

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 одноосного автомобиля для передвижения в условиях города

Студент

А.В. Яровинский

(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)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2021

## АННОТАЦИЯ

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания, безопасность вождения, длительный срок службы и высокую эффективность должен сегодня иметь современный автомобиль.

Тема дипломного проекта: «Разработка одноосного автомобиля для передвижения в условиях города». Автотранспортное средство настоящего времени должно иметь комфортную подвеску и надежную систему зажигания, а также бесшумную коробку передач, плавное сцепление, должен иметь относительно быстрое ускорение и отвечать всем современным требованиям безопасности для водителя, пассажиров и всех окружающих его.

Проект состоит из графической части, это 8 листов формата А1, а также из пояснительной записки, включающая в себя разделы конструкторский, экономический, охраны труда. Пояснительная записка содержит 95 страниц формата А4.

Первая часть посвящается классификации существующих в мире типов конструкций, его тенденциям развития в настоящее время, и также проектированию разрабатываемого узла.

Во второй части проекта содержится расчет характеристик автомобиля и конструкторские расчеты, также эта часть касается динамического расчета автомобиля, т.е. эта часть посвящена конструкторским расчетам транспортного средства.

В третьей части проекта содержится перечень опасных и вредных производственных факторов, мероприятия безопасных условий труда и экологичность объекта.

В четвертой части приводятся расчеты экономической эффективности проекта, расчеты точки безубыточности, а также экономические расчеты себестоимости разрабатываемого узла.

В массовое производство внедрение модернизации описанной в дипломном проекте возможно при соответствующем финансировании.

## **ABSTRACT**

Stability on the road, ease of maintenance, driving safety, long service life and high efficiency should have a modern car today.

The topic of the diploma project: « Development of a single-axle car for driving in the city ». A vehicle of the present time must have a comfortable suspension and a reliable ignition system, as well as a silent gearbox, a smooth clutch, must have a relatively fast acceleration and meet all modern safety requirements for the driver, passengers and everyone around him.

The project consists of a graphic part, it is 8 sheets of A1 format, as well as an explanatory note, which includes the sections design, economic, labor protection. The explanatory note contains 95 pages of A4 format.

The first part is devoted to the classification of existing types of structures in the world, its current development trends, and also the design of the node being developed.

The second part of the project contains the calculation of the characteristics of the car and design calculations, this part also concerns the dynamic calculation of the car, i.e. this part is devoted to the design calculations of the vehicle.

The third part of the project contains a list of dangerous and harmful production factors, measures for safe working conditions and environmental friendliness of the facility.

The fourth part contains calculations of the economic efficiency of the project, calculations of the break-even point, as well as economic calculations of the cost of the developed node.

In mass production, the implementation of the modernization described in the diploma project is possible with appropriate funding.

## Содержание

	Стр.
Введение .....	5
1 Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение автомобилей и классификация .....	6
1.2 Требования предъявляемые к конструкции автомобилей.....	7
1.3 Описание конструкции автомобилей и их типы .....	16
1.4 Тенденции развития технологий применяемых в автомобильной промышленности .....	27
1.4 Выбор и обоснование конструкторских решений проекта .....	39
2 Конструкторская часть.....	40
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	40
2.2 Расчет разрабатываемого узла .....	55
3 Безопасность и экологичность объекта .....	60
4 Экономическая эффективность проекта.....	69
Заключение.....	84
Список используемых источников.....	85
Приложение А графики тягового расчета .....	87

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт сейчас – самый распространённый вид транспорта. Автомобильный транспорт моложе железнодорожного и водного транспорта. «Автомобильная промышленность по объёму производства, а также по стоимости основных фондов она является крупнейшей отраслью машиностроения. Продукция автомобилестроения широко используется во всех отраслях экономики и является одним из самых ходовых товаров в розничной торговле.»[11]

«Сейчас автомобильная промышленность стремится строить новую техническую политику на пути реорганизации и в сотрудничестве с различными партнерами. Опыт истории развития мирового автотранспорта показывает, что многие зарубежные автомобильные компании и фирмы находили в таком же состоянии, но, преодолев трудные времена, вновь выпускали автомобили уже известных и новых марок, моделей и модификаций.»[12]

«Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорт, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.»[13]

«В настоящее время в автомобилестроении существуют две очень важные тенденции, это погоня за экономичностью – современные двигатели значительно меньше потребляют топлива, чем двигатели былых лет, и экологичность – автомобиль не должен загрязнять окружающую среду.»[14]

Цель дипломного проекта это создание удобного, а также экологичного, экономически выгодного автомобиля для жизни и для работы людей передвигающихся каждый день в городских условиях.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение автомобилей и классификация

К транспортным средством категории В относятся автомобили разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг и число сидячих мест помимо сиденья водителя не превышает 8. В самом массовом представителем данной категории является легковой автомобиль.

В Европе легковые автомобили подразделяют в зависимости от их габаритных размеров на классы. Таких классов шесть, они обозначаются буквами латинского алфавита: А плюс, В плюс, С плюс, D плюс, С плюс, Е плюс, F плюс. Класс А плюс - малогабаритные 4-5 местные легковые автомобили, длина которых не превышает 3,7 м, а ширина 1,6 м, к данному классу относятся 2-4 местные городские мини автомобилей, например, Смарт в данную категорию входят модели Сеаз 11116, ВАЗ 1111 Ока, Киа пиканта, Daewoo Matiz. Класс В плюс легковые автомобили длиной от 3,7 м до 4,3 м и шириной до 1,7 м. Чаще всего они оснащаются кузовом хэтчбек три или пять дверей и передним приводом, так например, все модели Лада 2104, Renault Logan, Hyundai Accent, по устаревшей отечественной классификации автомобили нынешних классов А плюс и В плюс относились к особому малому классу с двигателем рабочим объемом до 1,1 литра, отраслевой индекс начинается с цифр 11 например ВАЗ 1111. Клас С плюс легковые автомобили длиной от 4,2 до 4,5 м и шириной до 1,8. Данный класс часто называют ниже средним или гольф классом, по самому популярному в Европе его представителю Volkswagen-Гольфа. К классу С плюс относятся также Chevrolet Lacetti, Ford Focus. Класс D плюс - легковые автомобили длиной от 4,5 до 4,8 м и шириной до 1,8 м данный класс часто называют верхний средний и данному классу относятся модели Audi a4, Mazda6, Volkswagen Passat, по устаревшей отечественной классификации автомобилей нынешних классов С плюс и D плюс относились к малому классу с двигателем рабочим

объемом от 1,1 до 1,8 л. Отраслевой индекс начинался с цифр 21, например, ИЖ 2126. Класс Е плюс - легковые автомобили длиной от 4,8 до 5 м и шириной более 1,8 метра. Данный класс именуется бизнес-классом, в этом классе представленной Lexus GS, Nissan Teana, Mitsubishi Galant, по устаревшей отечественной классификации автомобилей внешних классов Е плюс и частично D плюс и плюс относились к среднему классу с двигателем рабочим объемом 1,8 до 3,5 л, отраслевой индекс начинался с цифр 31 например ГАЗ 3102. Класс F плюс состоит из автомобилей длиной более 5 м и шириной более 1,8 м. Этот класс именуется классом люкс или представительским классом к нему относятся комфортабельные мощные автомобили типа: Bentley, Maybach и Rolls-Royce, по устаревшей отечественной классификации автомобилей класс F плюс и частично Е плюс относились к большому, с двигателем рабочим объемом 3 литра и выше без ограничений классов, отраслевой индекс начинался с цифр 41 например ЗИЛ 4104.

## **1.2 Требования предъявляемые к конструкции автомобилей.**

Эффективная работа автомобиля и обеспечение безопасности при его движении важнейшая обязанность каждого водителя, достигнуть её исполнения возможно только при условии, что техническое состояние транспортного средства отвечает условиям завода-изготовителя, а также правилам технической эксплуатации. В первую очередь водителю необходимо обращать внимание на техническое состояние рулевого управления и переднего моста, тормозов колес и шин, звуковой и световой сигнализации, стеклоочистителей стёкол, также огромное значение уделяется равномерные четкой работе двигателя на всех режимах, состоянию ходовой части и трансмиссии автомобиля, для того чтобы поддерживать его в надлежащем состоянии автовладельцу необходимо на регулярной основе проводить техническое обслуживание транспортного средства и постоянно

контролировать самочувствие своего автомобиля. Начнём с рулевого управления, его состояние в первую очередь должна обеспечивать легкость управления автомобилем и его стабильное движение в заданном направлении, при любых скоростях и дорожных условиях, необходимо помнить, что при длительной эксплуатации транспорта крепления деталей рулевого управления могут изнашиваться и ослабевать, что неизбежно приведёт к увеличению свободного хода рулевого колеса, а значит к снижению маневренности автомобиля, пострадать может и такой показатель, как устойчивость транспортного средства во время движения.

«Правила дорожного движения предусматривает следующие неисправности в рулевом управлении, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств: первое - суммарный люфт в рулевом управлении превышает значение установленный заводом-изготовителем.»[2] В качестве максимально допустимого - не более 10 градусов для легкового автомобиля; второе - имеются не предусмотренные конструкцией перемещения деталей кузова, резьбовые соединения не затянуты или не зафиксированы установленным способом, неработоспособное устройство фиксации положения рулевой колонки; третье - неисправен или отсутствует предусмотренный конструкцией усилитель рулевого управления или рулевой демпфер для мотоцикла.

Неисправности тормозной системы - в процессе эксплуатации транспортного средства неизбежно возникает износ тормозных накладок и тормозных барабанов, может произойти утечка жидкости из привода, а также нарушается его герметичность, что приводит к падению давления и так далее. Эффективность действия тормозной системы можно проверить по следу торможения на горизонтальном сухом и гладком участке дороги при коэффициенте сцепления не ниже 0,6 и движении без нагрузки со скоростью 30 км/ч. Достаточно однократного нажатия на педаль тормоза, по степени сходства следов оставляемых колёсами автомобиля на дороге и по признакам износа можно судить об одновременности начала торможения и



равномерности распределения тормозных усилий по всем четырём колесам автомобиля. Насколько эффективно работает тормозная система возможно определить только с помощью специальных измерительных приборов на пунктах диагностики, который фиксирует тормозных усилий на колесах автомобиля.

Правилами дорожного движения запрещается эксплуатация транспортных средств, если при проверке будет выявлена любая из перечисленных неисправностей в тормозной системе: первое - нормы эффективности торможения рабочей тормозной системы не соответствует ГОСТу-Р51709-2001; второе - нарушена герметичность гидравлического тормозного привода; третье - нарушение герметичности пневматического или пневмогидравлического тормозных приводов - вызывает падение давления воздуха, при неработающем двигателе на 0,05 МПа более за 15 минут после полного приведения их в действие, утечка сжатого воздуха из колесных тормозных камер; четвертое - не действует манометр пневматического или пневмогидравлического тормозных приводов; пятое - стояночная тормозная система не обеспечивает неподвижное состояние, легковых автомобилей и автобусов на уклоне до 23% включительно, транспортных средств с полной нагрузкой на уклоне до 16% включительно, грузовых автомобилей и автопоездов в снаряженном состоянии на уклоне до 31% включительно.

