легкого хранения и транспортировки. При установке этот тип прицепа обеспечивает большое количество внутреннего пространства по сравнению с его размером в сложенном состоянии. Его относительно доступная цена делает его популярным выбором для некоторых автофургонов, а его небольшой размер облегчает буксировку по сравнению со многими другими типами автофургонов.



Рисунок 20 - Современный всплывающий кемпер



Рисунок 21 - Тот же самый всплывающий кемпер, но закрытый
Особенности

Обычное всплывающее окно состоит из рамы трейлера, коробки, жесткой крыши, выдвижных ящиков и «мягких» стен. Стены сделаны из винила, холста или аналогичного материала и включают в себя окна с экранами.

Основные всплывающие окна обычно включают следующие функции: раскладной обеденный уголок (столешница и место для сидения на скамье), встроенный бак для пресной воды, раковина, 12-вольтовая система электропитания постоянного тока (включая преобразователь переменного тока в постоянный и батарею глубокого цикла), внутреннее освещение постоянного тока, две спальные койки и шкафы для хранения. Многие всплывающие окна также включают газовый / электрический абсорбционный холодильник, плиту, кондиционер на крыше, пропановую печь, водонагреватель, электрический водяной насос, душ под открытым небом, окно в крыше / люк на крыше, один или два баллона с пропаном, электрические или импульсные тормоза, большое хранилище. багажник в передней части коробки и тент. Некоторые модели премиум-класса также включают душ, туалет, баки для сточных вод, выдвижную секцию (для увеличения внутреннего пространства), микроволновую печь и духовку.

Так как у всплывающих окон больше места, для одной структуры характерно использование нескольких целей. Как правило, столовая, в которой могут разместиться четыре человека, может быть превращена в кровать, чтобы обеспечить дополнительное спальное место. Кроме того, диван, если он есть, обычно можно сложить в кровать. Часто внутренний стол (часть столовой) и газовая плита могут быть вынесены наружу и прикреплены к боковой стороне автофургона.

Габаритные размеры

Современные всплывающие окна весят примерно от 700 фунтов (320 кг) до 3800 фунтов (1700 кг) фунтов пустыми или полными. Модели обычно классифицируются по длине их коробки, которая варьируется от 8 футов (2,4

м) до 16 футов (4,9 м). При открытии длина примерно вдвое больше длины коробки. Большинство всплывающих окон имеют ширину от 7 футов (2,1 м) до 7 футов 6 дюймов (2,29 м) и высоту от 4 футов 6 дюймов (1,37 м) до 5 футов (1,5 м) в закрытом состоянии, но «высокая стена» модели высокие. Опубликованные спальные места варьируются от 4 до 8 человек.[10]

2.5 Грузовик кемпер

В Северной Америке термин «грузовик для кемперов» и его производная аббревиатура ТСобычно используются для обозначения любого транспортного средства для отдыха или RV, которое может перевозиться в кузове пикапа. В Северной Америке этот тип RV иногда называютскользящим или кабриолетом.

История

Автосалоны обычно считаются наиболее универсальной формой отдыха. Они способны ездить практически везде, куда может пойти пикап.



Рисунок 22 - 1978 Toyota Hilux - компактный грузовик с мини-миражем. Это было бы классифицировано как RV, потому что секция кемпера постоянно прикреплена к раме грузовика.

В 1970-х и 1980-х годах кемперы для компактных грузовиков (в основном, Toyota и Datsun) были популярны в Северной Америке. Многие

были построены на голом шасси с двумя задними колесами. После того, как ряд производителей продал агрегаты, которые были тяжелее, чем шасси, он прекратился, и в настоящее время почти все автофургоны, продаваемые в Северной Америке, установлены на полноразмерных пикапах. То, что считается самым большим в мире грузовиком для кемперов (18 футов), было изготовлено компанией Interior Recreation Vehicle (не существующей в настоящее время) из Пентиктона, Британская Колумбия, Канада. Он был единственным в своем роде. Он был продан в 2008 или 2009 году, и его текущее местоположение никто не знает. Интерьер автодома был сделан той же компанией, которая разработала слайд для грузовика.

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

Особенности

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 C с некоторыми транспортными средствами Expedition, такими как XPCamper или Earthroamer.

Туристические кемперы являются популярным выбором для ездоков, рыбаков, охотников и других спортсменов, так как прицеп для перевозки лодок или лошадей можно легко буксировать. Они облегчают проезд по "бездорожью" и делают его более комфортным.

Автофургон хорошего качества может стоить намного больше, чем RV. Все удобства должны быть встроены в более маленькое помещение, и

RV должен быть в состоянии выдерживать затруднения на неровных дорогах.

Существуют различные классы RV, помеченные как автофургоны, среди них такой необычный, как:

Кемперы с горками

Это кемперы с одной или несколькими подвижными стенками. Эти разделы известны как «горки» и увеличивают жилое помещение. Некоторые содержат только обеденный уголок, другие, называемые слайдами "с полной стенкой", могут содержать ещё холодильник и другие приборы. Компании, которые в настоящее время производят двойные слайды, это Lance, Adventurer и Host. Хозяин выпускает модель с 3 слайдами. Слайд в настоящее время возможен только у отдыхающих с каркасной конструкцией, но не со всплывающими окнами или стеклопластиковыми раскладушками[11]

3 Безопасность жизнедеятельности

В работе рассматривается автомобиль ГАЗель NEXT и его модернизация в автодом. В процессе сборки задействованы материалы: металлическое основание, березовая фанера, алюминиевые листы, резиновые уплотнители, пенопласт, и лакокрасочное покрытие. А также для соединения конструкций: саморезы, болты, гайки, шайбы, гравера, клепки.

Спроектированный прицеп автодом обязан отвечать следующим требованиям:

- 1) Безопасность в процессе его перевозки автомобилем
- 2) Надежность всех узлов и агрегатов, а также креплений
- 3) Долговечность в эксплуатации
- 4) Выполнение всех заложенных функций
- 5) Безопасность других участников дорожного движения

Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при сборке автодомов рассматриваемого типа.

Механические травмы

Источниками механических травм на производстве, специализирующемся на изготовлении автодомов, являются:

- а) травмы при работе с такими инструментами как: перфораторная дрель, шлифовальная машина, электролобзик, угловая шлифовальная машина, шуруповерт. Исключить травмы возможно при соблюдении техники безопасности, используя рабочую одежду, защитный кожух на инструментах, а также хорошей освещенности рабочего места.

б) травмы связанные с падением тяжелых деталей конструкции. Исключить такие травмы полностью невозможно, можно лишь снизить вероятность, путем работы только с одним узлом, на освобожденном от лишних деталей и предметов рабочем месте. Готовые конструкции складывать в зафиксированном положении вдали от рабочего места.

в) травмы при контакте глаз и рук с электрической сваркой. Возможность травмирования при работе со сваркой значительно снижается при использовании защитной маски с тонированным остеклением, специальной защитной одежды и перчаток для работы со сваркой.

г) отрицательное воздействие высокоинтенсивного звука на органы слуха (максимальный безопасный уровень продолжительного шума не более 60 Дб). Во избежание травмирования слуховых органов следует использовать защитные наушники или беруши. Источники шума: Перфораторная дрель, шуруповерт, шлифовальная машина, электролобзик, угловая шлифовальная машина.

д.) при изготовлении автодома используется легковоспламеняющиеся, токсичные лакокрасочные покрытия, ими покрываются внешние части корпуса. Для того, чтобы обеспечить защиту кожи, а также слизистых оболочек и глаз, необходимо при проведении окрасочных работ в закрытых помещениях обустроить вентиляцию воздуха и использовать резиновые перчатки, защитные очки, костюм и респираторные устройства.

Мероприятия по созданию безопасных условий труда

Проведение инструктажа по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной охраны для рабочего персонала является основной целью охраны труда.

Существует несколько типов инструктажей. Необходимо провести вводный инструктаж, который в надлежащем порядке обязан пройти весь рабочий персонал на предприятии.

«Чтобы обеспечить оптимальную работоспособность и сохранение здоровья рабочих на производстве, во время рабочей смены нужно устанавливать перерывы по регламенту. Для сотрудников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует принять регламентированные

перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после перерыва на обед, продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый рабочий час».

Планировочные мероприятия

К планировочным мероприятиям относится рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:

- а) беспрепятственный доступ рабочего к месту его работы, а также к необходимым инструментам и заготовкам для обработки.
- б) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости
- в) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте).

Выводы: В разделе «Безопасность жизнедеятельности» мною были рассмотрены производственные факторы, среди которых есть опасные и вредные, а также рассмотрены вопросы их воздействия на организм человека. Кроме того, раздел включает в себя ряд мероприятий по снижению и полному предотвращению этих факторов на рабочем месте.

4 Общий процесс построения автодома из готового автомобиля

Для превращения автомобиля в дом на колесах понадобится много сил и времени, а также соответствующее оборудование.

Прежде всего с самого следует изучить этот вопрос с точки зрения законодательства. Разные регистрирующие организации по-разному воспринимают самодельные автодома, и будет неприятно, если транспорт в итоге окажется незаконным.

Этап 1. Вначале определяется количество жильцов и, исходя из этого, подбирается транспортное средство и внутренняя «начинка». Составляется детальный план конструкции – это можно сделать на бумаге, но лучше воспользоваться компьютером.

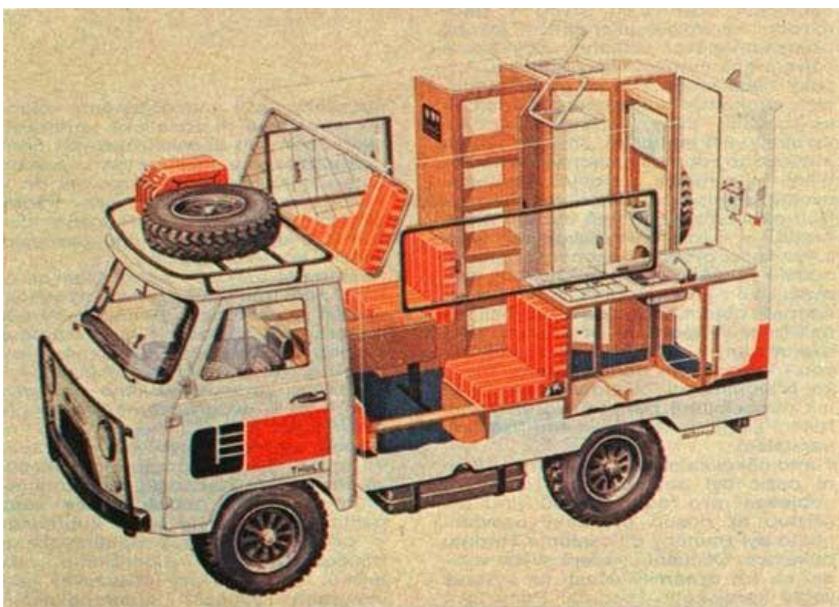


Рисунок 23 – этап 1

Этап 2. Далее расчищается кузов автомобиля. Если были выявлены вмятины, они удаляются, а отслоившаяся краска счищается. Оборудуется несколько

окон (если их не было) в корпусе для освещения и поступления свежего воздуха.



Рисунок 24 – этап 2

Этап 3. Вырезаются вентиляционные отверстия и клапаны для подачи газа. Все участки «голого» металла покрываются грунтовкой для защиты от коррозии и агрессивного воздействия окружающей среды.

Этап 4. Дом отделяется термоизоляционным материалом.



Рисунок 25 – этап 4



Рисунок 26 – этап 4

Необходимо заметить, что для этого нужно использовать исключительно качественные материалы, экономить крайне нежелательно. Кроме того, материал, из которого изготовлены метизы (металлические крепежные элементы) должен быть аналогичным металлу кузова автомобиля – это для дополнительной защиты от ржавления.

Этап 5. Отделяется внутренняя поверхность автодома.



Рисунок 27 – этап 5

- ковровое покрытие;
- влагоустойчивую фанеру.

В боковые стенки вставляются толстые панели с набитыми планками для монтажа мебели. Характерно, что вначале лучше выровнять потолок, а уже после этого переходить к стенкам.



Рисунок 28 – этап 5



Рисунок 29 – этап 5(сложенная конструкция)

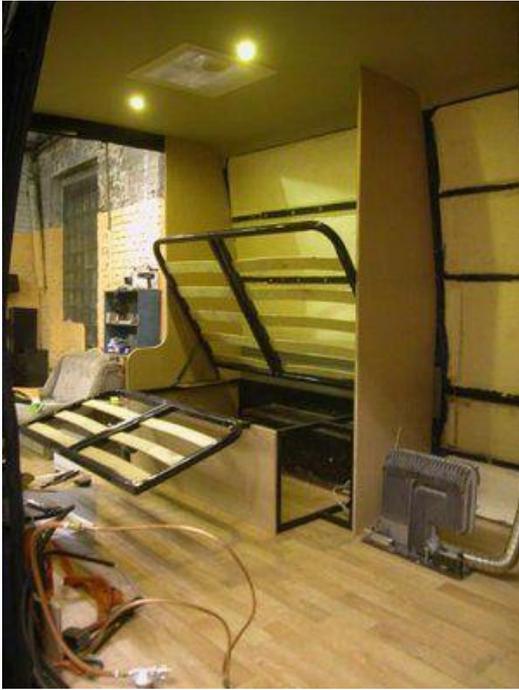


Рисунок 30 – этап 5(раскладывающаяся конструкция)

Этап 6. После установки мебели следует позаботиться о водоснабжении. Для этого можно установить под раковиной несколько канистр с водой и установить небольшие насосы. Кроме того, можно поставить большие резервуары – к примеру, для принятия душа.