Колёса и шины - состояние покрышек играет важнейшую роль в обеспечении безопасности движения, ведь именно, при нормальном давлении воздуха в шине и нагрузки на неё, при исправном протекторе и правильной балансировки колес достигается хорошее качение и оптимальное сцепление с поверхностью дороги, давление воздуха в шине напрямую влияет на сопротивление качению, на коэффициент сцепления и устойчивость колеса против бокового увода, если хотя бы в одном колесе давление будет меньше, чем в остальных, то во время движения автомобиль неизбежно поведет в сторону одного колеса. При износе протектора ухудшается сцепление с дорогой и как результат возникают боковые занозы и скольжения колес,

вследствие уменьшения коэффициента сцепления даже на сухой дороге. Правила дорожного движения устанавливают серьезные требования к шинам и колесам автомобиля и запрещают их к эксплуатации в следующих случаях: первое - остаточная глубина рисунка протектора шин при отсутствии индикатора износа составляет не более: для мотоциклов 0,8 мм, для грузовых автомобилей 1 мм, для легковых автомобилей 1,6 мм, для автобусов троллейбусов 2 мм; второе - шины имеют внешние повреждения, пробои, порезы, разрывы обнажающие корд, а также расслоение каркаса, отслоение протектора и боковины; третье - отсутствует болт, гайка крепления или имеются трещины диска и ободьев колес, имеются видимые нарушения формы и размеров крепежных отверстий; четвертое - шины по размеру или допустимой нагрузке не соответствуют модели транспортного; пятое - на одну ось транспортного средства установлены шины различных размеров, конструкций, радиальной, диагональной, камерной, безкамерной, моделей с различными рисунками протектора, морозостойкие и не морозостойкие, новые, восстановленные, новые и с углублённым рисунком протектора, на транспортном средстве установлены ошипованные и не ошипованные шины.

«Двигатель и трансмиссия - правилами дорожного движения считается технически неисправным непригодным к эксплуатации транспортное средство: первое - содержание вредных веществ в отработавших газах и их дымность превышают величины установленные ГОСТом Р52033-2003 и ГОСТом Р52160-2003; второе - нарушена герметичность системы питания; третье - неисправна система выпуска отработавших газов; четвёртое - нарушена герметичность системы вентиляции картера; пятое - допустимый уровень внешнего шума превышает величину установленные ГОСТом Р52231-2004. »[15] Внешние световые приборы - важную роль в обеспечении безопасности движения играет стабильная работа системы внешних световых приборов и сигнализации и если при дневном свете и условиях хорошей видимости не горящие из-за неисправности фары не станут препятствием для поездки в автосервис, то в тёмное время суток и в условиях недостаточной

видимости любая поломка осветительных приборов приведёт к запрещению эксплуатации транспортного средства, кроме того критичными для управления автомобилем могут стать следующие неисправности: первое – количество, тип, цвет, расположение и режим работы внешних световых приборов не соответствуют требованиям конструкции транспортного средства, второе - регулировка фар не соответствует ГОСТу Р51709-2001; третье - не работают в установленном режиме или загрязнены внешние световые приборы и световозвращатели; четвертое - на световых приборах отсутствуют рассеиватели, либо используются лампы не соответствующие типу данного светового прибора; пятое - на транспортном средстве установлены спереди световые приборы с огнями любого цвета, кроме белого, желтого или оранжевого и световозвращающие приспособления любого цвета, кроме белого, сзади фонари заднего хода и освещения цвета, кроме белого и иные световые приборы с огнями любого цвета, кроме красного желтого или оранжевого, а также, световозвращающие приспособления любого цвета, кроме красного.

Порядок прохождения технического осмотра - чтобы быть уверенным в том, что автомобиль соответствует всем техническим требованиям предъявляемым правилами дорожного движения и пригоден к эксплуатации, владельцу транспортного средства необходимо на регулярной основе проходить процедуру технического осмотра, ведь безопасность движения на дорогах обеспечивается не только знанием и соблюдением правил, грамотным вождением, но и исправным техническим состоянием транспортного средства. Первый техосмотр для нового автомобиля назначается до конца года следующего за годом изготовления автомобиля, далее все легковые автомобили должны проходить технический осмотр со следующей периодичностью - через 3 года после выпуска, через 5 лет после выпуска, через 7 лет после выпуска, далее каждый год. Причём данное требование актуально для всех легковых автомобилей с разрешённой максимальной массой не более 3,5 т, для грузового автотранспорта, маршрутных такси и

автобусов техосмотр проводится раз в полгода. При проверке на техосмотре уделяют внимание следующим параметрам: «первое - инструментальное диагностирование; второе - проверка на соответствие нормативам номерного знака, наличие аптечки огнетушителя и знака аварийной остановки; третье - исправность стеклоочистителей и стеклоомывателей; четвертое - проверка замков на дверях; пятое – проверка нормативов технических жидкостей машины; шестое - проверка работы тормозной системы;»[17] седьмое - проверка работы внешних световых приборов; восьмое - проверка люфта подвески и руля; девятое – измерение уровня токсичности выхлопов; десятое - уровень тонировки ветрового стекла и передних боковых стекол; отдельно про аптечку и огнетушитель, у обоих есть срок годности, поэтому перед поездкой на техосмотр нужно убедиться, что он актуален, в случае просрока придется приобрести новый экземпляр.

Диагностику автомобиля проводит технический эксперт, который несет полную ответственность за проведение техосмотра, после осмотра эксперт принимает решение о выдаче диагностической карты, в которой содержится заключение о соответствии или несоответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности, если неполадок не выявлено, то автомобиль допускается к дорожному движению, если же эксперт обнаружил какие-либо неполадки, они вносятся в диагностическую карту и машина направляется на повторный осмотр, на котором проверять будут только те параметры, по которым транспортное средство не было допущено к эксплуатации в первый раз. Вся информация по результатам прохождения осмотра находится в автоматизированной системе эксперта станций технического обслуживания, для прохождения технического осмотра необходимо предоставить только два документа - гражданский паспорт собственника транспортного средства или водительское удостоверение и свидетельство о регистрации или ПТС, если автомобиль не зарегистрирован. Типы регистрационных знаков - регистрационные номерные знаки российской федерации представляют собой специальные символические

знаки, используются регистрационные знаки для учёта различных транспортных средств включая специальную, либо строительную технику, единиц вооружения, прицепов, как правило номерные знаки устанавливаются на передней и задней частях транспортного средства, на прицепы и мотоциклы только сзади. Согласно требованиям ГОСТ Р50577-93 на территории нашей страны действуют определенные виды регистрационных знаков: первые - регистрационные знаки частных транспортных средств; второе - регистрационные знаки транспортных средств используемых для легковых такси и транспортных средств оборудованных для перевозок более 8 человек, кроме случаев, если указанные перевозки осуществляются по заказам, либо для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя; третье - регистрационные знаки устанавливаемые на прицепы; четвёртое - регистрационные знаки устанавливаемые на мотоциклы мотороллеры мопеды и мотонарты; пятое - регистрационные знаки устанавливаемые на трактора, тракторные прицепы и полуприцепы, другую сельскохозяйственную дорожную и самоходную технику; шестое - транзитные номерные знаки в настоящее время фактически не выдаются в связи с правилами регистрации автотранспортных средств, седьмое - регистрационные знаки транспортных средств окончательно выезжающих за пределы российской федерации; восьмой - регистрационные знаки транспортных средств МВД России; девятый - регистрационные знаки транспортных средств дипломатических представительств и торговых представительств иностранных компаний; десятый - регистрационные знаки транспортных средств, числящихся за воинскими формированиями сравнительные власти России.

Опознавательные знаки транспортных средств - опознавательные знаки применяются для обозначения транспортных средств определенных категорий и должны быть соответствующим образом размещены на самом автомобиле: автопоезд в виде трёх фонарей оранжевого цвета расположенных горизонтально на крыше кабины с промежутками между ними от 150 до 300

мм на грузовых автомобилях и колесных тракторах класса 1.4 тонны и выше с прицепами, а также на сочлененных автобусах и троллейбусах, знак устанавливается обязательно на крыше кабины при движении огни должны быть включены, в тёмное время суток или при ограничении видимости огней включается, также во время остановки и стоянки; шипы в виде равностороннего треугольника белого цвета вершиной вверх с каймой красного цвета, в который вписана буква «ш» чёрного цвета, сторона треугольника не менее 200 мм, ширина каймы одна десятая стороны, устанавливается обязательно среди механических транспортных средств имеющих ошипованные шины; перевозка детей в виде квадрата жёлтого цвета с каймой красного цвета ширина каймы одна десятая стороны с черным изображением символа дорожного знака 1.23, сторона квадрата опознавательного знака расположенного спереди транспортного средства должна быть не менее 250 мм, сзади 400 мм, устанавливается обязательно спереди и сзади транспортного средства; глухой водитель в виде желтого круга диаметром 160мм с нанесенными внутри тремя черными кружками диаметром 40 мм расположенными по углам воображаемого равностороннего треугольника вершина которого обращена вниз, устанавливается обязательно спереди и сзади механических транспортных средств управляемых глухонемыми или глухими водителями; учебное транспортное средство в виде равностороннего треугольника белого цвета с вершиной вверх с каймой красного цвета в который вписана буква «у» чёрного цвета, стороны не менее 200 мм ширина каймы одна десятая стороны, устанавливается спереди и сзади механических транспортных средств, используемых для обучения вождению допускается установка двустороннего знака на крыше легкового автомобиля; ограничение скорости в виде уменьшенного цветного изображения дорожного знака 3.24 с указанием разрешённой скорости, диаметр знака не менее 160 мм ширина каймы одна десятая стороны, устанавливается на задней стороне кузова слева от механических транспортных средств осуществляющих организованные перевозки групп детей, перевозящих крупногабаритные

тяжеловесные и опасные грузы, а также в случаях когда максимальная скорость транспортного средства по технической характеристике ниже определенной пунктами 10.3 и 10.4 правил дорожного движения российской федерации; опасный груз при осуществлении международных перевозок опасных грузов в виде прямоугольника размером 400 на 300 мм световозвращающее покрытие оранжевого цвета с каймой чёрного цвета шириной не более 15 мм, устанавливается спереди и сзади транспортных средств на боковых сторонах цистерн, а также установленных случаях на боковых сторонах транспортных средств и контейнеров РФ при осуществлении иных перевозок опасных грузов в виде прямоугольника размером 690 на 300 мм, правая часть которого размером 400 на 300 мм окрашенного оранжевой, а левая в белый цвет с каймой чёрного цвета шириной 15 мм, устанавливается спереди и сзади транспортных средств, кроме того на опознавательный знак наносятся обозначения характеризующие опасные свойства перевозимого груза; крупногабаритный груз в виде щитка размером 400 на 400 мм с нанесенными по диагонали красными и белыми чередующимися полосами шириной 50 мм со световозвращающей поверхностью, устанавливается обязательно на выступающих частях кузова; тихоходное транспортное средство в виде равностороннего треугольника с флюоресцирующим покрытием красного цвета и со световозвращающей каймой желтого или красного цвета, длина стороны треугольника от 350 до 365 мм, ширина каймы от 45 до 48 мм устанавливается спереди механических транспортных средств для которых предприятием-изготовителем установлена максимальная скорость не более 30 км в час; длинномерное транспортное средство в виде прямоугольника размером не менее 1200 на 200 мм жёлтого цвета с каймой красного цвета шириной 40 мм имеющего световозвращающую поверхность, устанавливается сзади транспортных средств длина которых с грузом или без груза более 20 м и автопоездов с двумя и более прицепами, при невозможности размещения знака указанного размера допускается установка двух одинаковых знаков размером не более 600 на 200

мм симметрично оси транспортного средства; начинающий водитель в виде квадрата жёлтого цвета сторона 150мм с изображением восклицательного знака чёрного цвета высотой 110мм, устанавливается сзади механических транспортных средств за исключением тракторов самоходных машин и мотоциклов управляемых водителями имеющими право на управление указанными транспортными средствами менее 2 лет, врач в виде квадрата синего цвета сторона 140 мм с вписанным белым кругом диаметр 125мм, на которых нанесен красный крест высота 90 мм ширина штриха 25мм, устанавливаются по желанию спереди и сзади автомобилей управляемых водителями врачами, инвалид в виде квадрата желтого цвета со стороной 150 мм изображением символа дорожного знака 8.17 чёрного цвета, устанавливается по желанию спереди и сзади механических транспортных средств управляемых инвалидами первой и второй групп или перевозящих такси инвалидов или детей-инвалидов.