Рисунок 31 – этап 6(канистры с водой)



Рисунок 32 – этап 6(насосы)



Рисунок 33 – этап 6(водоснабжение)

Не стоит забывать и о сточных водах – для этого устанавливается еще один резервуар. В качестве туалета можно использовать обычную садовую конструкцию.

Этап 7. Для приготовления пищи и обогрева, как отмечалось ранее, лучше использовать газ пропан. Баллон размещается в нижней части кузова, равно как и дополнительное отверстие для вентиляции. Это объясняется достаточно просто: вес пропана больше, чем воздуха, поэтому в случае утечки подобные меры безопасности позволят предотвратить печальные последствия.



Рисунок 34 – этап 7

Этап 8. Остается лишь позаботиться об энергоснабжении. Оптимальный вариант – мощная аккумуляторная батарея, оборудованная наружным выходом для зарядки.[5]

5 Экономическая часть

Так как в России нету конвейерного производства автодомов и навряд ли появится в ближайшее время, а будут изготавливаться скорее индивидуально данная часть не будет включать цеховых/заводских расчетов, а будет выполнена упрощенно. Будет учитываться себестоимость и вероятная наценка подобного автомобиля.

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 спилить часть крыши прежнего кузова(где будет так называемый вход на второй этаж автодома), а потом приварить новую часть кузова.

Спиливание части кузова ~1000 рублей

Приваривание новой части кузова ~8000 рублей

Лакокрасочное покрытие с готовыми материалами ~1500 рублей

Таким образом, общая сумма на работы по модернизации:

$$Q_r = 1000 + 8000 + 1500 = 10500 \text{ рублей}$$

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.

Таким образом, стоимость модернизации на рынке:

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

Заводская стоимость ГАЗель NEXT - 1 424 500 рублей

Тогда, стоимость автодома на базе ГАЗель NEXT:

$$Q_z = 1\,424\,400 + 200\,000 = 1\,624\,400 \text{ рублей}$$

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

Выручка:

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

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

6. Тяговый расчет автомобиля ГАЗель NEXT

6.1 Исходные Данные

ГАЗель NEXT 4x2 4 дверная

Тип авто – заднеприводный автомобиль фургон

Формула колес – 4x2

Количество человек – $n = 6$ (чел.)

Длина = 6208 мм.

Ширина (B_r) = 2067 мм.

Высота (H_r) = 2754 мм.

Колесная база автомобиля (L)= 3745 мм.

Расстояние от центра тяжести до передней оси (l_1)= 1951мм

Масса в снаряженном состоянии – $m_0 = 2522$ кг.

Шины : 175/80R16

Коэфф. аэродинамического сопротивления автомобиля - $C_x = 0.60$

Коэфф. сопротивления качению - $f_0 = 0.012$

Коэфф. преодолеваемого уклона - $\alpha_{\max} = 0.28$

Максимальная скорость автомобиля - $V_{\max} = 130$ км/ч (36,1 м/с)

Макс. частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e \max} = 471$ рад/с (4500 об/мин)

Коэфф. Полезного действия трансмиссии – $\eta_{\text{тр}} = 0.90$

Число передач – 5 [16]

6.2 Определение мощности и момента двигателя

6.2.1 Определение полной массы автодома

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

M_0 – снаряженная масса авто

$M_{\text{ч}}$ – масса 1 человека (75кг.)

$M_{\text{б}}$ – масса багажа на 1 человека (10 кг.)

n – кол-во пассажиров, включая водителя

$M = 2520 + (75 + 10) \cdot 6 = 3030$ кг – полная масса автомо

6.2.2 Определение статистического радиуса колеса

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

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

$\lambda_z = 0.86$ – коэфф. вертикальной деформации, зависящий от типа шин

$H/B = 80$ –соотн. высоты профиля шины к ее ширине, %

$B = 0.1 = 0,175$ – ширина профиля шины, м

$H = 80 \cdot 0.175 = 0.14$ – высота профиля шины, м

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

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

$r_{\text{к}}$ – радиус качения шины

6.2.3 Определение коэфф. обтекаемости

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2} \quad (3)$$

C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в обычных условиях

$$k = \frac{0.60 \cdot 1.293}{2} = 0.388$$

6.2.4 Расчет лобовой площади автомобиля

$$F = 0.8 * B_r * H_r \quad (4)$$

$$F = 0.8 * 2.07 * 2.75 = 4.554 \text{ м}^2$$

6.2.5 Расчет коэфф. сопротивления качению при малой скорости

$$f = f_0 * \left(1 + \frac{v^2}{2000}\right), \quad (5)$$

$$f = 0.012 * \left(1 + \frac{36.1^2}{2000}\right) = 0.0198$$

6.2.6 Определение внешней скоростной хар-ки двигателя

Вначале определяют мощность двигателя на максимальной скорости автомобиля по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{mp}} \left(G_a * \psi_v * V_{max} + \frac{c_x}{2} * \rho * F * V_{max}^3 \right) \quad (6)$$

ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей коэфф. суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэфф. качения при максимальной скорости. [1]

$$\psi_v = f = 0.0204$$

$G_a = m_a * g$ – полный вес автомобиля, Н

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм.рт.ст.)

$$\begin{aligned} N_v &= \frac{1}{0.92} * (3030 * 9.81 * 0.0198 * 36.1 + 0.388 * 4.554 * 36.1^3) = \\ &= 113\,450 \text{ Вт} \approx 113.4 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

$$N_{max} = \frac{N_v}{a * \lambda + b * \lambda^2 - c * \lambda^3} \quad (7)$$

$a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты для карбюраторного двигателя.

$\lambda = \omega_V / \omega_N$ – отношение частот вращения коленчатого вала на максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала на максимальной мощности.

Будет учитывать $\lambda = 1.11$

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_V}{\lambda} = \frac{471}{1.11} = 424 \text{ рад/с}$$

$$N_{\max} = \frac{113450}{1 \cdot 1.11 + 1 \cdot 1.11^2 - 1 \cdot 1.11^3} = 116422 \text{ Вт} \approx 116,42 \text{ кВт}$$

Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = N_{\max} * [a \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right) + b \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - c \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3] \quad (8)$$

ω_e – текущ. значение частоты вращения коленчатого вала

N_e – текущ. значение эффективной мощности двигателя, кВт

Эффективный момент двигателя:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (9)$$

Принимаем мин. частоту вращения коленчатого вала:

$$\omega_{\min} = 100 \text{ рад/с}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Таблица 1 - Зависимость мощности и момента от числа оборотов

ω_e , рад/с	100	135	170	205	240	275	310	345	380	415	450
N_e , кВт	32,41	45,11	57,89	70,34	82,08	92,71	101,8 5	109,0 9	114,0 4	116,3 1	115,5 2
M_e , Нм	324,1	334,1 5	340,5 3	343,1 2	342	337,1 3	328,5 5	316,2 0	300,1 1	280,2 6	256,7 1

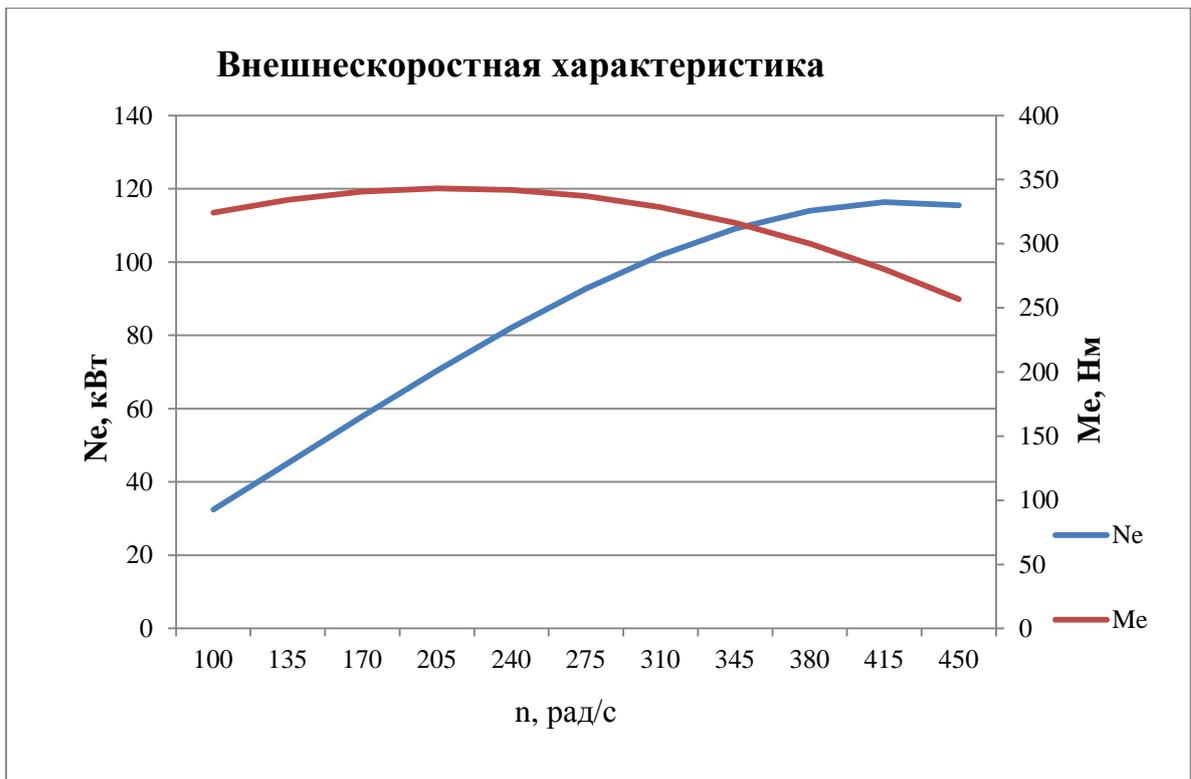


Рисунок 35 – Внешнескоростная характеристика

6.3 Определение передаточных чисел трансмиссии

6.3.1 Определение передаточного числа на главной передаче

Передаточное число главной передачи U_0 :

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}} \quad (10)$$

ω_{\max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя.

U_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач:

$$U_0 = \frac{0,3236}{0,85} \times \frac{450}{36,1} = 4,7$$

6.3.2 Определение передаточных чисел коробки передач

Тяговая сила на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d , т.о.

$$U_1 \geq \frac{G_a \times \psi_{\max} \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{\text{тр}} \times U_0} \quad (11)$$

M_{\max} – максимальный эффективный момент двигателя, Нм

$\psi_{\max} = (\varphi G_a l_1) / (L(G_a)) = 0.417$ – максимальный коэффициент сопротивления дороги, которое может быть преодолено автомобилем [2]

$$U_1 \geq \frac{29724 \times 0.417 \times 0.3236}{343,12 \times 0.90 \times 4,7} \geq 2.76$$

Тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой:

$$U_1 \leq \frac{G_a \times \varphi \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{\text{тр}} \times U_0} \quad (12)$$

$\varphi = 0.8$ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой (сухое асфальтовое шоссе в хорошем состоянии).

$$U_1 \leq \frac{29724 \times 0.8 \times 0.3236}{343,12 \times 0.90 \times 4,7} \leq 5.30 \quad (13)$$

Принимаем $U_1 = 3.67$ и определим передаточные числа остальных передач

$$U_{II} = 2.10 \quad (14)$$

$$U_{III} = 1.36 \quad (15)$$

$$U_{IV} = 1 \quad (16)$$

$$U_V = 0.82 \quad (17)$$

$$U_{\text{зх}} = 1.3 * U_1 = 1.3 * 3.67 = 4.77 \quad (18)$$

В соответствии с полученными числами сделаем расчет скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k} \quad (19)$$

Результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Зависимость скорости от числа оборотов

n, об/мин (ω , рад/с)	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955(100)	1,88	3,28	5,06	6,88	8,40
1290(135)	2,53	4,43	6,83	9,29	11,34
1623(170)	3,19	5,57	8,61	11,70	14,27
1958(205)	3,84	6,72	10,38	14,11	17,21
2292(240)	4,50	7,87	12,15	16,52	20,15
2626(275)	5,16	9,02	13,92	18,93	23,09
2960(310)	5,81	10,16	15,69	21,34	26,03
3295(345)	6,47	11,31	17,47	23,75	28,97
3629(380)	7,13	12,46	19,24	26,16	31,91
3963(415)	7,79	13,61	21,01	28,57	34,85
4297(450)	8,44	14,75	22,78	31	37,78

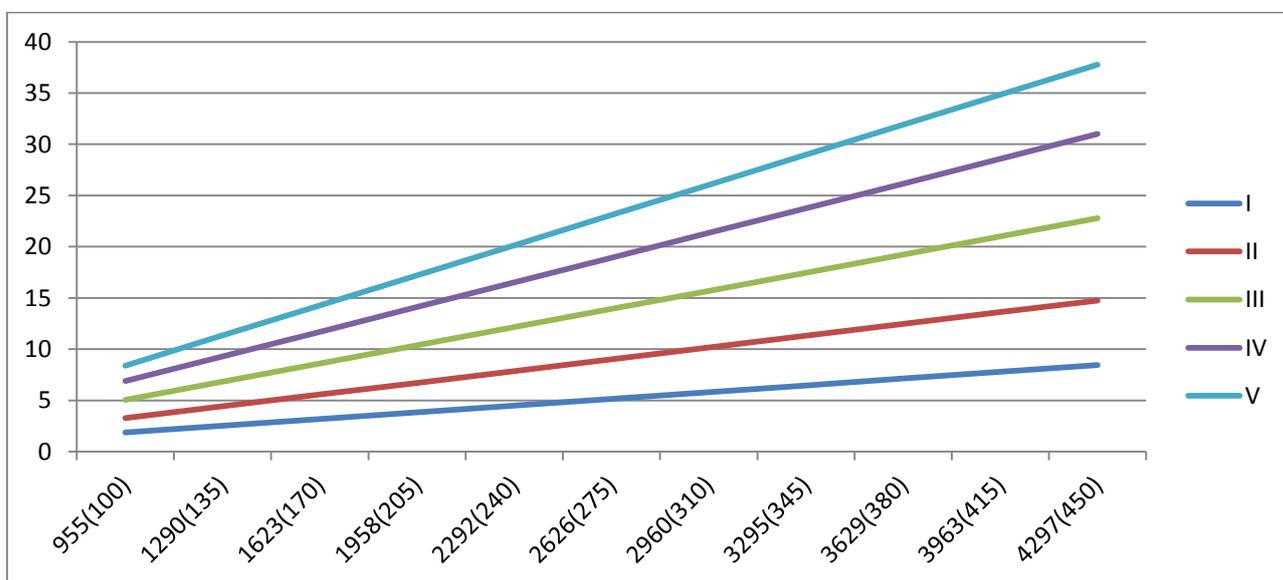


Рисунок 36 – Зависимость скорости от числа оборотов

6.4 Анализ тяговой динамики

6.4.1 Тяговый баланс автомобиля

«Сила тяги на ведущих колесах автомобилей, учитывая скорость автомобиля, для каждой передачи определяется по формуле»:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k} \quad (20)$$

«При движении автомобиль встречает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле»:

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2 \quad (21)$$

Сила сопротивления качения автомобиля:

$$P_D = G_a \times \psi, \text{ где } \psi = f \quad (22)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D \quad (23)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3и 4. [3]

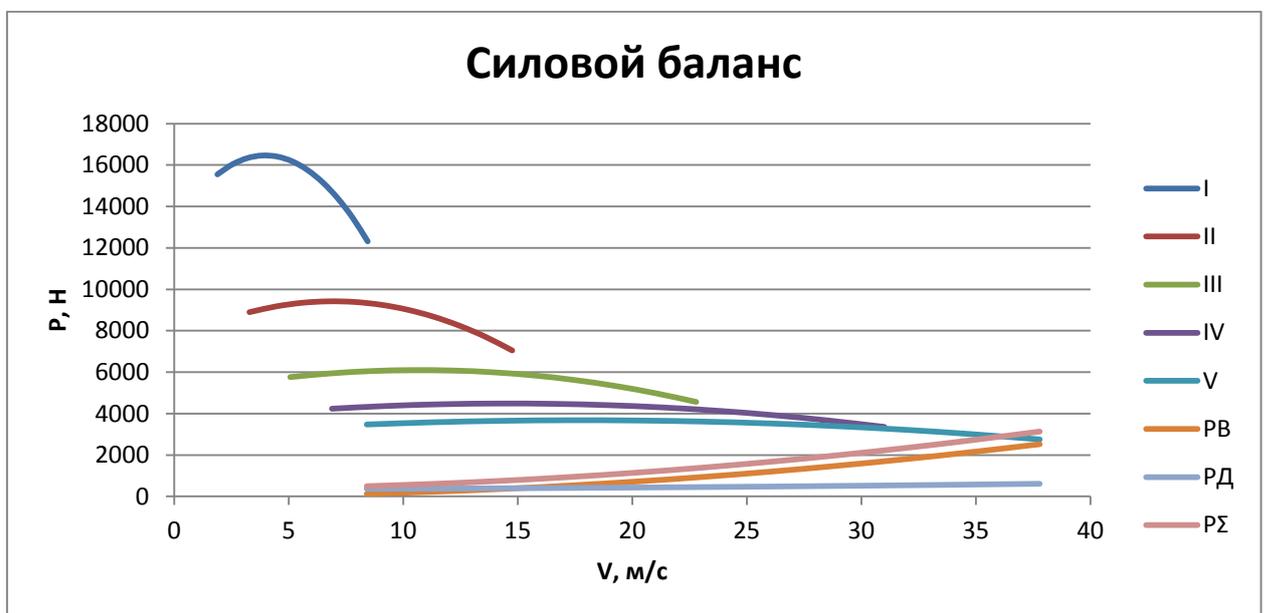


Рисунок 37 – Силовой баланс

Таблица 3 – зависимость тяговой силы и силы сопротивления на передаче от числа оборотов

n, об/ми н	Тяговая сила на ведущих колесах в зависимости от передачи, Н					Сила сопротивления на пятой передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P _B	P _Д	P _Σ
955	15548,0	8896,72	5761,68	4236,53	3473,959	124,64	369,28	493,92
1290	16030,2	9172,60	5940,35	4367,90	3581,683	227,16	379,63	606,79
1623	16336,2	9347,73	6053,77	4451,30	3650,069	359,7	393	752,7
1958	16460,5	9418,83	6099,81	4485,15	3677,831	523,21	409,51	932,72
2292	16406,8	9388,09	6079,90	4470,51	3665,826	717,24	429,1	1146,34
2626	16173,1	9254,40	5993,33	4406,86	3613,625	941,80	451,77	1393,57
2960	15761,5	9018,88	5840,79	4294,70	3521,658	1196,91	477,53	1674,44
3295	15169,1	8679,86	5621,24	4133,26	3389,281	1482,55	506,37	1988,92
3629	14397,2	8238,18	5335,20	3922,94	3216,816	1798,73	538,29	2337,02
3963	13444,9	7693,29	4982,32	3663,47	3004,048	2145,45	573,3	2718,75
4297	12315,1	7046,83	4563,66	3355,63	2751,62	2521,37	611,25	3132,62

Таблица 4 – Зависимость силы сопротивления воздуха от скорости

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P _B								
1,88	6,24	3,28	19,00	5,06	45,23	6,88	83,62	8,40	124,64
2,53	11,31	4,43	34,67	6,83	82,41	9,29	152,46	11,34	227,16
3,19	17,98	5,57	54,81	8,61	130,95	11,70	241,82	14,27	359,72
3,84	26,05	6,72	79,77	10,38	190,33	14,11	351,70	17,21	523,21
4,5	35,77	7,87	109,41	12,15	260,77	16,52	482,10	20,15	717,24
5,16	47,03	9,02	143,72	13,92	342,29	18,93	633,02	23,09	941,80
5,81	59,63	10,16	182,35	15,69	434,87	21,34	804,45	26,03	1196,91
6,47	73,95	11,31	225,96	17,47	539,14	23,75	996,41	28,97	1482,55
7,13	89,80	12,46	274,25	19,24	653,92	26,16	1208,89	31,91	1798,73
7,79	107,20	13,61	327,21	21,01	779,77	28,57	1441,89	34,85	2145,45
8,44	125,83	14,75	384,32	22,78	916,69	31,00	1697,60	37,78	2521,37

6.4.2 Динамические характеристики автомобиля

«Динамическим фактор:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (24)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – зависимость динамического факторы и коэффициента сопротивления от числа оборотов

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления <i>f</i>				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	0,51	0,28	0,18	0,13	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1290	0,52	0,29	0,18	0,13	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1623	0,52	0,29	0,18	0,12	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1958	0,52	0,29	0,17	0,12	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2292	0,51	0,28	0,17	0,11	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2626	0,50	0,26	0,15	0,10	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
2960	0,47	0,25	0,14	0,09	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
3295	0,44	0,23	0,12	0,07	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
3629	0,41	0,20	0,10	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
3963	0,36	0,17	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
4297	0,31	0,13	0,05	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

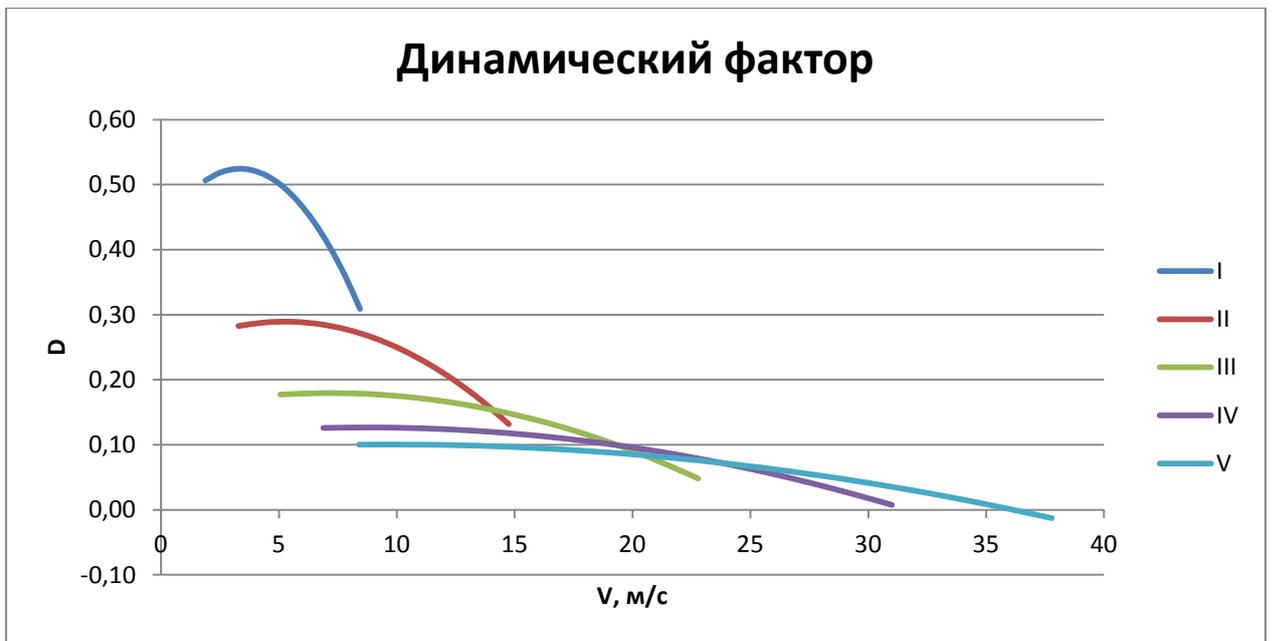


Рисунок 38 – Динамический фактор

6.5. Анализ динамики разгона

6.5.1 Разгон автомобиля

Ускорение находят по формуле:

$$J = \frac{(D-f) \times g}{\delta_{вр}}, \text{ где} \quad (25)$$

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \times \eta_{тр} \times U_{тр} + I_k) \times g}{G_a \times r_k^2}, \text{ где} \quad (26)$$

I_M – момент инерции вращ. деталей двигателя;

$$U_{тр} = U_0 * U_k \text{ – передаточное число трансмиссии;} \quad (27)$$

I_k – суммарный момент инерции на ведущих колесах.

Если точное значение I_M и I_k неизвестно то, $\delta_{вр}$ определяют по формуле:

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 * U_k^2); \text{ где} \quad (28)$$

U_k – передаточное число коробки передач на определенной передаче

δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 / 0.05 \quad (29)$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

I передача - $\delta_{вр} = 1.721$

II передача - $\delta_{вр} = 1.271$

III передача - $\delta_{вр} = 1.141$

IV передача - $\delta_{вр} = 1.101$

V передачи - $\delta_{вр} = 1.085$

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $1/j$ сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – зависимость ускорения и обратного ускорения от числа оборотов

n, об/мин	Ускорение на передаче м/с ² :					Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	2,82	2,09	1,42	1,01	0,79	0,35	0,48	0,70	0,99	1,26
1290	2,89	2,13	1,44	1,02	0,79	0,35	0,47	0,70	0,98	1,27
1623	2,92	2,14	1,43	1,00	0,76	0,34	0,47	0,70	1,00	1,31
1958	2,91	2,11	1,39	0,95	0,71	0,34	0,47	0,72	1,05	1,41
2292	2,86	2,05	1,32	0,88	0,64	0,35	0,49	0,76	1,14	1,57
2626	2,77	1,95	1,22	0,78	0,54	0,36	0,51	0,82	1,29	1,86
2960	2,63	1,81	1,09	0,65	0,42	0,38	0,55	0,92	1,53	2,40
3295	2,46	1,64	0,93	0,51	0,27	0,41	0,61	1,07	1,98	3,67
3629	2,24	1,43	0,75	0,33	0,10	0,45	0,70	1,34	3,01	9,62
3963	1,99	1,19	0,53	0,13	-0,09	0,50	0,84	1,89	7,53	-11,40
4297	1,69	0,91	0,28	-0,09	-0,30	0,59	1,09	3,52	-10,93	-3,31