### **1.3 Описание конструкции автомобилей и их типы**

Автомобиль состоит из следующих основных частей - несущей системы и кузова, а также из двигателя, трансмиссии, ходовой части, систем управления, электрооборудование и под системы двигателя - идиоматическое оборудование автомобиля. На рисунке 1 представлены основные узлы и агрегаты автомобиля: четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания, переднеприводная трансмиссия с ручной коробкой передач и рулевое управление с гидроусилителем, тормозная система с системой ABS, независимая передняя подвеска по типу mcpherson и задняя полунезависимая подвеска.





Рисунок 1 – Основные узлы и агрегаты автомобиля.

Рассмотрим строение автомобиля подробнее - начнём с несущей системы и кузова. Кузов предназначен для размещения водителя, пассажиров и грузов. Кузов как несущая система необходима для расположения и крепления на ней всех частей автомобиля, также принимает на себя нагрузки воздействующие на автомобиль при его движении. Выполняется она в виде рамы или несущего кузова, таким образом несущий кузов выполняют роль и кузова и несущей системы. Современные легковые автомобили производятся с несущим кузовом, лишь небольшая часть внедорожников выполнена с рамой. Рассмотрим следующее устройство автомобиля - двигатель располагается обычно в передней части автомобиля, в моторном отсеке, двигатель преобразует какой-либо вид энергии в механическую работу, наиболее распространённые - двигатель внутреннего сгорания, сокращённо ДВС, которые используют энергию сгорания бензина или дизельного топлива режет другого топлива. Также набирает популярности электрические и гибридные двигатели.

Один рабочий цикл в данном двигателе состоит из четырех тактов – впуска – сжатия - рабочего хода – выпуска. Двигатель имеет множество под систем, например, система впуска, выхлопная система, топливная система, система охлаждения двигателя. В двигателе внутреннего сгорания механическая работа передается через маховик крутящимся моментом в следующий узел автомобиля – трансмиссия. Трансмиссия - совокупность

механизмов и агрегатов соединяющие двигатель с ведущими колёсами автомобиля, предназначена для передачи, изменения и распределения крутящего момента двигателя на ведущие колеса автомобиля. Трансмиссия может иметь разную компоновку и строение, в зависимости от привода автомобиля. Переднеприводная трансмиссия с ручной коробкой передач включает в себя сцепление, коробку передач, главная передача и дифференциал. Полуоси, сцепление, коробка передач, главная передача и дифференциал находятся под одним корпусом. Посмотрим заднеприводную трансмиссию – в ней будет добавлена карданная передача. Главной передача и дифференциала будут находиться вне корпуса коробки передач на ведущей оси автомобиля.

Теперь рассмотрим полноприводную трансмиссию, в которой будет добавлена раздаточная коробка. На полноприводном автомобиле все оси будут ведущие.

Перейдем к ходовой части автомобиля - предназначена для перемещения автомобиля по дороге, а также воспринимает и поглощают воздействие неровной дороги на кузов. Ходовая часть состоит из колес и подвески. Колёса состоят из шин и дисков, также могут иметь в своем составе камеру. Подвеска состоит из опор колёс в данном случае - это поворотный кулак со ступицей, упругого элемента в данном случае пружины, амортизатора, направляющие детали колес, стабилизаторы поперечной устойчивости, элементов крепления подвески. Спереди устанавливается независимая подвеска по типу Мак-Ферсон, которая пользуется большой популярностью у автопроизводителей. Сзади используется полунезависимая подвеска, представляющая торсионную балку.

Система управления автомобилем - сюда входят рулевое управление, тормозная система, управление двигателем и трансмиссией не входит в систему управления. Рулевое управление необходимо для изменения направления движения автомобиля, тормозная система необходима для

замедления и полной остановки автомобиля, а также удержание его на одном месте, управление двигателем необходимо для изменения крутящего момента двигателя. Управление трансмиссией - необходимо для временного разъединения двигателя и трансмиссии и для выбора нужной скорости либо нужного режима работы коробки передач. Электрооборудование - совокупность устройств вырабатывающих передающих и потребляющих электроэнергию на автомобиле, делится на источники электроэнергии, потребители электроэнергии, электрическую проводку и вспомогательные устройства. Источники электроэнергии - это аккумуляторная батарея, генератор. Потребители электроэнергии - это всевозможные электроприборы для работы которых требуется электроэнергия, например, фары, стартер, бытовой компьютер. Электрическая проводка необходимо для взаимосвязи электрического оборудования между собой. Вспомогательные устройства - относятся блоки реле и блоки.

Исходя из выше приведенных пунктов – самым перспективным будет использование в автомобиле в качестве силового агрегата - это электродвигатель, который уже сейчас в наше время отвечает всем самым современным требованиям и критериям автомобилестроения в плане конструкции, технических характеристик и экономических показателей. И современные технологии уже сейчас позволяют создать и использовать повсеместно электромобили, это могло бы поднять экономику нашей страны, улучшить жизнь людей, но как видно из истории, технический прогресс не приводит к этому, и это во многом благодаря рыночному устройству мировой экономики. Сейчас мы наблюдаем пик развития двигателей внутреннего сгорания, и он уже пошел на спад, т.е. по сути это не возврат к технологии внутреннего сгорания, потому что она не эффективна по множеству параметров. Например, не говоря уже о низком коэффициенте полезного действия, кроме того какое огромное загрязнение наносит сама эта технология, при том, что потенциал самого электродвигателя он только-только на заре своего развития. Сам электродвигатель он имеют КПД

порядка 95-98 процентов, но почему же он раньше не мог развивать технологию электромобилей, ведь они зародились еще в конце XIX века. Первые форды они были электрическим - Генри форд вместе с Эдисоном, они делали первые электромобили. Но в то время аккумуляторы были свинцовыми, гигантскими, они проходили очень малое количество циклов, соответственно эта технология имела свои ограничения и недостатки, и конечно же не было возможности где-то там подзарядить эту машину, но сейчас технологии шагнули настолько далеко, что наблюдаем как только аккумуляторы дешевеют не то что ежегодно, но даже ежемесячно, т.е. разрабатывается новая химия, составляющих батареи.

В современных электромобилях можно наблюдать несколько веток развития аккумуляторной химии и каждый из них имеет свой плюс и благодаря этому мы наблюдаем удешевление технологии, современные электромобили приезжают уже от 250 до 600 км, чего обычному человеку хватит минимум на один день, если он работает в такси или службе доставки, или даже на неделю если только для своих нужд. Всё это сильно упирается сейчас только в инфраструктуру, которую необходимо развивать. По прогнозам экспертов в 2023 году стоимость электромобиля, готового изделия, она сравняется со стоимостью обычного среднестатистического автомобиля на двигателе внутреннего сгорания, и в этот момент произойдет то, что человеку в здравом уме не будет никакого смысла приобретать автомобиль с неэффективным двигателем внутреннего сгорания, потому что - это низкий ресурс, машина современная с двигателем внутреннего сгорания проходит 100 может 200000 км, и у неё начинается целый ряд проблем которых лишён электромагнит. Кроме того можно посчитать сколько по затратам уходит денег на ТО, на примере можно рассмотреть службу в такси, так чтобы наглядно можно было оценить количество используемого масла, фильтров, колодок тормозных и прочего в сравнении с электромобилем. И в итоге стоимость бензинового автомобиля на старте она ниже, а электромобиль выше, но расходы за год на обслуживание и на топливо для

бензинового автомобиля они выравнивают стоимость автомобиля и его владения и далее на следующий год электромобили обходят классический автомобиль по всем показателям.

Про проблемы утилизации аккумулятора электромобиля можно сказать, что батарея электромобиля является ценнейшим ресурсом, пока она используется в электромобиле, то есть она должна иметь запас не менее 70% своей емкости, потом она конечно потерял 30% допустим, она становится менее пригодной, меньше километров на ней можно проехать и тогда она перемещается в системы хранения энергии, стационарные. То есть сейчас наблюдаем как допустим в Германии множество посёлков собирают эти батареи, организуют парки хранения энергии, заряжают эти аккумуляторы ночью по ночному тарифу, днём они используются для энергии. Также для возобновляемых источников энергии это ценнейший ресурс - ветряк стоит, забивает эти аккумуляторы и далее уже они используются по назначению и в таком режиме они могут проработать еще не один десяток лет. В принципе даже если говорить о разбитой батарее электромобиля после ДТП, которую нельзя применить в ней находится множество ценнейших компонентов редкоземельных металлов, которые практически на 90% обратно перерабатывается в новую батарею.