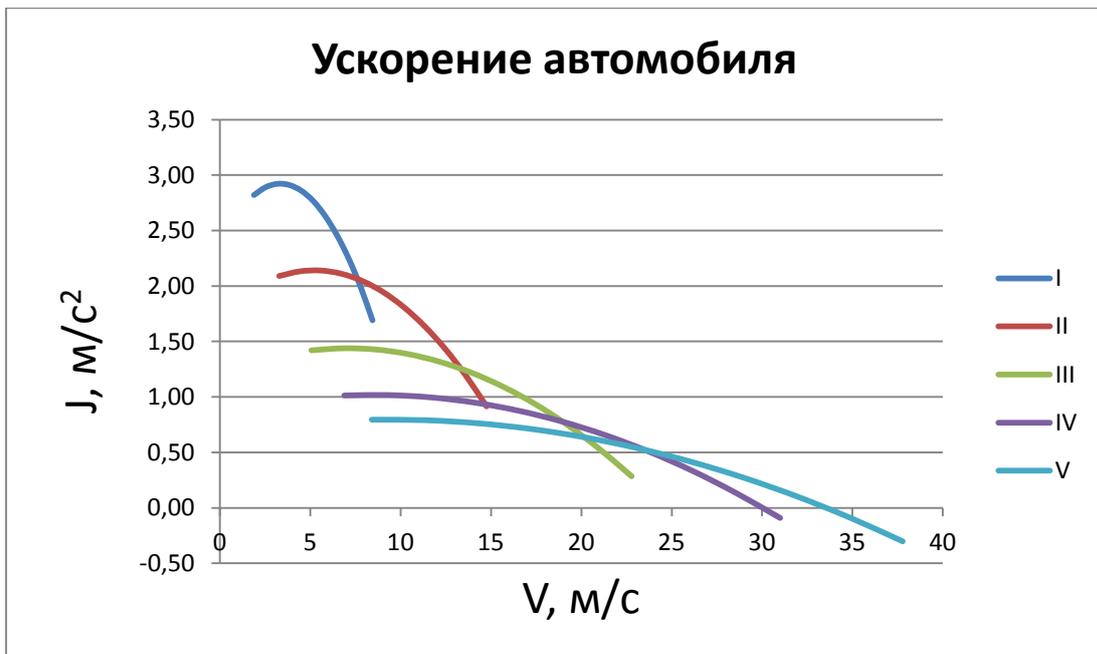


Рисунок 39 – Ускорение автомобиля

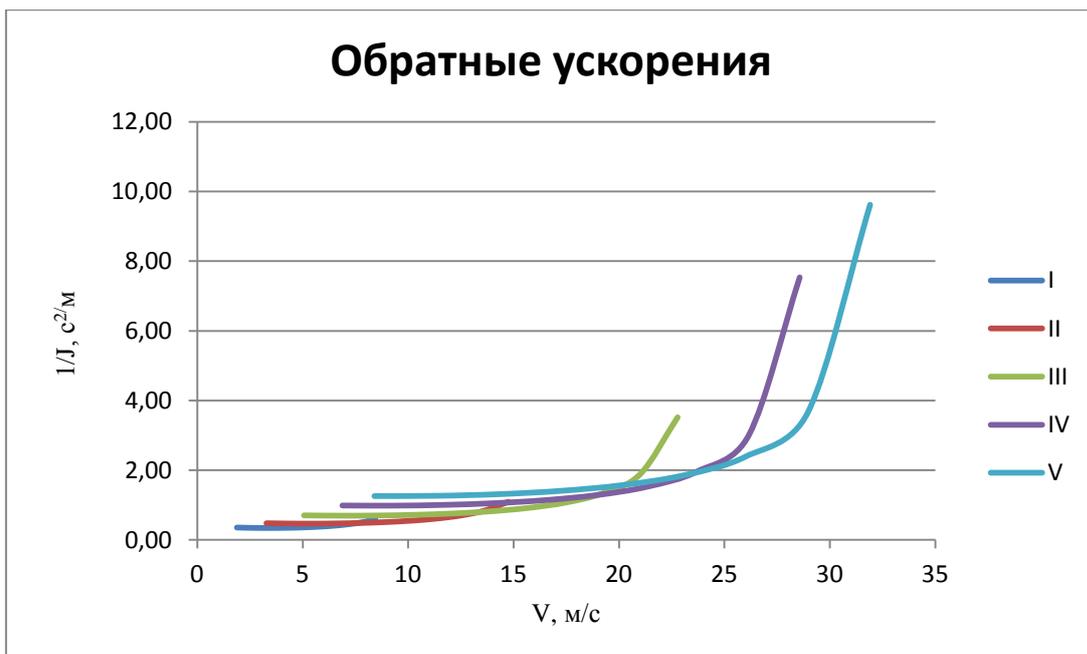


Рисунок 40 – Обратные ускорения

Путь разгона и его время автомобиля высчитываем графоаналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times dV \approx \left(\frac{1}{j_{\text{ср}}} \right)_2 \times (V_2 - V_1) \quad (30)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 7

Таблица 7 – Пройденный путь во время разгона

V	t	1/J	ΔS	S
0	0	0	0	0
1,5	0,57	0,2	0,43	0,43
6	2,22	0,45	6,19	6,62
10	3,69	0,58	11,76	18,38
14	5,23	1	18,48	36,86
19	7,32	1,68	34,48	71,34
23	9,22	1,9	39,9	111,24
25	10,37	2	27,6	138,84
28,3	12,81	2,45	65,03	203,87



Рисунок 41 – Время разгона

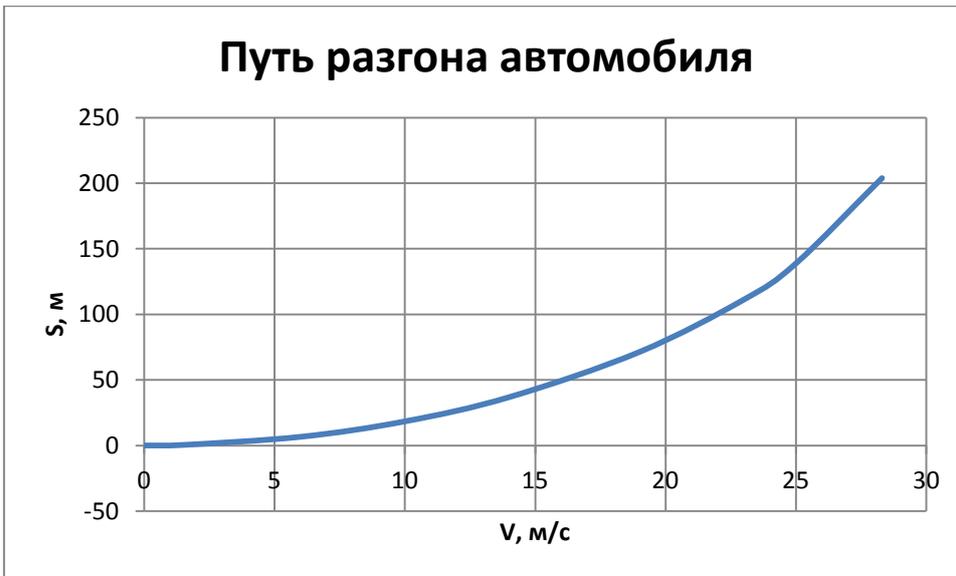


Рисунок 42 – Путь разгона автомобиля

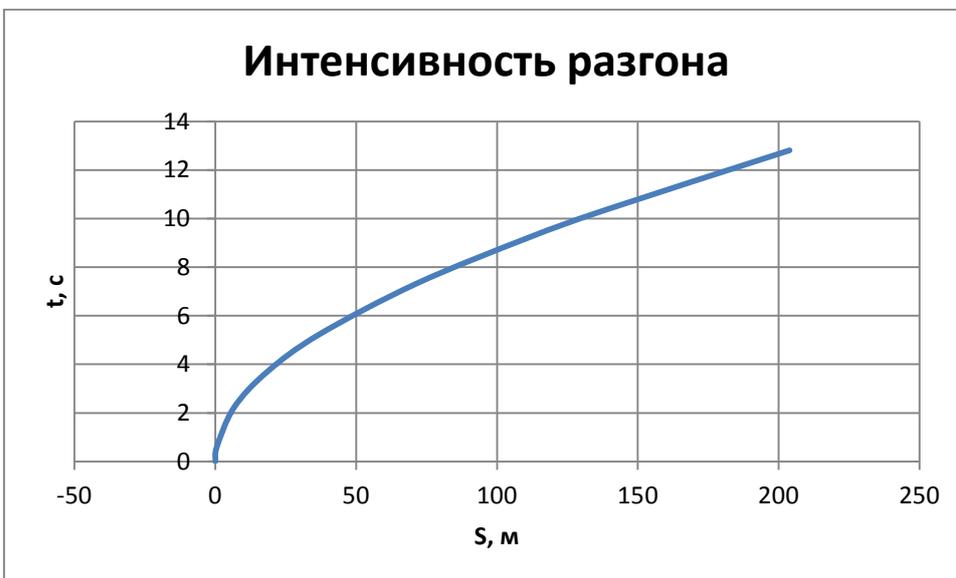


Рисунок 43 – Интенсивность разгона

6.6 Мощностной баланс автомобиля.

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_B + N_{и}, \quad (31)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Мощностной баланс автомобиля

V max	8,4	11,3 4	14,2 7	17,2 1	20,1 5	23,0 9	26,0 3	28,9 7	31,9 1	34,8 5	37,7 8
Ne	29,18	40,6 2	52,0 9	63,3 0	73,8 7	83,4 4	91,6 7	98,1 9	102, 6	104, 7	104
Nt	26,26	36,5 5	46,8 8	56,9 7	66,4 8	75,0 9	82,5 0	88,3 7	92,3 8	94,2 2	93,5 6
Nв	1,04	2,57	5,13	9,00	14,4 5	21,7 4	31,1 5	42,9 4	57,3 9	74,7 6	95,2 5
Nд	3,10	4,30	5,60	7,04	8,64	10,4 3	12,4 3	14,6 7	17,1 7	19,9 8	23,0 9
Nв+Nд	4,14	6,87	10,7 3	16,0 4	23,0 9	32,1 7	43,5 8	57,6 1	74,5 6	94,7 4	118, 3
(Nв+N д)/Nt	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24	0,30	0,38	0,47	0,60	0,77	1,00