Преимущества у электромобилей - значительно комфортнее обычного автомобиля и это достигается за счет конечно же отсутствие посторонних шумов работы двигателя и когда ,например, стоишь на месте на светофоре у тебя включен кондиционер и печка и при этом ничего не трясётся, ничего не тархтит, ничего не источает лишнего тепла. Получается что электромобиль значительно комфортнее в этих случаях, ещё электромобиль он значительно управляемый, чем обычная машина. Центр тяжести находится ниже и как правило он очень равномерно распределен между осей колес. Это аккумулятор - самая тяжелая часть электромобиля, соответственно входя в поворот и машина значительно стабильнее управляется, она устойчивее и лишний раз как бы её не занесёт и в ДТП соответственно не попадешь. Кроме

этих вещей также на всех электромобилях реализованные системы устойчивости, ЕСП, АБС. И эти системы конструктивно реализованы не подтормаживанием, как это сделано на обычных машинах, а за счёт изменения нагрузки на сам электродвигатель, благодаря этому нету лишних задержек, то есть машина адаптируется к дорожной ситуации мгновенно, что невозможно для традиционного автомобиля и кстати говоря, если говорить об отдаче, то невозможно реализовать автопилот полноценно на классических машинах с двигателем внутреннего сгорания по той же самой причине, потому что существует задержка - пауза в момент того, как надо ускориться, когда производится подача топлива, поднялись обороты у двигателя внутреннего сгорания. У электромотора - это происходит мгновенно, и автопилот, когда такая машина высадила пассажиров, она может спокойно подъехать на бесконтактную зарядку, произвести подзарядку индукционным способом и ехать дальше. Бензиновой машине при этом нужен какой либо человек, который бы вставил пистолет в бензобак для дозаправки автомобиля. И еще один важный момент - это конечно безопасность электромобилей, представим в момент аварии происходит как правило то, что двигатель вместе с коробкой передач уходит в салон в зависимости от модели и есть огромный шанс, что все вот эти агрегаты они прилетят в салон и повредят людей. У электромобилей практически у всех - платформенная конструкция, где мотор находится внизу, батарея внизу, всё вверху и спереди мы имеем огромное пространство, сминаемая часть, так называемая зона деформации, зона жизни, это во-первых, во-вторых, электромобили очень сложно опрокинуть, это подтверждается очень многими проведенными краш-тестами. Электромобиль как неваляшка он всё время стремился встать на колёса и множество краш-тестов показывают как электромобиль опрокидывается на крышу либо на бок при сильнейшем ударе и потом всё равно встаёт обратно на колёса. Электричество этого не газ и не бензин, при некоторых условиях может произойти возгорание, но если сравнить с традиционными видами топлива такая машина значительно менее

подвержена возгоранию, тем более взрыву, то есть даже в случае сильнейшей аварии человек сможет выбраться прежде, чем автомобиль загорится. Это также подтверждает множество краш-тестов и аварий, которые уже произошли. Взрыв аккумуляторной батареи после сильного удара конечно возможен для батарей настоящих, но сейчас активно развивается аккумуляторная химия, и на данный момент уже сейчас есть такая химия, которая вообще никак не воспламеняется, то есть даже полностью заряженная батарея протыкается отверткой и оттуда идёт только дымок, но она не загорается, то есть загорается сейчас литий-ионные батареи которые устанавливаются сейчас. Ещё есть мнение, что может ударить током если заедешь в глубокую лужу или перевернешься как-то, и что не стоит трогать такую машину. На самом деле в момент аварии контакты батареи силовые, они отсоединяются и они разъединяются даже внутри батареи, между ячейками, поэтому поражение током, оно просто минимально. Объективно можно предположить, что за электромобилями будущее и совсем скоро альтернативы им просто не будет, но для того, чтобы они развивались необходимо создавать зарядную инфраструктуру, это сейчас единственный камень преткновения.

Рассмотрим устройство электромобилей на примере самого известного бренда автопроизводителя электромобилей Tesla. «Электромобили становятся всё более популярными в автомобильном мире, ожидается, что эти бесшумные экологически чистые и высокопроизводительные транспортные средства сделают двигатели внутреннего сгорания устаревшими к 2023 году. Разберем технологии автомобиля Tesla модель S, который недавно вошел в тройку самых быстрых автомобилей в мире. Анализируя устройство асинхронного двигателя, инвертора, литий-ионного аккумулятора и синхронизированной коробки передач, простой и логичный форме, в основе автомобиля Tesla лежит изобретения сделанные великим ученым Николой Теслой около 100 лет назад. Асинхронный или индукционный двигатель - асинхронный двигатель имеет две основные части статор и ротор. Ротор это просто набор

электропроводящих стержней на короткозамкнутых с торцов кольцами, трехфазный переменный ток подаётся на статор, проходя по обмоткам трёхфазный переменный ток создается вращающееся магнитное поле, это вращающееся магнитное поле индуцирует ток в стержнях ротора, что заставляет ротор вращаться, в индукционном двигателе ротор всегда вращается несколько медленнее электромагнитного поля, в асинхронном двигателе нет не щёток не постоянного магнита, при этом он остается надежным и мощным.»[23] Прелесть асинхронного двигателя заключается в том, что его скорость зависит от частоты переменного тока. «Таким образом просто изменяя частоту тока в источнике питания можно изменить скорость вращения ведущих колес, этот факт позволяет легко и надежно контролировать скорость электромобиля. Питание двигателя осуществляется от частотно-регулируемого привода, который в свою очередь контролирует скорость двигателя, скорость двигателя может варьироваться от 0 до 18000 оборотов в минуту, это наиболее значительное преимущество электромобилей по сравнению с автомобилями с ДВС. Двигатель внутреннего сгорания обеспечивает полезный крутящий момент и выходную мощность только в ограниченном диапазоне скоростей, поэтому прямое подключение двигателя к ведущим колесам не очень хорошая идея - для изменения скорости привода необходимо ввести коробку переменных передач. Асинхронный двигатель, напротив, будет работать эффективно при любом диапазоне скоростей. Таким образом для электромобилей не требуется коробки переменных передач. Кроме того двигатель внутреннего сгорания не создаёт прямого вращательного движения, во вращательное движение преобразуется линейное движение поршня, это создает серьезные проблемы для механической балансировки плюс в отличие от асинхронного двигателя двигатель внутреннего сгорания не запускается самостоятельно, также выходная мощность двигателя внутреннего сгорания всегда неравномерна, многие дополнительные детали необходимые для решения этой проблемы, в случае же с асинхронным двигателем есть возможность прямого вращательного



движения и получения равномерной выходной мощности. Многие детали конструкции двигателя внутреннего сгорания здесь просто не нужны в результате асинхронный двигатель обладает отличной скоростью реагирования и более высокой удельной мощностью на единицу веса транспортного средства демонстрируя превосходную производительность автомобиля.»[23] Питает асинхронный двигатель конечно аккумулятор - он вырабатывает мощность постоянного тока поэтому перед подачей питания на двигатель он должен быть преобразован в переменный, для этой цели используется инвертор – «это электронное устройство управляет частотой переменного тока, а следовательно и скоростью двигателя, кроме того инвестор может изменять амплитуду переменного тока, которая в свою очередь будет задавать выходную мощность двигателя, другими словами инвертор это что-то вроде мозга электромобиля.

Рассмотрим аккумуляторную батарею - это набор обычных литий-ионных элементов подобных тем, которые используются в нашей повседневной жизни. Элементы объединены в блоки и соединены параллельно чтобы обеспечить мощность необходимую для запуска электромобиля. Гликолевый хладагент проходят по металлическим трубкам через зазоры между элементами аккумулятора, это нововведение использование множества маленьких элементов вместо нескольких больших позволяет эффективно охлаждать систему, что сводит к минимуму возможность появления точек перегрева и даже позволяет распределить температуру равномерно, что приводит к увеличению срока службы батареи. Элементы объединены в съёмные модули в батарейном блоке имеется 16 таких модулей состоящих из 7000 элементов. Нагретый гликоль охлаждается проходя через радиатор, который установлен в передней части двигателя. Помимо прочего такой плоский батарейный блок, будучи установленным близко к земле позволяет снизить центр тяжести транспортного средства, низкий центр тяжести значительно улучшает устойчивость автомобиля. Аккумулятор покрывает дно

автомобиля по всей ширине что обеспечивает структурную жесткость против боковых столкновений.»[23]

«Трансмиссия Tesla - мощность производимая двигателем передается на ведущее колесо через коробку передач, как уже было упомянуто ранее двигатель имеет широкий диапазон выходной мощности и поэтому используется простая одна скоростная коробка передач. Выходная скорость двигателя уменьшается в два этапа, переход к задней передаче в электромобиле также очень прост, для этого достаточно изменить порядок чередования фаз в двигателе.»[23] Единственной целью коробки передач электромобиля является снижение скорости вращения и связанное с этим увеличение крутящего момента, второй компонент в трансмиссии - дифференциал, после понижения скорости силы передаются к нему - это простой свободный дифференциал. «Однако, такие дифференциалы имеют проблемы регулирования тягового усилия, но свободный дифференциал более надежен и передает больший крутящий момент, проблема регулирования тягового усилия возникающего при свободном дифференциале может быть эффективно преодолена с помощью двух методов - селективное торможение и быстрое кратковременное отключения от источника мощности. В двигателе внутреннего сгорания такие отключения посредством прекращения подачи топлива недостаточно оперативны, однако, в асинхронном двигателе возможно быстрое отключение питания, что является эффективным средством контроля тягового усилия. Этот процесс производится в соответствии с современным алгоритмом и с помощью датчиков и контроллеров, проще говоря - заменена сложная механическая система высокочувствительным программным обеспечением.»[23]

«Вождение электромобиля можно производить с помощью одной лишь педалью - это возможно благодаря его мощной рекуперативной тормозной системе. Такая система позволяет экономить огромную кинетическую энергию автомобиля в виде электричества и не теряя её в форме выделяемого тепла. В электромобиле как только вы нажимаете педаль акселератора

включается рекуперативное торможение, при этом вовремя рекуперативного торможения асинхронный двигатель работает и как генератор, колёса приводят в действие ротор асинхронного двигателя. В асинхронных двигателях скорость ротора меньше скорости электромагнитного поля, чтобы преобразовать двигатель в генератор нужно сделать так, чтобы скорость ротора стала выше, чем скорость электромагнитного поля.»[23] Инвертор играет важную роль регулируя частоту тока и поддерживая скорость электромагнитного поля ниже скорости ротора - это генерирует электричество в катушках статора образуя больше электроэнергии чем требуется для работы электромобиля. «Сгенерированный переизбыток электричества может быть после его преобразования сохранён в аккумуляторной батарее. Во время этого процесса на ротор действует противо- электродвижущая сила, поэтому ведущие колёса и автомобиль будут замедляться, таким образом скорость транспортного средства может легко контролироваться во время вождения при помощи одной педали. Педаль тормоза может использоваться для полной остановки электромобиля. Электромобили намного безопаснее, чем автомобили с ДВС, затраты на содержание электромобиля и на его вождение, также намного ниже.

Преимуществом электромобилей выступают такие показатели как: высокая производительность, высокий уровень реакции, бесшумный, экологичный, низкие затраты на содержание, повышенная безопасность, односкоростная коробка переменных передач, большая мощность и крутящий момент, эффективный контроль тягового усилия.

Недостатками являются: долго подзаряжается (от 6 до 1 часа), маленький запас хода, высокая стоимость. Но если новые усовершенствованные технологии позволят преодолеть недостатки этого вида транспорта, то электромобили обещают стать автомобилями будущего.»[23]

#### **1.4 Тенденции развития технологий применяемых в автомобильной промышленности**

Цель концепции 2-х колесного мини-автомобиля состоит в том, чтобы обеспечить комфорт и легкость людям, которые пользуются общественным транспортом в своей повседневной жизни. Люди в возрасте от восемнадцати до тридцати лет являются основной мишенью этой концепции транспорта, поскольку они составляют большую часть общества, пользующегося общественным транспортом. Эта концепция не только обеспечивает ощущение легкости и свободы для пользователей общественных транспортных средств, но и дает представление о том, чтобы сделать среду путешествия дружественной. Сама концепция маятника основана и поощряется стимулами, предлагаемыми обществом, поскольку она помогает сохранить окружающую среду.