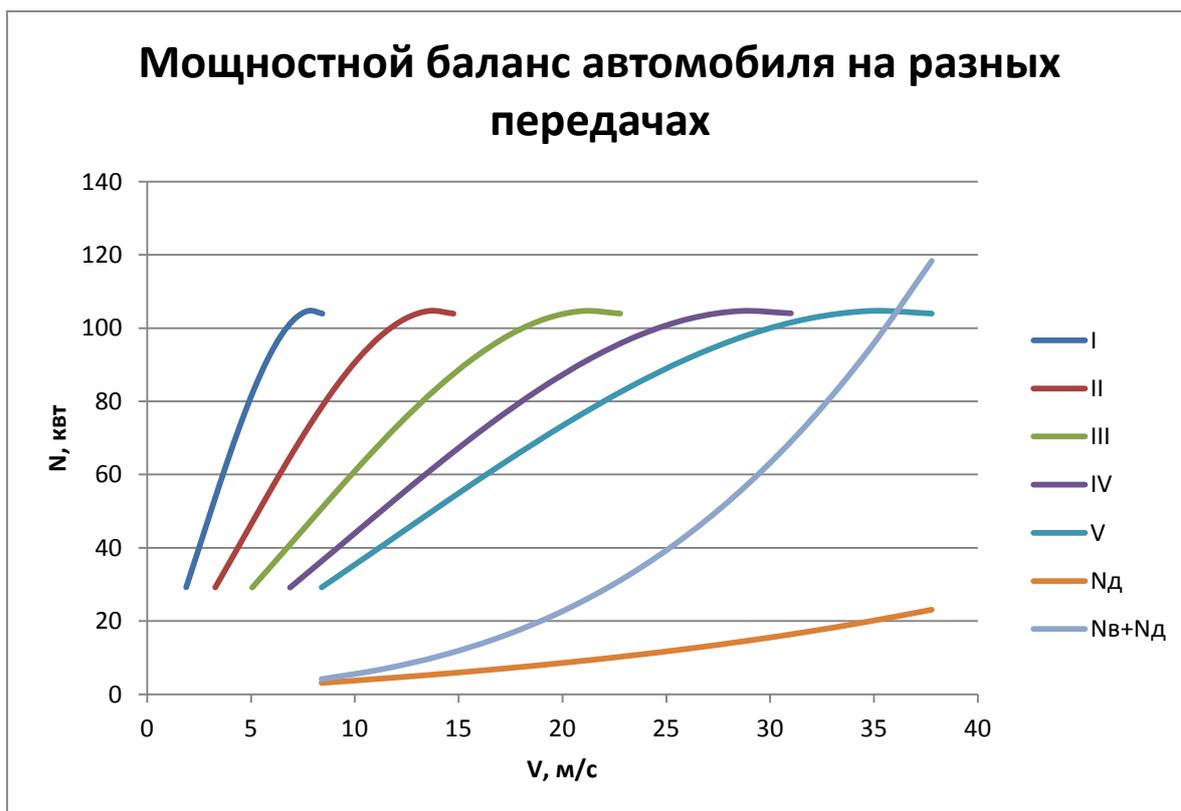


Рисунок 44 - Мощностной баланс автомобиля на разных передачах

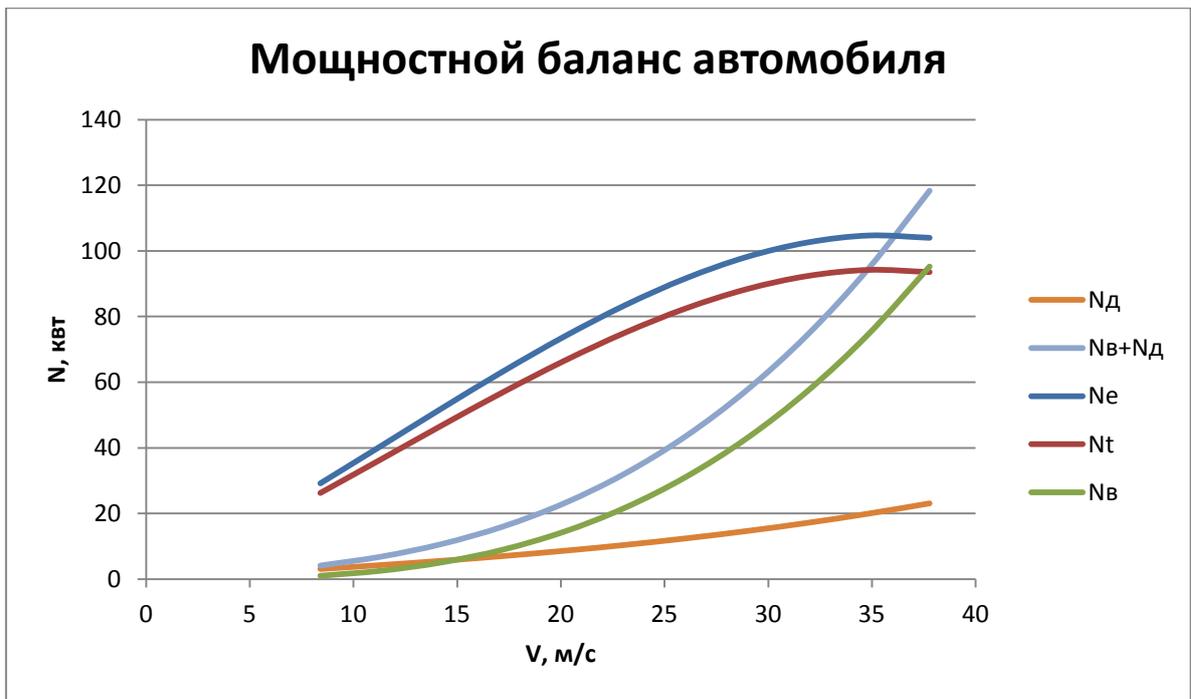


Рисунок 45 - Мощностной баланс автомобиля

6.7 Топливо–экономическая характеристика автомобиля.

Путевой расход топлива:

$$q_{п} = \frac{k_{ск} \times k_{и} \times (P_{д} + P_{в}) \times g_{e \min} \times 1.1}{36000 \times \rho_{т} \times \eta_{тр}}, \text{ где} \quad (32)$$

$k_{ск}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

$k_{и}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от N двигателя;

$g_{e \min} = 340 \text{ г/кВт*ч}$ – удельный эффективный расход топлива;

$\rho_{т} = 0.73 \text{ кг/л}$ – плотность бензинового топлива.

Также можно воспользоваться формулой

$$G_{т} = \frac{g_e \cdot K_u \cdot (N_{\psi} + N_w)}{1000 \eta_{тр}} \quad (33)$$

, где

$$U = \frac{N_{\psi} + N_w}{N_e \cdot \eta_{тр}} \quad (34)$$

И

$$K_u = 4,4244 \cdot U^2 - 7,0872 \cdot U + 3,6817 \quad (35)$$

Путевой расход топлива в этом случае
$$Q_s = \frac{100 \cdot G_T}{V_a \cdot \rho_T} \quad (36)$$

Рассчитанные данные сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля

Nco пр	1,42	3,21	5,56	8,97	13,07	20,19	28,57	39,17	52,13	68,01	86,86
Nt	26,26	36,55	46,88	56,97	66,48	75,09	82,5	88,37	92,38	94,22	93,56
U	0,054 075	0,087 825	0,118 601	0,157 451	0,196 6	0,268 877	0,346 303	0,443 25	0,564 3	0,721 821	0,928 388
Ku	3,311 399	3,093 394	2,903 387	2,675 496	2,459 364	2,095 975	1,757 981	1,409 563	1,091 275	0,871 235	0,915 438
V	8,4	11,34	14,27	17,21	20,15	23,09	26,03	28,97	31,91	34,85	37,78
Qs	28,96 905	45,31 487	58,54 224	72,16 547	82,55 376	94,84 446	99,85 361	98,62 866	92,25 902	87,98 712	108,9 182

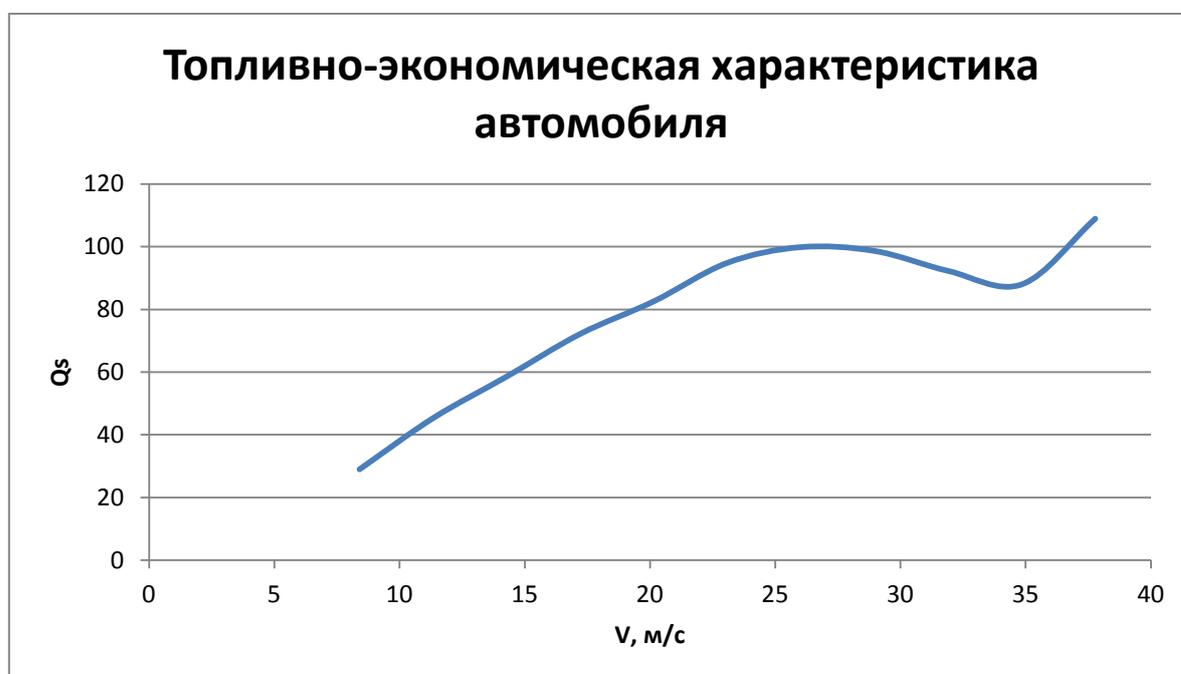


Рисунок 46 - Топливо-экономическая характеристика автомобиля

7. Тяговый расчет автодома на базе ГАЗель NEXT

Тяговый расчет будет делаться по тем же правилам, что и до этого.

Все формулы и рассчитываемые величины будут теми же, поэтому некоторые определения и формулы будут сокращены.

В связи с модернизацией ГАЗель NEXT в автодом, тяговые характеристики автомобиля будут изменяться, особенно на это будут влиять изменившаяся масса автомобиля и аэродинамическое сопротивление автомобиля.

После этого тягового расчета можно будет сравнить тяговые характеристики автомобиля до и после модернизации, просто посмотрев на графики.

7.1 Исходные Данные

ГАЗель NEXT 4x2 4 дверная

Тип автомобиля – заднеприводный автомобиль фургон

Колесная формула – 4x2

Количество человек – $n = 6$ (чел.)

Длина = 6207 мм.

Ширина (B_f) = 2068 мм.

Изменившаяся высота = +860

Высота (H_f) = 3613 мм.

Колесная база автомобиля (L) = 3745 мм.

Расстояние от центра тяжести до передней оси (l_1) = 2050 мм

Корпус автодома, вес = 188 кг

Масса в снаряженном состоянии – $m_0 = 2708$ кг.

Шины : 175/80 R 16

Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля - $C_x = 0.70$ (увеличение за счет приделанной конструкции)

Коэффициент сопротивления качению - $f_0 = 0.012$

Коэффициент преодолеваемого уклона - $\alpha_{\max} = 0.28$

Максимальная скорость автомобиля - $V_{\max} = 130$ км/ч (36,1 м/с)

Максимальная частота вращения коленчатого вала - $\omega_{e \max} = 471$ рад/с (4500 об/мин)

КПД трансмиссии - $\eta_{\text{тр}} = 0.90$

Число передач - 5

7.2 Определение мощности и момента двигателя

7.2.1 Определение полной массы автодома

$M = 2708 + (75 + 10) * 6 = 3218$ кг – полная масса автомобиля

7.2.2 Определение статистического радиуса колеса.

$$r_{\text{ст}} = 0.5 * d + \lambda_z * H$$

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

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

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

$V = 0.1 = 0.175$ – ширина профиля шины, м

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

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

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

$r_{\text{к}}$ – радиус качения шины

7.2.3 Определение коэффициента обтекаемости

$$k = \frac{C_x \times \rho}{2}$$

C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях

$$k = \frac{0.70 \times 1.293}{2} = 0.453$$

7.2.4 Расчет лобовой площади автомобиля

$$F = 0.8 * B_r * H_r$$

$$F = 0.8 * 2.07 * 3.61 = 5.977 \text{ м}^2$$

7.2.5 Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости

$$f = f_0 * \left(1 + \frac{v^2}{2000}\right),$$

$$f = 0.012 * \left(1 + \frac{36.1^2}{2000}\right) = 0.0198$$

7.2.6 Определение внешней скоростной характеристики двигателя

$$\psi_v = f = 0.0204$$

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм.рт.ст.)

$N_v = 113\,450 \text{ Вт} \approx 113.4 \text{ кВт}$ (из прошлого расчета)

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a * \lambda + b * \lambda^2 - c * \lambda^3}$$

$a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты для карбюраторного двигателя.

Принимаем $\lambda = 1.11$

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_v}{\lambda} = \frac{471}{1.11} = 424 \text{ рад/с}$$

$N_{\max} = 116422 \text{ Вт} \approx 116,42 \text{ кВт}$ (из прошлого расчета)

Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала:

$$\omega_{\min} = 100 \text{ рад/с}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 10.

Таблица 10 - Зависимость мощности и момента от числа оборотов

ω_e , рад/с	100	135	170	205	240	275	310	345	380	415	450
N_e , кВт	32,41	45,11	57,89	70,34	82,08	92,71	101,8 5	109,0 9	114,0 4	116,3 1	115,5 2
M_e , Нм	324,1	334,1 5	340,5 3	343,1 2	342	337,1 3	328,5 5	316,2 0	300,1 1	280,2 6	256,7 1

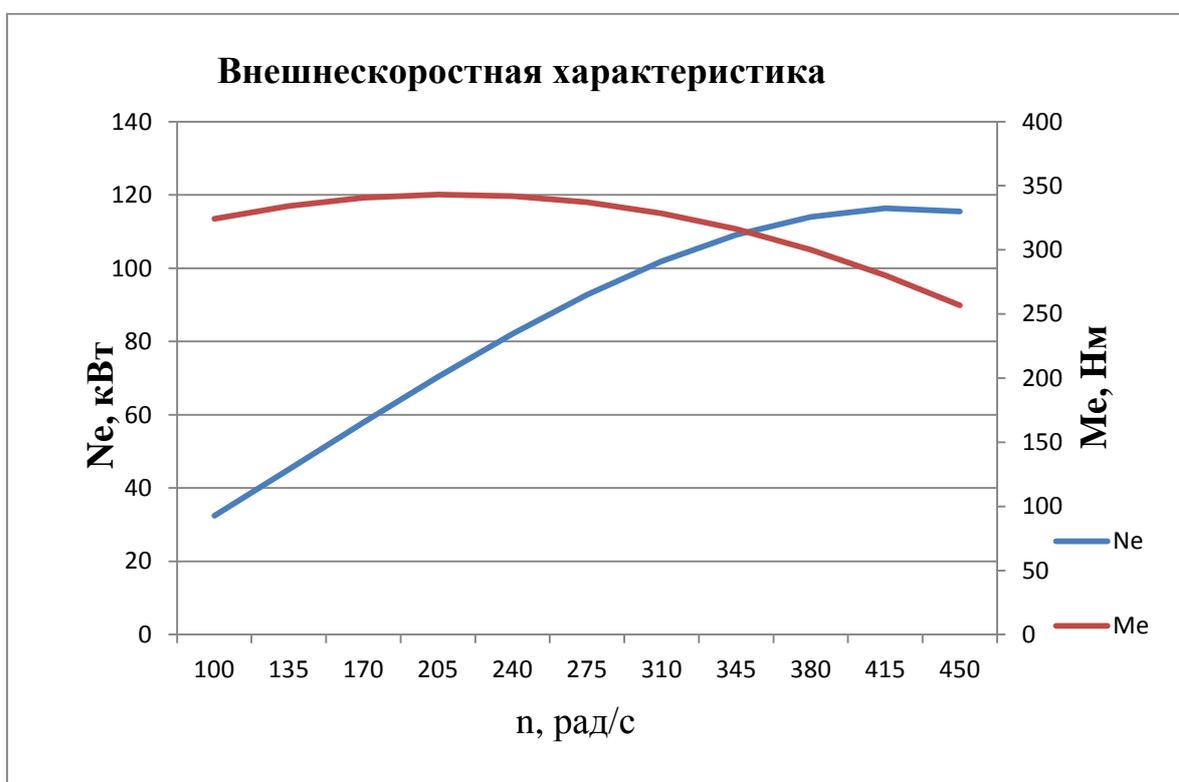


Рисунок 47 – Внешнескоростная характеристика

7.3 Определение передаточных чисел трансмиссии

7.3.1 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{0,3236}{0,85} \times \frac{450}{36,1} = 4,7$$