Концепция 2-х колесного мини-автомобиля была создана путем понимания целого ряда стимулов, предоставляемых обществом, она отвечает нашим потребностям и хочет увлечь и сохранить окружающую среду. Потребность в транспорте эволюционировала в зависимости от демографии и позиционирования бизнес-инфраструктуры.

Схема вида сбоку и вида перспективы автомобиля разработанного в данном дипломном проекте представлены на рисунке 2.

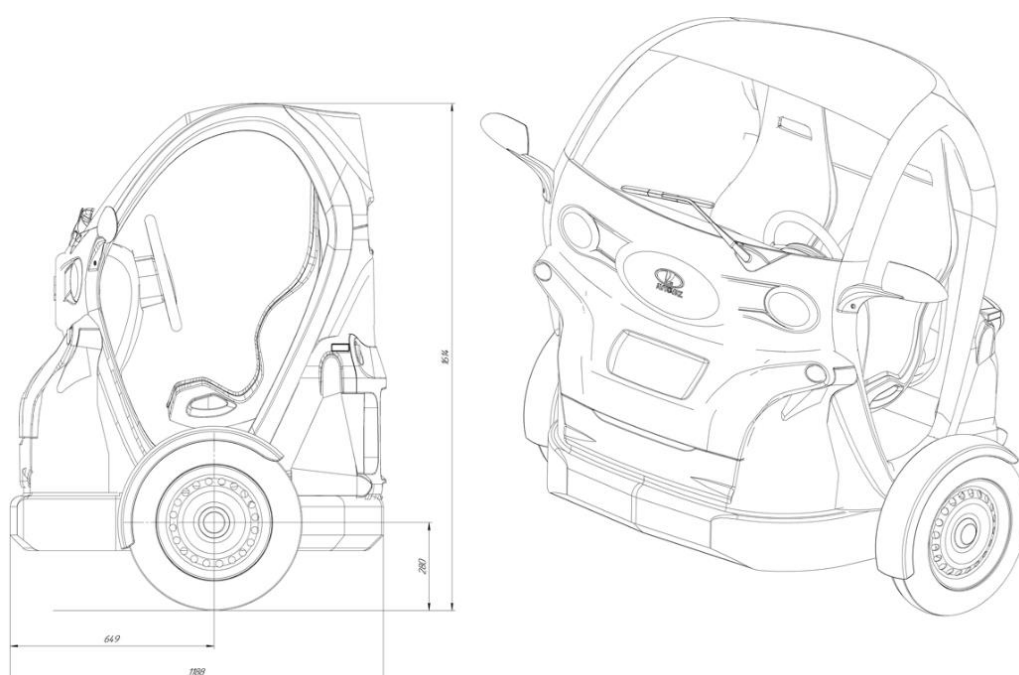


Рисунок 2 – Вид сбоку разработанного в данном проекте автомобиля.

Главная проблема для ежедневных пригородных поездок - это низкий уровень качества дорог в пригородах, путешествия с низким комфортом и рост цен на топливо, которые сводят на нет возможность модернизации системы. 2-х колесного мини-автомобиля ориентирован на облегчение комфорта, позволяя пользователю с легкостью выполнять повседневные жизненные задачи. Схема вида спереди и вида перспективы с левой передней стороны автомобиля разработанного в данном дипломном проекте представлены на рисунке 3.

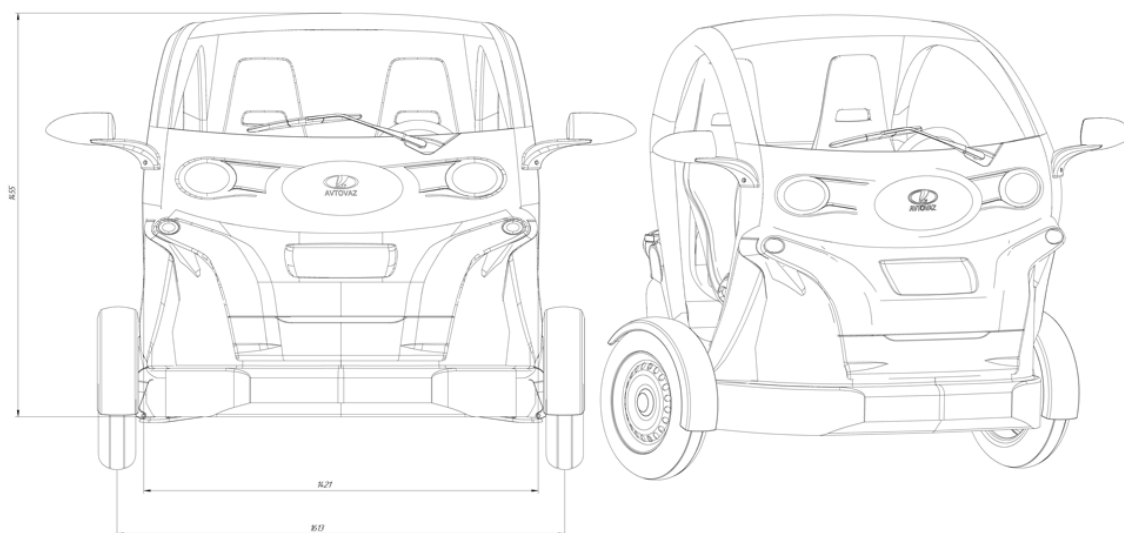


Рисунок3 – Вид спереди разработанного в данном проекте автомобиля.

Его развитие направлено на поощрение экологически чистого

отношения, которое будет включать в себя раоту по защите окружающей среды. Схема вида сверху и вида перспективы с правой задней стороны автомобиля разработанного в данном дипломном проекте представлены на рисунке 4.

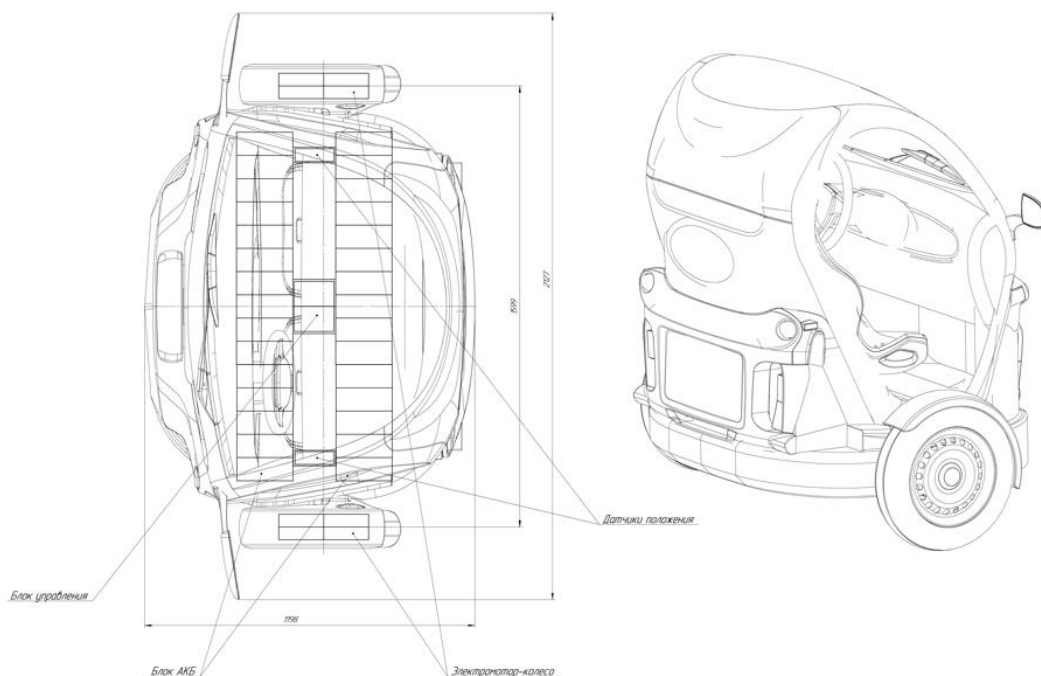
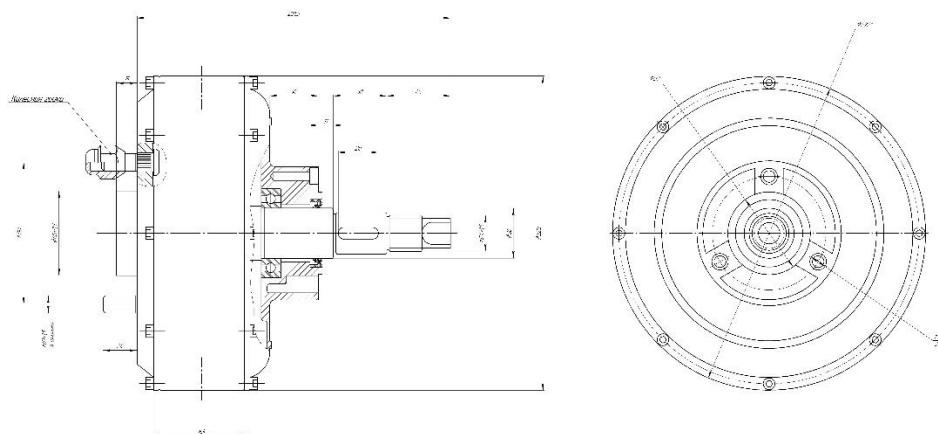


Рисунок 4 – Вид сверху разработанного в данном проекте автомобиля.

Мотор-колесо - электроснабжение узла обеспечивает аккумулятор. Многие велосипедисты уже испытали на практике, что такое мотор-колесо, и насколько оно расширяет возможности использования велосипеда.



## Рисунок 5 – Схема разработанного мотор колеса.

Схема электро-мотор-колеса для разработанного автомобиля в данном дипломном проекте представлен на рисунке 5.

Сейчас в продаже представлено множество готовых наборов с электроколесом и дополнительными комплектующими, позволяющими с легкостью преобразовать обычный велосипед в скоростное транспортное средство на электротяге.

Хотя идея внедрения электромотора непосредственно в колесо далеко не нова, она только недавно получила полноценную реализацию и неизменно остается оптимальным решением при моторизации мобильного электротранспорта.

### Первые изобретатели мотор-колеса

Впервые колесо, оснащенное электромотором, придумал и запатентовал сент-луисский изобретатель Веллингтон Адамс в 1884 году. Воплотить его задумки на практике смог 6 лет спустя бостонский изобретатель Альберт Парселл, создав ступичное мотор-колесо. В том же 1890 году патент на электроколесо с высоким крутящим моментом получил Эдвард Пархуст.

Еще через 5 лет патент на создание велосипеда с электромотором, интегрированным в заднее колесо, был выдан Огдэну Болтону.

Он оснастил свой щеточно-коллекторный двигатель постоянного тока 6-ю магнитами, вращающими мотор вокруг оси, и особым механизмом, не допускающим проворачивания двигателя в обратном направлении.

Для питания мотора использовался блок 10 В 100 А аккумуляторов. Защитные функции выполняли особые пластины из металла.

В 1897 году электровелосипед с двойным двигателем в ступице pedalного колеса и 2-мя АКБ изобрел Хосе В. Либбей.

Его разработка смогла развить существенную скорость, а используемый принцип работы мотора (чередование магнитных полюсов) в дальнейшем нашел применение при производстве прямоприводных мотор-колес.

Также этот изобретатель впервые реализовал механизм работы контроллера: при езде по прямой работал один аккумулятор, а во время подъемов – оба.

По-настоящему востребованными мотор-колеса стали с развитием аккумуляторных технологий, когда появилась возможность использования более легких аккумуляторов с высокими показателями емкости.

Ступичные электродвигатели начали успешно использоваться в велосипедах и скутерах. В 1990 году были изобретены датчики определения и регистрации крутящего момента, появились АКБ усовершенствованного химического состава.

Все это обеспечило стремительный рост популярности электровелосипедов.

Говоря о том, как называется колесо с мотором, можно перечислять разные названия, в т.ч. разработки Шкондина, Дуюнова и других изобретателей. Особого внимания заслуживает разработка Василия Шкондина.

Он предложил оригинальную модель электродвигателя для монтажа во внутреннюю часть подвижного колеса.

Эта конструкция, созданная еще в начале 90-х, считается одновременно одной из самых известных, и недоступных по сей день.

Мотор-колеса отличаются по следующим критериям:

- Электроколеса классифицируются по разным критериям, таким как:
- диаметр обода;
- мощность мотора;
- напряжение – 24, 36, 48 В;
- эффективность;
- масса;
- материалы изготовления;
- развиваемая скорость;



- допустимая нагрузка;
- тип привода – прямой привод или редукторный механизм;
- особенности установки – вместо переднего или заднего колеса;
- уровень влагопылезащищенности;
- шумность;
- особенности конструкции.

От того, как называется электро-колесо и какими особенностями оно обладает, зависят возможности его использования. Современные покупатели имеют возможность выбрать мотор-колесо для любых потребностей – передне- и заднеприводные модели, редукторные и безредукторные, мощностью от 150 до 2000 Вт, компактные или более габаритные. Фото элементов мотор-колеса с редуктором представлено на рисунке 6.



Рисунок 6 – Мотор колесо с редуктором.

Круче обычного велосипеда может быть только электровелосипед. При этом совсем не обязательно сразу покупать готовый электробайк – если у Вас уже есть двухколёсный любимец, с которым не хочется расставиться, можно поставить мотор на него. И для этого совсем не нужно крепить на раму громоздкий и неуклюжий «ящик с лошадьми»: достаточно поменять одно из родных колёс на электроколесо. Вообще, многие так называют моноколесо, но это не совсем корректно. Моноциклы – совершенно отдельная тема, а под

термином «электроколесо» обычно имеют в виду мотор-колесо для велосипеда. Это специальное устройство, в котором объединены:

Само колесо;

Электродвигатель;

Силовая передача;

Тормоза.

На велосипед самоходное колесо ставится очень просто: снимаем обычное колесо, монтируем вместо него электрическое, крепим на руле элементы управления – всё, можно ехать. У нас есть отдельная статья, в которой процесс монтажа описан подробнее, поэтому здесь не будем углубляться в детали, а лучше сосредоточимся на общих плюсах таких моделей.

Преимущества электровелосипедов с мотор-колесом

Есть четыре ключевых плюса:

Компактность - любой другой мотор сделает Вашего двухколёсного коня тяжёлым, громоздким и неповоротливым. Электрическое велоколесо прячет всю начинку внутри себя, оставляя раму чистой и элегантной;

Надёжность - слабое место любого традиционного двигателя для велосипеда – это передача: она имеет свойство регулярно выходить из строя. В случае с самоходным колесом мотор находится непосредственно в ведущем колесе, он хорошо защищён и от ударов, и от плохой погоды;

Бесшумность - ременный, и цепной приводы работают с характерным громким треском, который бьёт по мозгам и откровенно раздражает. У мотор-колеса подобных проблем нет – велосипед будет ехать практически беззвучно;

Высокий КПД - в среднем, по пробегу без подзарядки, электроколесо будет впереди аналогичных «традиционных» двигателей на 15-25%. Это много. Даже очень много. Особенно в городских условиях, с постоянными разгонами и остановками.

В общем, самоходное колесо настолько превосходит обычные моторы, что оно делает их практически бессмысленными. На текущий момент

абсолютное большинство электровелосипедов и фэтбайков выпускают именно с мотор-колёсами, и это совершенно оправданный подход.

Технические характеристики - мощность, напряжение, влагозащищённость, вес, допустимая нагрузка – в общем, стандартный для любого электродвигателя набор. В среднем для обычного катания хватает 250-350 Вт, а тяжёлым райдерам рекомендуется 500 Вт;

Тип установки - ведущее колесо может быть задним или передним, переднее встречается чаще и ставится проще, рекомендуем именно его;

Ширина рамы - мотор-колесо подбирается под ширину родной рамы велосипеда.

Кроме того, следует обратить внимание на тип привода:

Прямой привод - имеет очень простую конструкцию, долговечен, не нуждается во вспомогательной передаче и поддерживает рекуперативное торможение (зарядку аккумулятора при торможении, по сути, работа в режиме генератора). Расплачиваться за всё это приходится чуть меньшим КПД;

Редукторный привод - более капризный, но и более эффективный вариант. А ещё такие моторы легче и компактнее, чем варианты с прямым приводом.

Привод, исходит из своих целей и предпочтений: для езды по холмам и горкам. Кроме очевидных плюсов у колёс наверняка есть и минусы.

Вместе с тем на первый взгляд моноколёса выглядят идеальным транспортным решением для города: дёшево и доступно каждому, не разрывают городскую среду, не требуют вложений в инфраструктуру.

Принцип работы электровелосипеда, характеристики и устройство электровелосипеда. Фото мотор-колеса для велосипеда представлено на рисунке 7.



Рисунок 7 – Электродвигатель мотор-колесо.

«Подъем популярности электровелосипеда – экологически чистого транспорта с ходовыми качествами скутера – растет с каждым годом.

Все больше людей предпочитают доступный и практичный электробайк автомобилю.»[20]

«На электровелосипед не нужны права, он не производит вредных выхлопов, значительно экономит время, а благодаря дозированной нагрузке, кататься могут люди любого возраста и физической подготовки.

Сегодня на пике «электрической волны» многие бренды выпускают велогибриды. Некоторые кардинально отличаются в цене и имеют дорогое оборудование. Однако общий принцип работы eBike одинаков.

Устройство электровелосипеда и принцип его работы

Электропривод полностью или частично обеспечивает движение велогибрида, увеличивая скорость и позволяя с легкостью преодолевать препятствия и крутые подъемы. Принцип работы электровелосипеда – езда на значительные расстояния только на электротяге без усилий со стороны пассажира. Передвигаться можно и за счет педалирования, как на классическом велосипеде.»[21]

«Велогибрид – байк, укомплектованный:

- электромотором,
- контроллером,

- аккумулятором,
- ручкой акселератора,
- велокомпьютером,
- дополнительным оборудованием.

Работает электровелосипед следующим образом - колеса приводятся в движение с помощью электромотора. Распространенным вариантом считается мотор-колесо – бесколлекторная электромашина постоянного тока.

Контроллер запускает мотор-колесо и регулирует его работу. Это посредник между мотором и рулевым управлением, обеспечивающий подачу электротоков от аккумулятора двигателю и электрокомплектующим. Контроллеры имеют напряжение 36В или 48В, прочную и надежную конструкцию. Корпуса изготавливаются из алюминиевого сплава, а места выхода проводов герметично обработаны.»[22]

«Аккумуляторные батареи питают мотор, являясь одной из наиболее важных частей электровелосипеда. В основном, на e-bike устанавливают лучшие по характеристикам литиевые аккумуляторы. Велогибриды комплектуют также SLA, NiMH и LiPo батареями. Напряжение АКБ соответствует параметрам контроллера и мотор-колеса.

Аккумуляторы чаще всего устанавливают на багажник или на раму. Вариант с установкой на багажник подойдет не всем, так как за счет своего значительного веса, батарея смещает центр тяжести, что будет особенно заметно при поворотах на большой скорости.

Некоторые рамы имеют специально спроектированные полости для АКБ.

Качественные электровелосипеды комплектуются современными велокомпьютерами, без которых не обойтись профессиональному велотуристу или спортсмену. На дисплее электронного устройства с автономным питанием отображаются параметры движения велосипеда и состояния организма байкера.

Характеристики электровелосипеда

На среднем велогибриде можно проехать 30-50 км только на электротяге. Это идеальное средство передвижения для людей в возрасте и с ослабленным здоровьем. Если же Вы привыкли крутить педали – не отказывайте себе в удовольствии: электробайк не лишен этого преимущества.

Максимальная скорость, развиваемая электровелосипедом – 25-55 км/ч. Скорость и пройденное на одном заряде аккумулятора расстояние напрямую зависят от напряжения и емкости батареи, условий окружающей среды, давления в шинах, типа дорожного покрытия и веса пассажира.

В зависимости от модели, электробайки различаются диаметром колес:

Компактные (колеса 16") – самые маленькие и легкие модели, отлично транспортируются и занимают мало места при хранении. Не подходят для бездорожья.

Двадцатки (колеса 20") – среднеразмерные модели, в основном, складные. Помещаются в багажник автомобиля и прилично катают по городу. Но от длительных заездов по «пересеченке» лучше отказаться.»[23]

«Полноразмерные (колеса 24-26") – классическая категория, имеющая богатый модельный ряд (складные и традиционные велосипеды). Подходят и для города, и для бездорожья.

Увеличенные (колеса от 27") – подойдут для высокоскоростных заездов на большие расстояния.

Вес электровелосипеда больше обычного и составляет в среднем от 20 до 40 кг.

Велогибриды могут быть складными и нескладными. Складные электровелосипеды более компактны, что позволяет перевозить их в багажнике автомобиля или общественном транспорте, а дома занимать меньше места при хранении.»[24]

Также вместе и мотор-колесом активно применяются технологии гироскопической стабилизации транспортного средства.

Гироскоп был разработан как двух колесный двухколесный гироскопический стабилизированный электромобиль.

Водитель может управлять этим футуристическим транспортным средством в электронном виде, производя необходимое движение из его высокотехнологичной кабины. GPS, Bluetooth, интернет-все можно управлять с сенсорного экрана или голосовой командой. Внутри этого автомобиля вы подключены к миру 24 часа в сутки, 7 дней в неделю.