7.3.2 Определение передаточных чисел коробки передач

$$\psi_{\max} = (\varphi G_a l_1) / (L(G_a)) = 0,417$$

$$U_1 \geq \frac{31568 \times 0,417 \times 0,3236}{343,12 \times 0,90 \times 4,7} \geq 2,93$$

$$\varphi = 0,8$$

$$U_1 \leq \frac{31568 \times 0,8 \times 0,3236}{343,12 \times 0,90 \times 4,7} \leq 5,63$$

Передаточные числа были определены в предыдущем расчете

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k}$$

Результаты сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Зависимость скорости от числа оборотов

n, об/мин (ω , рад/с)	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955(100)	1,88	3,28	5,06	6,88	8,40
1290(135)	2,53	4,43	6,83	9,29	11,34
1623(170)	3,19	5,57	8,61	11,70	14,27
1958(205)	3,84	6,72	10,38	14,11	17,21
2292(240)	4,50	7,87	12,15	16,52	20,15
2626(275)	5,16	9,02	13,92	18,93	23,09
2960(310)	5,81	10,16	15,69	21,34	26,03
3295(345)	6,47	11,31	17,47	23,75	28,97
3629(380)	7,13	12,46	19,24	26,16	31,91
3963(415)	7,79	13,61	21,01	28,57	34,85
4297(450)	8,44	14,75	22,78	31	37,78

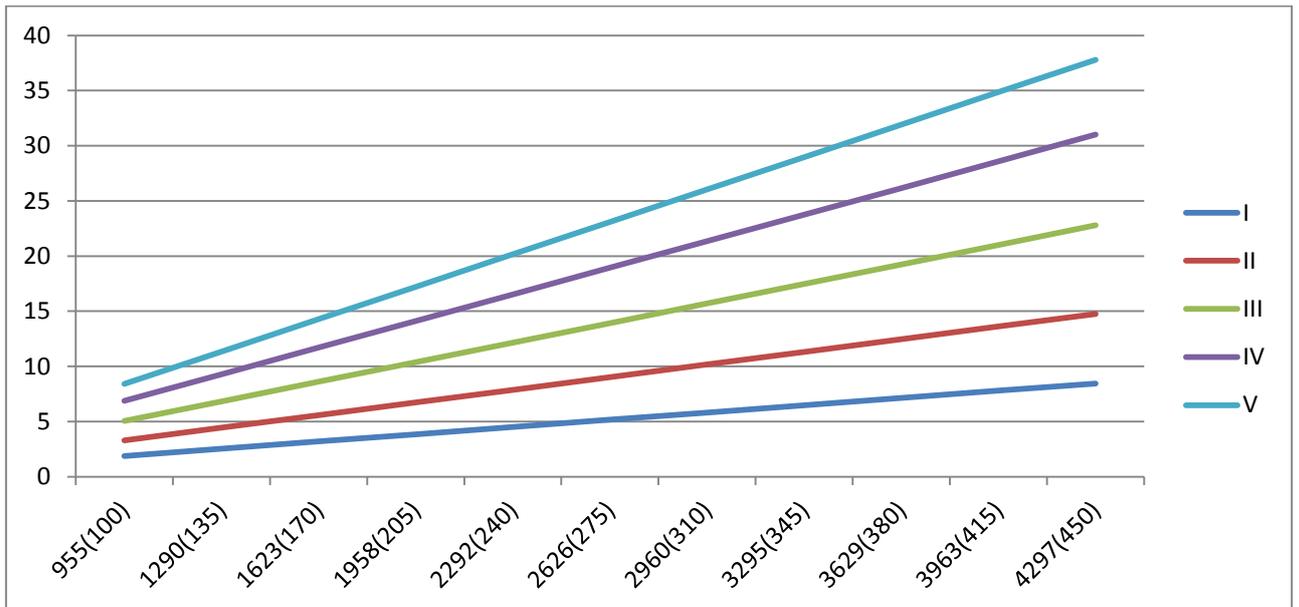


Рисунок 48 – Зависимость скорости от числа оборотов

7.4 Анализ тяговой динамики

7.4.1 Тяговый баланс автомобиля

Сила тяги на ведущих колесах автомобилей:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k}$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2$$

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_D = G_a \times \psi, \text{ где } \psi = f$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 12 и 13.

Таблица 12 – зависимость тяговой силы и силы сопротивления на передаче от числа оборотов

n, об/ми н	P _т , Н					Сила сопротивления на передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P _в	P _д	P _Σ
955	15548,0	8896,72	5761,68	4236,53	3473,959	190,86	369,28	560,14
1290	16030,2	9172,60	5940,35	4367,90	3581,683	347,84	379,63	727,47
1623	16336,2	9347,73	6053,77	4451,30	3650,069	550,80	393	943,8
1958	16460,5	9418,83	6099,81	4485,15	3677,831	801,15	409,51	1210,66
2292	16406,8	9388,09	6079,90	4470,51	3665,826	1098,25	429,1	1527,35
2626	16173,1	9254,40	5993,33	4406,86	3613,625	1442,11	451,77	1893,88
2960	15761,5	9018,88	5840,79	4294,70	3521,658	1832,73	477,53	2310,26
3295	15169,1	8679,86	5621,24	4133,26	3389,281	2270,11	506,37	2776,48
3629	14397,2	8238,18	5335,20	3922,94	3216,816	2754,25	538,29	3292,54
3963	13444,9	7693,29	4982,32	3663,47	3004,048	3285,15	573,3	3858,45
4297	12315,1	7046,83	4563,66	3355,63	2751,62	3860,77	611,25	4472,02

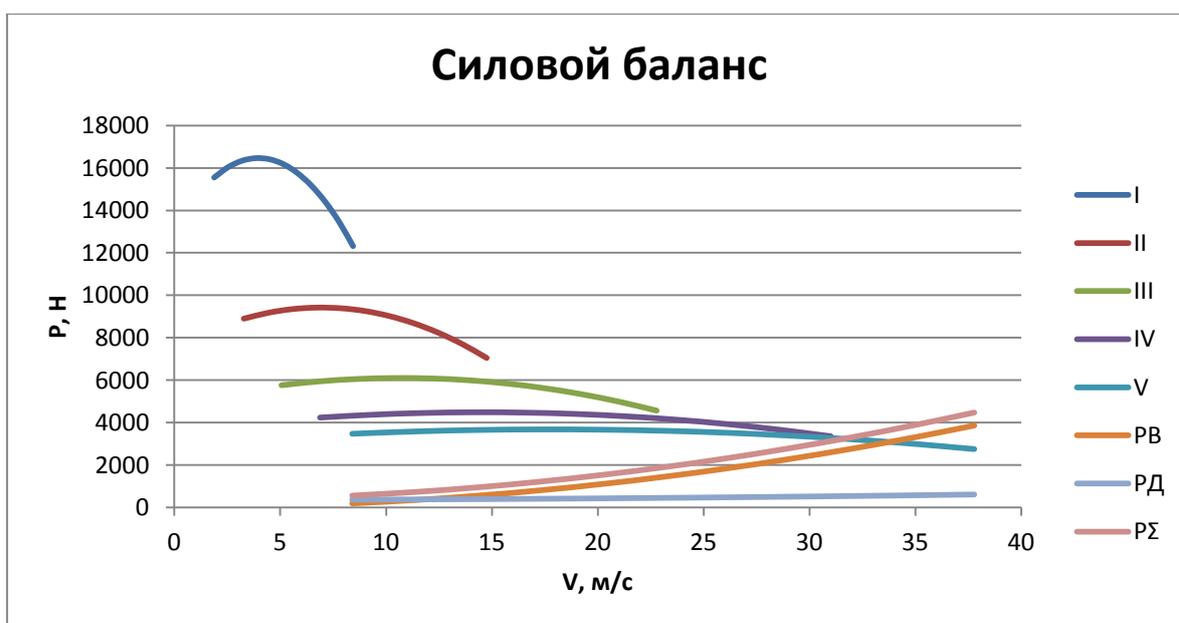


Рисунок 49 – Силовой баланс

Как видно, сила сопротивления воздуха возросла, а от этого и общая сила сопротивления. Максимальная скорость стала ниже.

Таблица 13 – Зависимость силы сопротивления воздуха от скорости

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P _B								
1,88	9,56	3,28	29,10	5,06	69,25	6,88	128,03	8,40	190,86
2,53	17,31	4,43	53,08	6,83	126,18	9,29	233,44	11,34	347,84
3,19	27,53	5,57	83,92	8,61	200,52	11,70	370,27	14,27	550,80
3,84	39,89	6,72	122,15	10,38	291,44	14,11	538,52	17,21	801,15
4,5	54,77	7,87	167,53	12,15	399,30	16,52	738,19	20,15	1098,25
5,16	72,02	9,02	220,07	13,92	524,12	18,93	969,28	23,09	1442,11
5,81	91,31	10,16	279,21	15,69	665,88	21,34	1231,80	26,03	1832,73
6,47	113,23	11,31	346,00	17,47	825,54	23,75	1525,73	28,97	2270,11
7,13	137,51	12,46	419,94	19,24	1001,29	26,16	1851,08	31,91	2754,25
7,79	164,14	13,61	501,03	21,01	1193,99	28,57	2207,85	34,85	3285,15
8,44	192,68	14,75	588,48	22,78	1403,64	31,00	2599,40	37,78	3860,77

7.4.2 Динамические характеристики автомобиля

Динамический фактор:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (24)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – зависимость динамического факторы и коэффициента сопротивления от числа оборотов

n, об/мин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	0,49	0,28	0,18	0,13	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1290	0,50	0,28	0,18	0,13	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1623	0,50	0,28	0,17	0,12	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1958	0,50	0,27	0,17	0,12	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2292	0,48	0,26	0,16	0,11	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2626	0,47	0,25	0,14	0,09	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
2960	0,44	0,23	0,13	0,08	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
3295	0,41	0,20	0,11	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
3629	0,37	0,17	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
3963	0,32	0,14	0,05	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
4297	0,27	0,10	0,02	-0,02	-0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

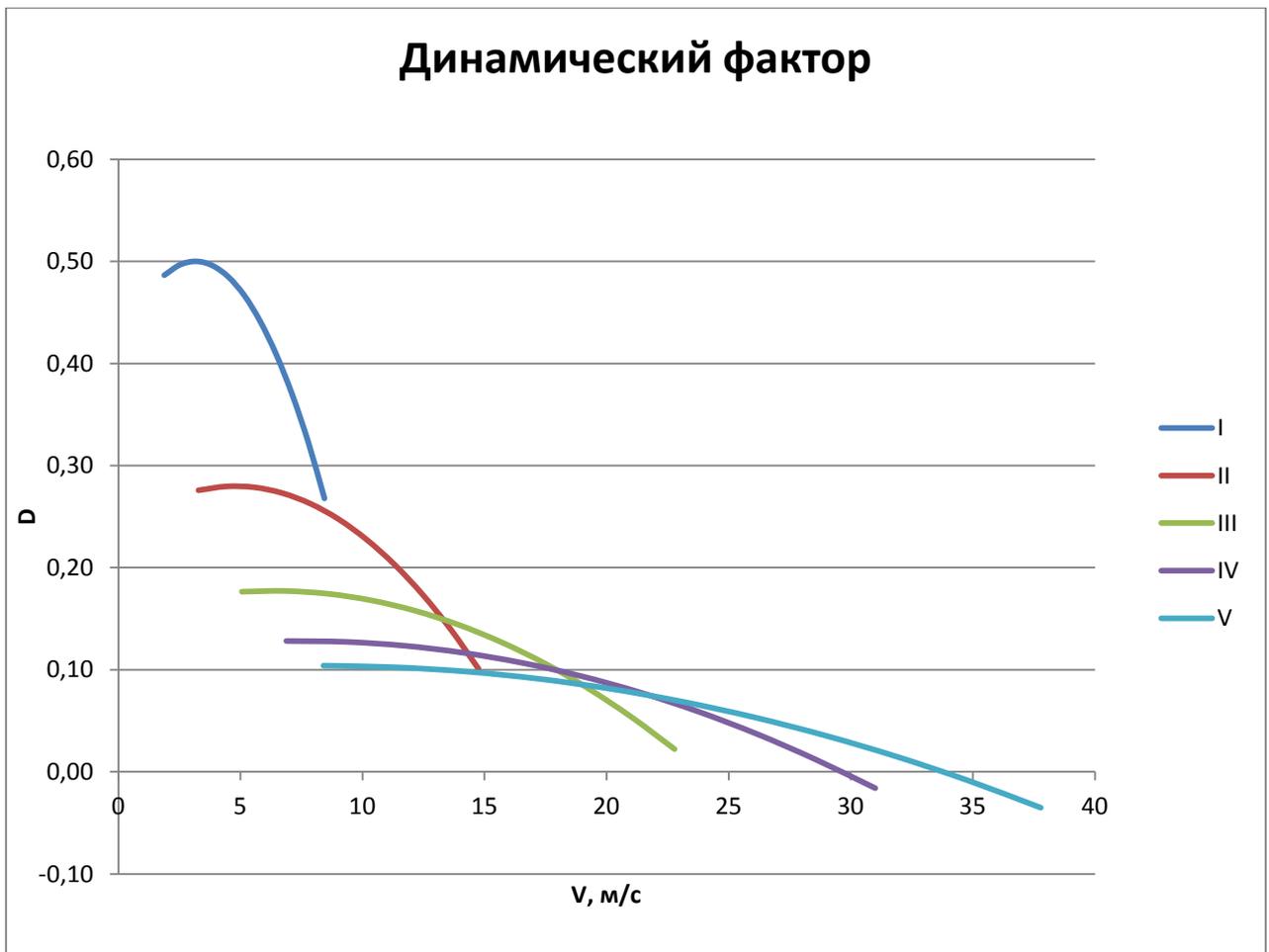


Рисунок 50 – Динамический фактор

На данном графике также прослеживается тот момент, что максимальная скорость автомобиля снижается и тяговой силы автомобиля для преодоления сопротивления не хватает уже на IV передаче

7.5. Анализ динамики разгона

7.5.1 Разгон автомобиля

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 / 0.05 \quad (29)$$

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $1/j$ сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – зависимость ускорения/обратного ускорения от числа оборотов

n, об/мин	Ускорение на передаче m/c^2 :					Величина, обратная ускорению на передаче, c^2/m :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	2,71	2,04	1,41	1,03	0,83	0,37	0,49	0,71	0,97	1,21
1290	2,76	2,07	1,42	1,02	0,81	0,36	0,48	0,70	0,98	1,23
1623	2,78	2,06	1,39	0,99	0,77	0,36	0,49	0,72	1,01	1,30
1958	2,76	2,01	1,34	0,92	0,70	0,36	0,50	0,75	1,08	1,43
2292	2,70	1,93	1,25	0,83	0,61	0,37	0,52	0,80	1,20	1,65
2626	2,59	1,82	1,13	0,71	0,48	0,39	0,55	0,89	1,41	2,06
2960	2,45	1,66	0,98	0,56	0,34	0,41	0,60	1,02	1,77	2,95
3295	2,26	1,47	0,79	0,39	0,17	0,44	0,68	1,26	2,57	6,00
3629	2,03	1,24	0,58	0,19	-0,03	0,49	0,81	1,72	5,36	-31,97
3963	1,77	0,98	0,34	-0,04	-0,26	0,57	1,02	2,97	-22,82	-3,92
4297	1,46	0,68	0,06	-0,30	-0,50	0,69	1,48	16,25	-3,32	

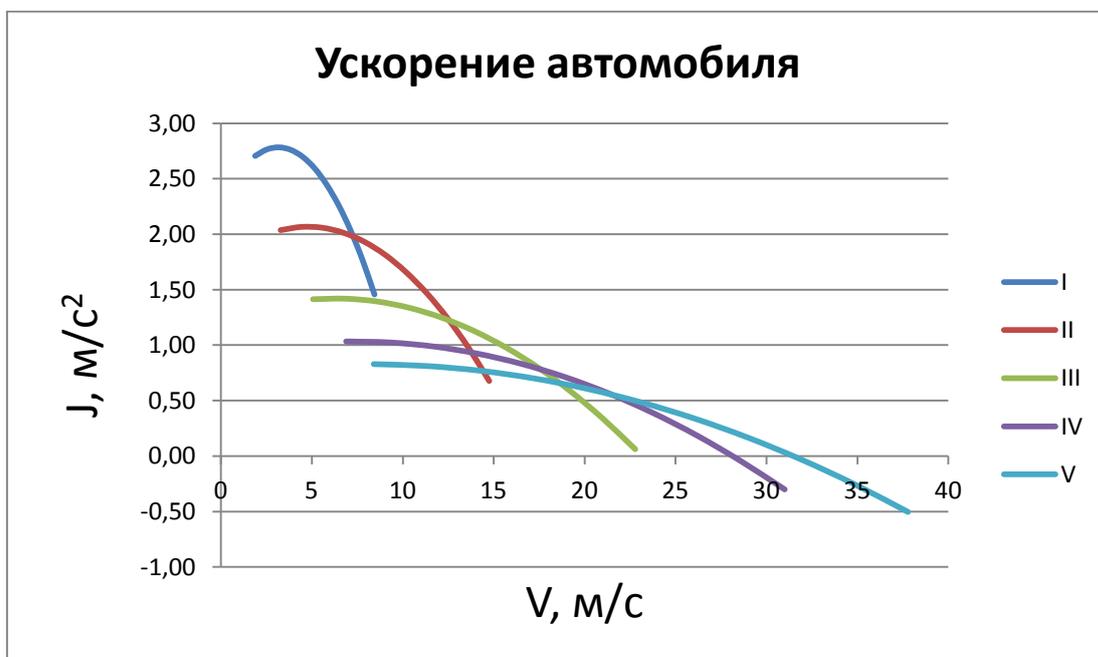


Рисунок 51 – Ускорение автомобиля

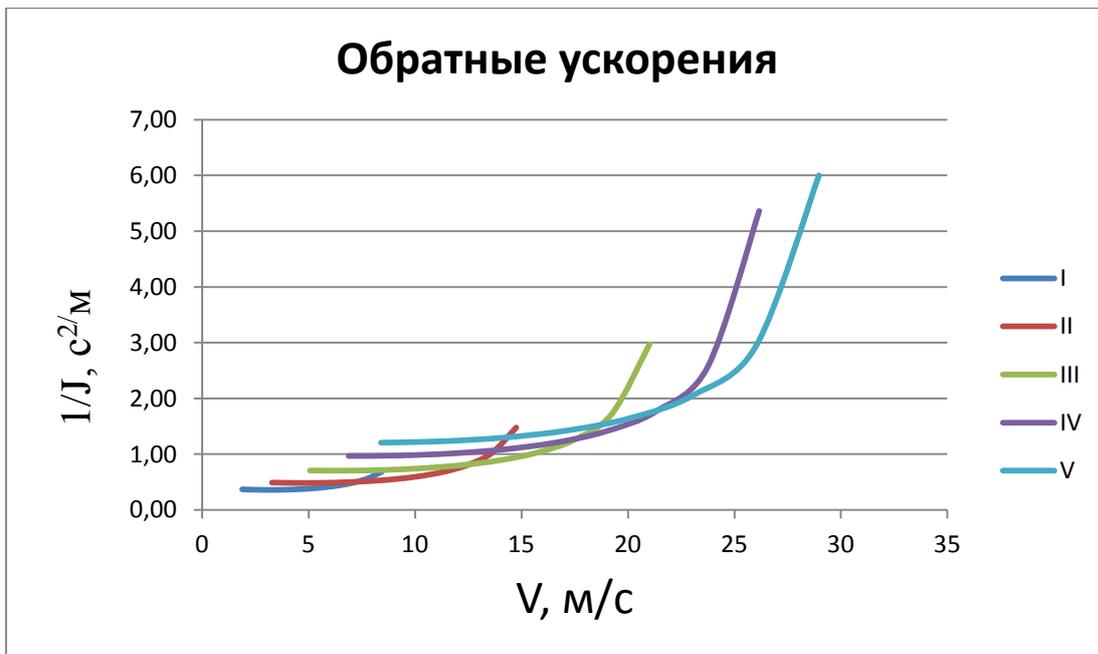


Рисунок 52 – Обратные ускорения

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом.

Результаты расчетов приведены в таблице 16

Таблица 16 – Пройденный путь во время разгона

V	t	1/J	ΔS	S
0	0	0	0	0
1,5	0,58	0,2	0,44	0,44
6	2,30	0,45	6,45	6,89
10	3,87	0,58	12,53	19,42
14	5,54	1	20,07	39,49
19	7,88	1,68	38,56	78,05
23	10,09	1,9	46,35	124,40
25	11,48	2	33,47	157,88
28,3	14,68	2,45	85,17	243,05



Рисунок 53 – Время разгона

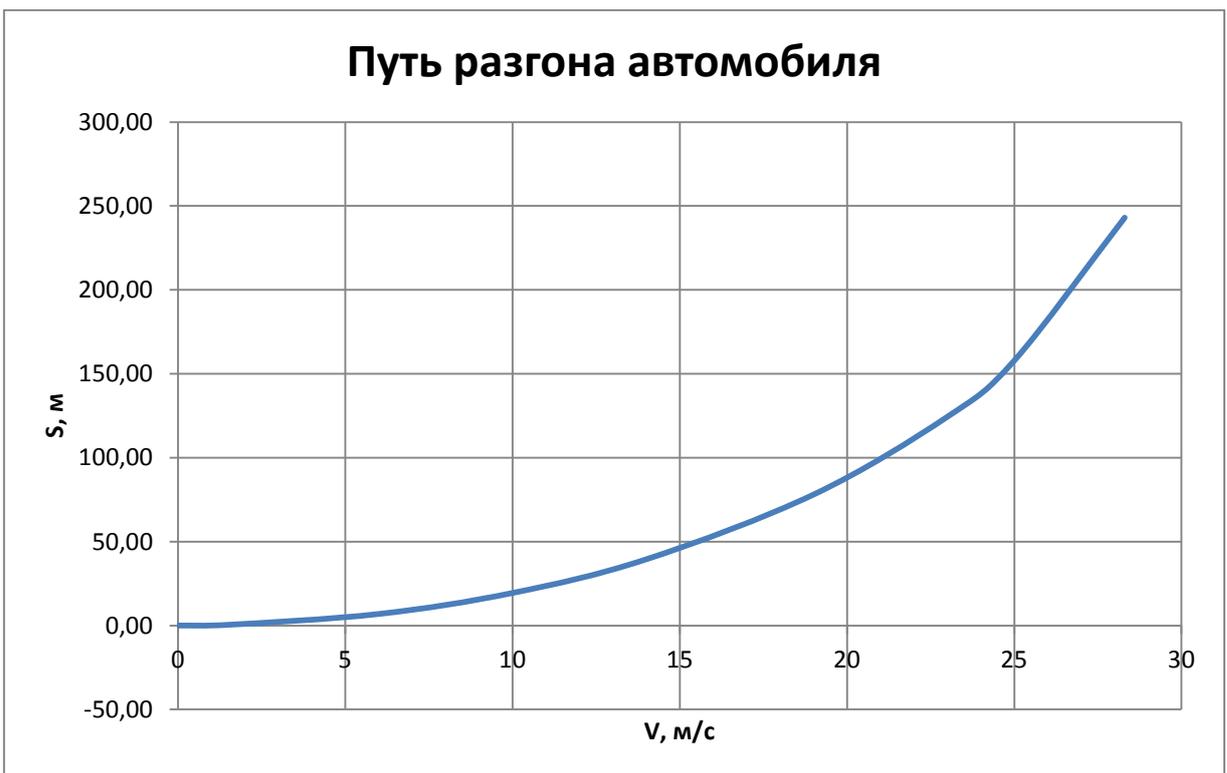


Рисунок 54 – Путь разгона автомобиля

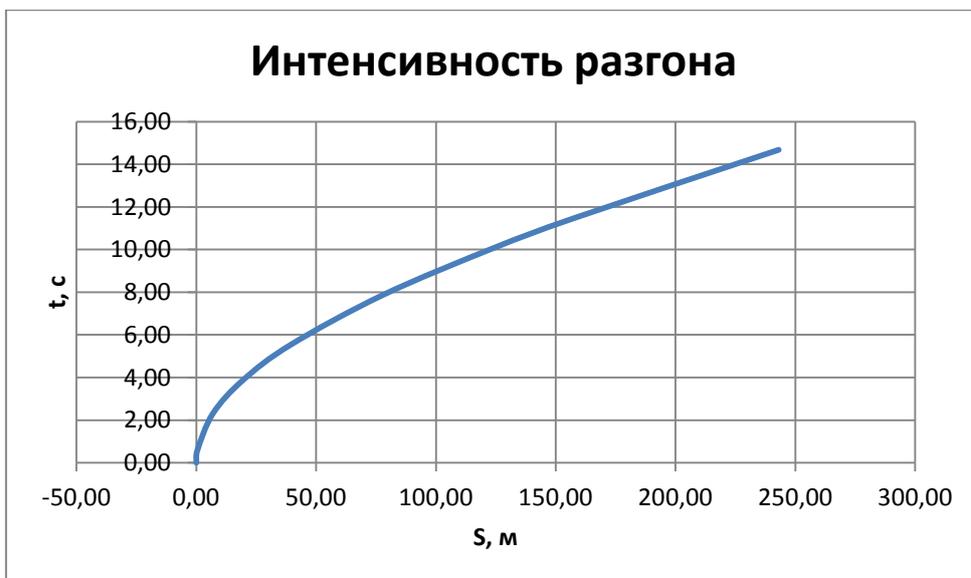


Рисунок 55 – Интенсивность разгона

7.6 Мощностной баланс автомобиля.