Технологии будущего встроенный внутри гироскоп позволяет водителю двигаться вперед, назад и вбок. Этот автомобиль реагирует на электронные датчики, чтобы держать автомобиль в нужном положении. Эта возможность была разработана для того, чтобы приспособить переходы между городским и пригородным или сельским образом жизни. В более ограниченном пространстве города, из-за пробок и ограниченного парковочного пространства, гироскоп лучше всего использовать в вертикальном положении. Когда водитель покидает город, чтобы насладиться более расслабленными и открытыми пространствами, горизонтальное положение идеально. Чтобы еще больше насладиться открытыми пространствами, гироскоп включает в себя компонент хранения велосипедной стойки, который способен транспортировать даже 2 велосипеда.



## Рисунок 8 – Прототип двухколесного автомобиля.

Фото прототипа мини автомобиля с двумя колесам на одной оси представлено на рисунке 8. Купол гироскопа представляет собой термоформованный лексан, который использует технологию фотохромного стекла, которая может быть запрограммирована на автоматическое или ручное функционирование.

При автоматической настройке стекло постепенно темнеет, чтобы обеспечить водителю оптимальный обзор в любую погоду и в любое время суток. При ручном управлении водитель контролирует количество света и видимость со стороны

При всём настоящем бурном развитии технологий, а по сути, электрические двигатели не так уж сильно изменились с тех пор, как были разработаны более ста лет назад: они по-прежнему представляют собой электромеханически вращающиеся роторы внутри статоров. Еще в США есть первые реальные, существенные улучшения в базовой конструкции электродвигателя, и они утверждают, что их двигатель -это электрическая турбина Linear Labs Hunstable Electric Turbine. Они будут работать настолько лучше, чем обычные двигатели, что электромобили с этими двигателями могут исключить любые коробки передач и двс, ожидать на 10 процентов больше диапазона от заданного размера батареи, обеспечивая при этом большую мощность и крутящий момент для заданного размера двигателя.

Linear Labs утверждает , что крутящий момент в два-пять раз больше, чем у обычных электродвигателей аналогичного масштаба, и в два раза больше выходной мощности.

То, как Linear Labs утверждает, что они могут достичь этого, связано с новым дизайном двигателя. Он не требует каких-либо технологических достижений для создания таких двигателей, но способ его разработки, безусловно, отличается.



Там четыре ротора, больше, чем в большинстве обычных электродвигателей, а статор расположен внутри “магнитного туннеля крутящего момента” со всеми сторонами одинаковой полярности, что, как говорят линейные лаборатории, помогает удерживать магнитные поля в направлении вращательного движения.

Двигатель также может намеренно неправильно выравнивать свои магнитные поля, чтобы добиться ослабления поля, что звучит не очень хорошо, но на самом деле полезно для более эффективной высокоскоростной работы двигателя, где крутящий момент обменивается на обороты что-то вроде овердрайва в обычной передаче.

Все это потенциально очень интересно, и нет никаких сомнений в том, что такой двигатель произвел бы революцию в электромобилях. Конечно, сначала они должны доказать, что будут работать в реальном мире.

## **1.5 Выбор и обоснование конструкторских решений проекта**

Целью идеи 2-х колесного мини-автомобиля состоит в том, чтобы обеспечить комфорт и легкость людям, которые пользуются общественным транспортом в своей повседневной жизни. Люди в возрасте от восемнадцати до тридцати лет являются основной мишенью этой концепции транспорта, поскольку они составляют большую часть общества, пользующегося общественным транспортом. Эта концепция не только обеспечивает ощущение легкости и свободы для пользователей общественных транспортных средств, но и дает представление о том, чтобы сделать среду путешествия дружелюбной. Сама концепция гироскопического автомобиля основана на желании сохранить природу для будущих поколений, т.е. данный проектный автомобиль будет способствовать и помогать сохранить окружающую среду.

Мысль 2-х колесного мини-автомобиля была создана путем понимания

целого ряда стимулов, предоставляемых обществом, она отвечает нашим потребностям. Потребность в транспорте эволюционировала в зависимости от демографии и позиционирования бизнес-инфраструктуры.

Цель дипломного проекта это создание экологичного, экономически выгодного автомобиля для жизни и для работы человека преимущественно в городских условиях передвижения.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1. Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 200$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 22,22$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 188,4$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 1$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,32$

Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,95$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,06$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач.....	1
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	100
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$ »[20]

## 2.1.2. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[20]

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

«где  $G_0$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_6$  - вес багажа; »[20]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 200 \cdot 9,807 = 1961 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 2 = m_{II1} \cdot g \cdot 2 = 75 \cdot 9,807 \cdot 2 = 1471 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 2 = m_{B1} \cdot g \cdot 2 = 10 \cdot 9,807 \cdot 2 = 196 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 1961 + 1471 + 196 = 3629 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 100 = 3629 \cdot 100 = 3629 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 0 = 3629 \cdot 0 = 0 \text{ Н} \quad (6)$$

«б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника».

На автомобиле установлены радиальные шины 205/55 R16. »[20]

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 145$  – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,80$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 330,2$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины. »[20]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 330,2 + 0,80 \cdot 0,85 \cdot 145) \cdot 10^{-3} = 0,264 \text{ м}$$

### 2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_K \cdot U_{PK}} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где  $U_K$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 1,000),;

$U_{PK}$  - передаточное число. »[20]

$$U_0 = (0,264 \cdot 188,4) / (1,000 \cdot 1,0 \cdot 22,22) = 2,236$$

### 2.1.4. Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении. »[20]

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

«где  $\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что: »[20]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 22,22^2 / 2000) = 0,015$$

$$N_v = (3629 \cdot 0,015 \cdot 22,22 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,06 \cdot 22,22^3 / 2) / 0,95 = 5885 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ). »[20]

$$N_{MAX} = 5885 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 13000 \text{ Вт}$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана: »[20]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

«где  $C_1 = C_2 = 1$  - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

Определение значений крутящего момента производится по формуле: »[20]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Скорость вращения угловая, радиан/сек	Выдаваемая мощность двигателя, Киловатт	Создаваемый момент вращения двигателем,

			Ньютон*метр
10	1	0,1	62,6
140	15	0,9	63,7
270	28	1,8	64,7
400	42	2,8	65,9
530	56	3,7	67,1
660	69	4,7	68,3
790	83	5,8	69,5
920	96	6,8	70,7
1050	110	7,9	71,8
1180	124	9,0	72,7
1310	137	10,1	73,8
1440	151	11,3	75,1
1570	164	12,6	76,6
1700	178	13,3	74,5
1799	188	0,0	0,0

« $n_e$  - обороты двигателя, об/мин; »[20]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (14)$$

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (15)$$

«где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычлены преодолеваемого подъёма ( $\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ ); »[20]

$$\psi_{MAX} = 0,015 + 0,32 = 0,335 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 3629 \cdot 0,335 \cdot 0,264 / (76,6 \cdot 0,95 \cdot 2,236 \cdot 1) = 1,970$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СЦ} \cdot \phi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}},$$

«где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 3629 \cdot 0,9 = 3266$  Н,  $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ). »[20]

$$U_1 \leq 3266 \cdot 0,8 \cdot 0,264 / (76,6 \cdot 0,95 \cdot 2,236 \cdot 1) = 4,704$$

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 1,000$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[20]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (1,000 / 1,000)^{1/4} = 1,000 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,000 / 1,000 = 1,000; \quad (20)$$

$$U_5 = 1,000. \quad (21)$$

#### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (22)$$

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Скорость на 1ой передаче, м/с
10	0,3
140	3,9
270	7,5
400	11,0
530	14,6
660	18,2
790	21,8
920	25,4
1050	29,0
1180	32,6
1310	36,2

1440	39,8
1570	43,4
1700	46,9
1799	49,7

### 2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (23)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Создаваемое тяговое усилие на первой передаче, Ньютон
10	226
140	229
270	233
400	237
530	242
660	246
790	250
920	255
1050	259
1180	262
1310	266
1440	271
1570	276
1700	268
1799	0

### 2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[20]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (24)$$

«Сила сопротивления качению: »[20]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (25)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (26)$$



«Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости. »[20]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	44	44
5	10	44	54
10	40	46	86
15	90	48	138
20	160	52	212
25	250	57	307
30	360	63	423
35	489	70	560
40	639	78	718
45	809	88	897
50	999	98	1097
55	1209	109	1318
60	1438	122	1560
65	1688	136	1824

### 2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (27)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (28)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора  $D$  от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически. »[20]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Динамический фактор на 1ой передаче
10	0,062
140	0,062
270	0,058
400	0,052
530	0,043
660	0,031
790	0,017
920	-0,001
1050	-0,021
1180	-0,045
1310	-0,071
1440	-0,100
1570	-0,131
1700	-0,169
1799	-0,272

#### 2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (29)$$

«где  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[20]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ). »[20]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (30)$$

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,015$ . »[20]

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$UI$
$\delta N \angle$	1,030

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Создаваемое ускорение автомобиля на первой передаче, метр/сек <sup>2</sup>
10	0,48
140	0,47
270	0,44
400	0,37
530	0,28
660	0,16
790	0,02
920	-0,16
1050	-0,37
1180	-0,60
1310	-0,86
1440	-1,15
1570	-1,47
1700	-1,85
1799	-2,84

### 2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	1/j на 1ой передаче, с2/м
10	2,09
140	2,12
270	2,29
400	2,68
530	3,53
660	6,09
790	59,52
920	-6,27
1050	-2,74

1180	-1,67
1310	-1,16
1440	-0,87
1570	-0,68
1700	-0,54
1799	-0,35

### 2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[20]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (31)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = const$ , которому соответствуют значения  $(1/j) = const$ . Эти величины можно определить следующим образом: »[20]

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (32)$$

«где  $k$  – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой  $(1/j)$  в интервале  $\Delta V_k$  на значение площади прямоугольника со сторонами  $\Delta V_k$  и  $(1/j_{CP})_k$ , переходим к приближённому интегрированию: »[20]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k.$$

«где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_o$  до скорости  $V_1$ ,

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице: »[20]

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Скоростной диапазон, метр/сек	Преодолеваемая площадь, $\text{mm}^2$	Потраченное время, сек
0-5	2787	13,9
0-10	8362	41,8
0-15	15836	79,2
0-20	24332	121,7
0-25	32972	164,9
0-30	40881	204,4
0-35	47181	235,9
0-40	50995	255,0
0-45	51446	257,2

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости  $t = f(V)$  для получения зависимости пути разгона  $S$  от скорости автомобиля.

В данном случае кривая  $t = f(V)$  разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения  $V_{CPk}$ .

Площадь элементарного прямоугольника в интервале  $\Delta t_k$  есть путь, который проходит автомобиль от отметки  $t_{k-1}$  до отметки  $t_k$ , двигаясь с постоянной скоростью  $V_{CPk}$ .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[20]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (34)$$

где  $k = 1 \dots m$  – порядковый номер интервала,  $m$  выбирается произвольно ( $m = n$ ).