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_B + N_{и},$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Мощностной баланс автомобиля

V max	8,4	11,3 4	14,2 7	17,2 1	20,1 5	23,0 9	26,0 3	28,9 7	31,9 1	34,8 5	37,7 8
N _e	29,18	40,6 2	52,0 9	63,3 0	73,8 7	83,4 4	91,6 7	98,1 9	102, 6	104, 7	104
N _t	26,26	36,5 5	46,8 8	56,9 7	66,4 8	75,0 9	82,5 0	88,3 7	92,3 8	94,2 2	93,5 6
N _B	1,60	3,94	7,86	13,79	22,13	33,30	47,71	65,77	87,89	114,4 9	145,8 6
N _д	3,1	4,3	5,6	7,04	8,64	10,43	12,43	14,67	17,17	19,98	23,09
N _B +N _д	4,70	8,24	13,46	20,83	30,77	43,73	60,14	80,44	105,0 6	134,4 7	168,9 5
(N _B +N _д)/N _t	0,18	0,23	0,29	0,37	0,46	0,58	0,73	0,91	1,14	1,43	1,81

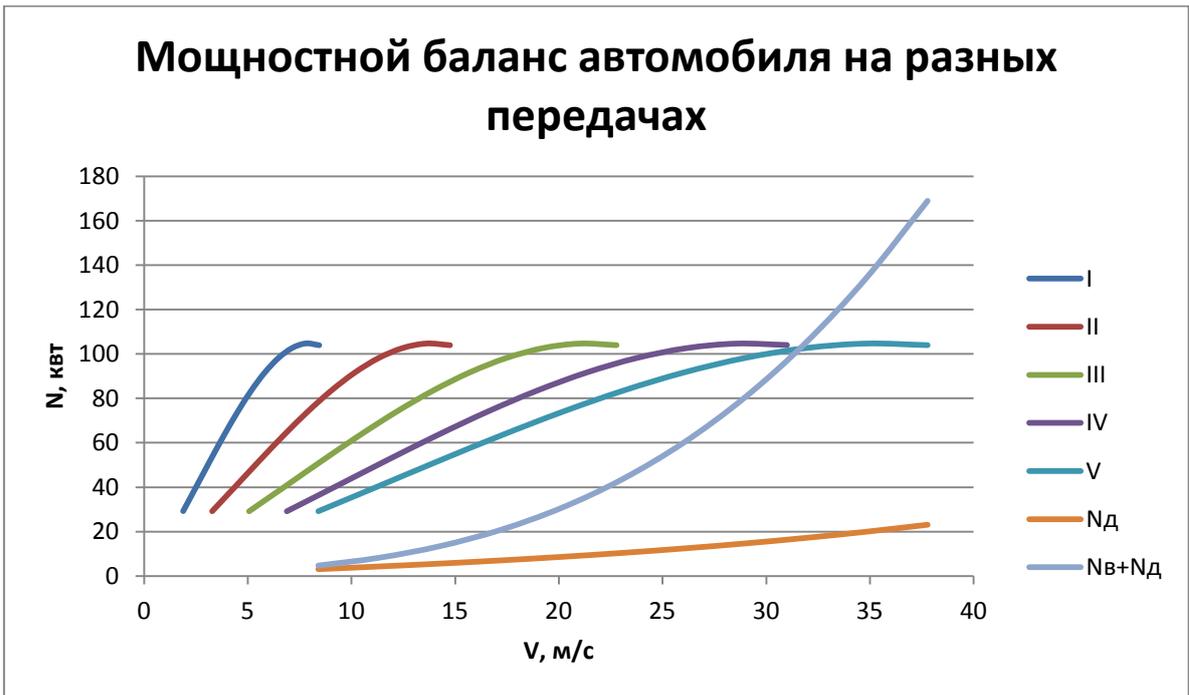


Рисунок 56 - Мощностной баланс автомобиля на разных передачах

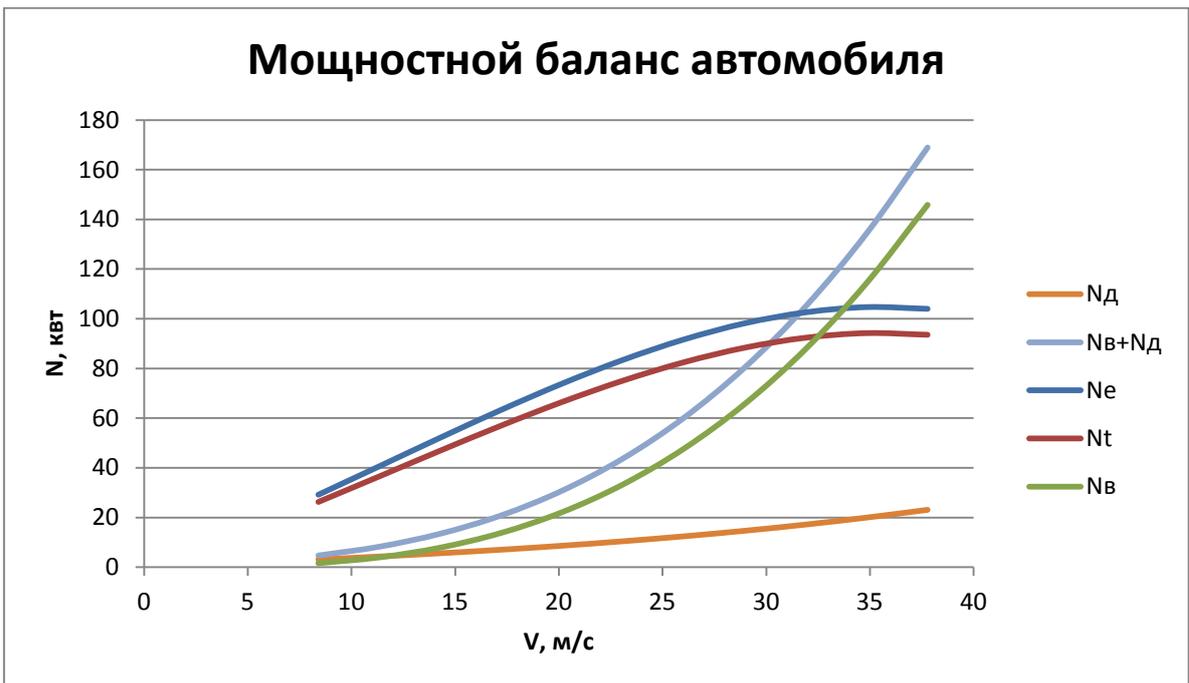


Рисунок 57 - Мощностной баланс автомобиля

7.7 Топливоно–экономическая характеристика автомобиля.

Путевой расход топлива:

$$Q_{п} = \frac{k_{ск} \times k_{и} \times (P_{д} + P_{в}) \times g_{e \min} \times 1.1}{36000 \times \rho_{т} \times \eta_{тп}}, \quad (32)$$

Также можно воспользоваться формулой

$$G_{T} = \frac{g_e \cdot K_u \cdot (N_{\psi} + N_w)}{1000 \eta_{тп}} \quad (33)$$

, где

$$U = \frac{N_{\psi} + N_w}{N_e \cdot \eta_{тп}} \quad (34)$$

И

$$K_u = 4,4244 \cdot U^2 - 7,0872 \cdot U + 3,6817 \quad (35)$$

Путевой расход топлива в этом случае $Q_s = \frac{100 \cdot G_T}{V_a \cdot \rho_t}$ (36)

Расчитанные данные сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

Nco пр	1,42	3,21	5,56	8,97	13,07	20,19	28,57	39,17	52,13	68,01	86,86
Nt	26,26	36,55	46,88	56,97	66,48	75,09	82,5	88,37	92,38	94,22	93,56
U	0,054 075	0,087 825	0,118 601	0,157 451	0,196 6	0,268 877	0,346 303	0,443 25	0,564 3	0,721 821	0,928 388
Ku	3,311 399	3,093 394	2,903 387	2,675 496	2,459 364	2,095 975	1,757 981	1,409 563	1,091 275	0,871 235	0,915 438
V	8,4	11,34	14,27	17,21	20,15	23,09	26,03	28,97	31,91	34,85	37,78
Qs	28,96 905	45,31 487	58,54 224	72,16 547	82,55 376	94,84 446	99,85 361	98,62 866	92,25 902	87,98 712	108,9 182

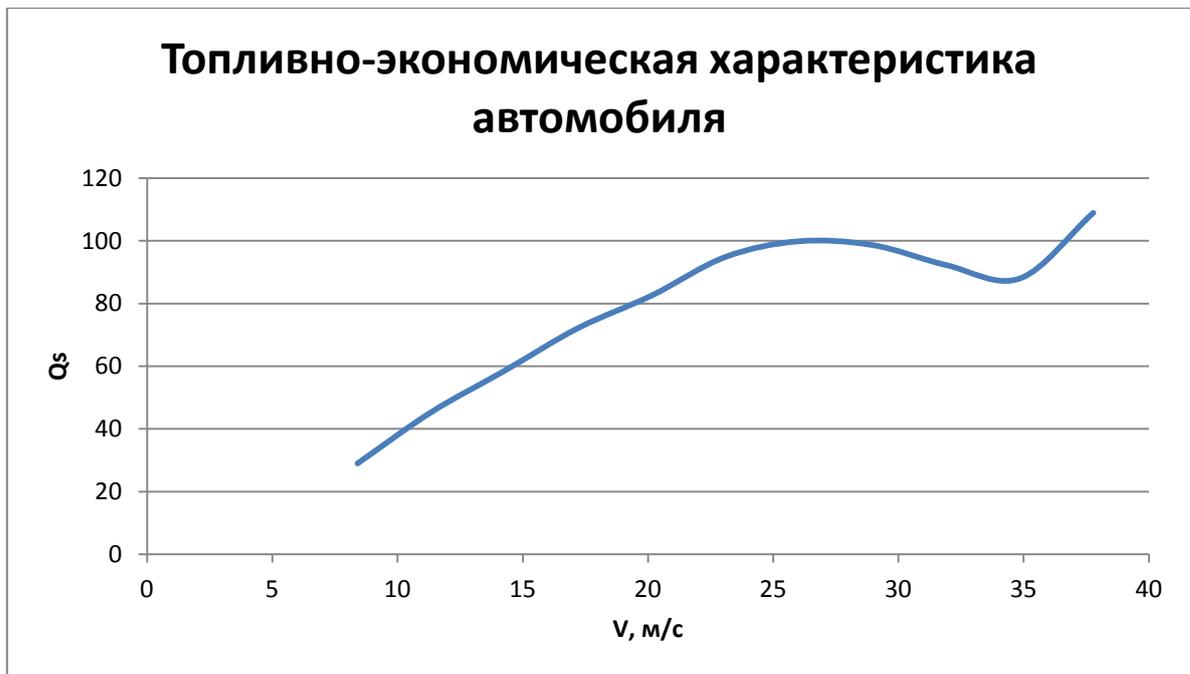


Рисунок 58 - Топливо-экономическая характеристика автомобиля

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. Это будет позволять путешествующим брать с собой больше людей, за счет увеличения количества общего места. Семья из трех человек может вполне комфортно разместится в таком автодоме. Помимо вышеперечисленных кузовных изменений, было проведено 2 тяговых расчета автомобиля до и после его изменения, из которого можно сделать вывод, что перевозка изменение конструкции автомобиля под автодом будет значительно влиять на динамические характеристики.

Смотря на всю проделанную работу, модернизация ГАЗели NEXT 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.

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

Список используемой литературы и используемых источников

1. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля. Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40с.
2. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория. – м.: Высш. шк., 1986. – 208с.
3. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478с.:ил.
4. Recreation Vehicle URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Recreational_vehicle
5. Технология построение автодома из старого автомобиля. URL:
<https://gtshina.ru/tyuning/pereoborudovanie-avto-v-dom-na-kolesah-shikarnyi-dom-iz-starogo/>
6. Motorhome. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Motorhome>
7. Campervan. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Campervan>
8. Caravan. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_\(towed_trailer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_(towed_trailer))
9. Fifth-wheel trailers. URL:
[https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_\(towed_trailer\)#Fifth-wheel_trailers](https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_(towed_trailer)#Fifth-wheel_trailers)
10. Popup Camper. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Popup_camper
11. Truck Camper. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Truck_camper
12. Газель NEXT модельный ряд. URL:
<https://azgaz.ru/models/gazelle-next/>
13. Газель NEXT. URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%90%D0%97%D0%B5%D0%BB%D1%8C_NEXT

14. Технические характеристики ГАЗель NEXT. URL:

<https://gazavtomir.ru/info/teh/exploitation/gazel-next/12>

15. Технические характеристики ГАЗель NEXT. URL:

<https://next-gazel.ru/tehnicheskie-harakteristiki-gazel-next>

16. Технические характеристики ГАЗель NEXT. URL:

<https://belgaz.by/models/gazel-next/tehnicheskie-harakteristiki.html>

17. Дом на колёсах. URL:

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BC_%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%81%D0%B0%D1%85

18. Купить автодом или жилой прицеп в России. URL:

https://autolord.ru/all_homes/all-models/

19. Автодома, кемперы и прицепы-дачи. URL:

<http://www.kemper.ru/>

20. Удельный расход топлива. URL:

https://chiptuner.ru/content/pub_12/