Путь разгона от скорости  $V_0$

до скорости  $V_1$ :  $S_1 = \Delta S_1$ ,

до скорости  $V_2$ :  $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$ ,

до скорости  $V_n$ :  $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Скоростной диапазон, метр/сек	Преодолеваемая площадь, $\text{mm}^2$	Пройденный путь, метр
0-5	697	35
0-10	4878	244
0-15	14220	711
0-20	29088	1454
0-25	48529	2426
0-30	70278	3514
0-35	90753	4538
0-40	105056	5253
0-45	106974	5349

### 2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением: »[20]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (35)$$

« $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

$N_{II}$  - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ( $N_{II} = 0$ );

$N_j$  - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ( $N_j = 0$ ).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению. »[20]

Таблица 11 - Мощностной баланс

Частота вращения двигателя, обороты/1мин	Выдаваемая на колесе мощность , киловатт
10	0,1
140	0,9
270	1,7
400	2,6
530	3,5
660	4,5
790	5,5
920	6,5
1050	7,5
1180	8,5
1310	9,6
1440	10,8
1570	12,0
1700	12,6
1799	0,0

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Набираемая автомобилем скорость движения, метр/сек	Потраченная на преодоление сопротивления воздухом мощность	Потраченная на преодоление сопротивления качению мощность	Потраченная на преодоление сопротивлений общая мощность
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,2	0,3
10	0,4	0,5	0,9
15	1,3	0,7	2,1
20	3,2	1,0	4,2
25	6,2	1,4	7,7
30	10,8	1,9	12,7
35	17,1	2,5	19,6
40	25,6	3,1	28,7
45	36,4	3,9	40,4

50	49,9	4,9	54,8
55	66,5	6,0	72,5
60	86,3	7,3	93,6
65	109,7	8,8	118,5

#### 2.1.14 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. »[20]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_I \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (36)$$

где  $g_{E\min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (37)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (38)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (39)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (40)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика. »[20]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Частота вращения двигателя,	Скорость, м/с	$I$	$E$	$KI$	$KE$	$QS$
-----------------------------	---------------	-----	-----	------	------	------



обороты/1мин						
10	0,3	0,193	0,006	1,232	1,273	0,9
140	3,9	0,217	0,082	1,202	1,219	0,9
270	7,5	0,287	0,158	1,122	1,172	1,1
400	11,0	0,400	0,233	1,016	1,130	1,4
530	14,6	0,554	0,309	0,919	1,095	1,7
660	18,2	0,746	0,385	0,875	1,066	2,2
790	21,8	0,974	0,461	0,933	1,042	3,1
920	25,4	1,239	0,537	1,150	1,025	4,8
1050	29,0	1,538	0,613	1,591	1,015	8,3
1180	32,6	1,873	0,689	2,328	1,010	15,0
1310	36,2	2,239	0,765	3,429	1,011	26,7
1440	39,8	2,623	0,840	4,914	1,019	46,0
1570	43,4	3,027	0,916	6,848	1,032	76,5

## 2.2 Расчет разрабатываемого узла

Расчет электродвигателя мотор-колеса

Предлагается использование в качестве силового агрегата асинхронный мотор колесо электродвигатель, в количестве 2шт. на каждое колесо.

Основные его технические характеристики приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Основные технические характеристики мотор колеса электродвигателя

$P_{2\text{ном}}, \text{кВт}$	$n, \text{об/мин}$	КПД, %	$\cos \varphi$	$A, \text{А/мм}$	$J, \text{А/мм}^2$
7	1800	97	0,89	409	4,4

В таблице 15 приведены параметры схемы замещения фазы электродвигателя мотор колеса (значения сопротивлений указаны в относительных величинах).

Таблица 15 - Параметры схемы замещения фазы электродвигателя мотор колеса

$R_1'$	$X_1'$	$R_2''$	$X_2''$	$R_2''''$	$X_M$	$R_{\text{кп}}$	$X_{\text{кп}}$
0,021	0,08	0,015	0,13	0,029	4,8	0,050	0,16

Пусковые характеристики электродвигателя мотор колеса представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Пусковые характеристики электродвигателя мотор колеса

$m_{\text{п}}$	$m_{\text{М}}$	$m_{\text{К}}$	$S_{\text{ном}}, \%$	$S_{\text{к}}, \%$	$i_{\text{п}}, \%$	$V_t, ^\circ\text{C/C}$	$J_{\text{ар}}$	$t_{\text{по}}$	$n_0$
1,2	1,0	2,5	1,4	10,0	7,5	5,4	0,47	0,46	520

В таблице 17 приведены обмоточные данные электродвигателя мотор колеса.

Таблица 17 – Обмоточные данные электродвигателя мотор колеса

$2p$	$U_{1\text{л}}, \text{В}$	$\frac{D_{a1}, \text{мм}}{D_{i1}, \text{мм}}$	$l_1, \text{мм}$	$\delta, \text{мм}$	$\frac{z_1}{z_2}$		
2	12	$\frac{437}{232}$	200	1,2	36/30		
	12						
Обмотка статора							
$Y$	$S_{\text{п}}$	$n/a$	$\frac{d, \text{мм}}{d', \text{мм}}$	$k_{\text{об}}$	$l_{\text{о}}, \text{мм}$	$r_{1(20)}, \text{Ом}$	$G_{\text{м}}, \text{кг}$
1-15	8+8	6/2	$1,56*1,32/1,64*1,4$	0,758	1110	0,0772	31,6

Паз статора		
$\frac{b1}{b2}, \frac{мм}{мм}$	h, мм	$\frac{e}{t}, \frac{мм}{мм}$
8,7/12,7	32,3	1,0/4,0

Перечень условных обозначений, употребляемых в ходе выполнения данного проекта:

$P_{2ном}$  – мощность номинальная;

$Bб$  – в зазоре воздушном индукция максимальная;

$A$  – статорная нагрузка токовая линейная;

$J$  – в статоре в обмотке потоковая плотность;

$X_M$  – сопротивление индуктивное главное;

$R_1$  – сопротивление активное;

$X_1$  – индуктивное сопротивление рассеивания обмотки статора;

$R_2$  – приведенное к обмотке статора активное сопротивление;

$X_2$  – индуктивное сопротивление ротора;

$R_{2н}$  – приведенное к обмотке статора активное сопротивление обмотки ротора с учетом вытеснения тока в стержнях беличьей клетки;

$R_{кп}$  – активное сопротивление короткого замыкания;

$X_{кп}$  – индуктивное сопротивление короткого замыкания;

$i_n = I_n/I_{ном}$  – отношение начального пускового тока к номинальному;

### 2.2.2 Определение фазных зон и составление обмоток статора

В двигателе мотор колеса применена двухслойная петлевая равносекционная статорная обмотка с  $z_1=36$  и  $2p=2$ . Тогда

$$q = \frac{z_1}{2p \cdot m} \quad (41)$$

где:

$q$  – число пазов на полюс и фазу;

$z_1$  – число пазов статора;

$2p$  – число полюсов;

$m$  – число фаз,  $m=3$ .

$$q = \frac{36}{2 \cdot 3} = 6$$

$$\tau = \frac{z_1}{2p} \quad (42)$$

где:

$\tau$  – полюсное деление в числах пазов;

$z_1$  – число пазов статора;

$2p$  – число полюсов.

$$\tau = \frac{48}{2} = 24$$

$$y = (0,82 \div 0,85)\tau \quad (43)$$

где:

$y$  – шаг обмотки;

$\tau$  – полюсное деление в числах пазов

принимая  $y = 20$ .

Сдвиг ЭДС проводников соседних пазов по фазе вычисляется по формуле:

$$\gamma = \frac{p \cdot 360}{Z} = \frac{p \cdot 360}{2pmq} = \frac{180}{mq} \quad (44)$$

где:

$\gamma$  – сдвиг ЭДС проводников соседних пазов по фазе;

$m$  – число фаз,  $m=3$ ;

$q$  – число пазов на полюс и фазу.

$$\gamma = \frac{180}{3 \cdot 8} = 7,5 \quad (45)$$

### 2.2.3 Расчет механической характеристики двигателя

Получения приближенных значений момента при заданном скольжении:

$$M = \frac{2 \cdot M_{кр}}{\frac{s_{кр}}{s} + \frac{s}{s_{кр}}}, \quad (46)$$

где  $S$  и  $S_{кр}$  – величины скольжения;

$M_{кр}$  – критический момент двигателя, Нм.

$$M_{ном} = 9570 \frac{P_2}{n_c(1-S_{ном})}, \quad (47)$$

где  $P_2$  – мощность двигателя, Вт;

$n_c$  – синхронная частота вращения;

$S_{ном}$  – номинальное скольжение двигателя.

$$M_{ном} = 9570 \frac{6000}{3000(1-0.014)} = 62.5 \text{ Нм} \quad (48)$$

$$M_k = 9,5 * 6,5 = 60,25 \text{ Нм.}$$

$$s_{кр} = s_{ном} \left( m_k + \sqrt{m_k^2 - 1} \right); \quad (49)$$

$$s_{кр} = 1,4 \left( 2,5 + \sqrt{2,5^2 - 1} \right) = 6,7 \text{ \%}.$$

$$M_{ном} = \frac{2 \cdot 62.5}{\frac{6,7}{1,4} + \frac{1,4}{6,7}} = 63,47 \text{ Нм} \quad (50)$$

$$M_k = \frac{2 \cdot 63.47}{\frac{6,7}{6,7} + \frac{6,7}{6,7}} = 66,25 \text{ Нм}$$

(51)

$$M_{\Pi} = \frac{2 \cdot 66.25}{\frac{6,7}{100} + \frac{100}{6,7}} = 61,18 \text{ Нм}$$

(52)

$$M_{\text{мин}} = \frac{2 \cdot 66.25}{\frac{6,7}{61,18} + \frac{61,18}{6,7}} = 60,87 \text{ Нм}$$

(53)

$$M_1 = \frac{2 \cdot 66.25}{\frac{6,7}{20} + \frac{20}{6,7}} = 65,2 \text{ Нм}$$

(54)

$$M_2 = \frac{2 \cdot 66.25}{\frac{6,7}{40} + \frac{40}{6,7}} = 67,75 \text{ Нм}$$

(55)

В таблице 18 представлены данные механической характеристики.

Таблица 18 – Данные механической характеристики

S, %	1,4	6,7	20	40	80	100
M, Нм	60	76,25	75,2	77,75	60,87	61,18
m	1	2,5	1,39	0,74	0,31	0,25
n, об/мин	1800	825,7	600	800	500	0

### 3 Безопасность и экологичность объекта

#### 3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Система представляет собой линию конвейера с ленточным транспортером и монтажными стойками.

Таблица 19 – Список технического оснащения для сборочного объекта

Номер поз. на	Названия технического оснащения	Стадии исполняемые с использованием технического
------------------	---------------------------------	---

схеме объекта		
1.	установка с пневмо-приводом	1. Запрессовка
2.	Зажимное механическое устройство	1. Установка детали.
3.	Специальный стол-установка для сборки валов, установка для загрузки смазки. Отвертка-плоская. Отвертка-крестовая. Кувалда слесарная стальная по ГОСТ 2311-67. Щипцы установки хомутов.	1. Загрузка смазки. 2. Установка стопорного кольца. 3. Установка чехлов. 4. Выпуск избыточного воздуха. 5. Монтаж хомутов.

### 3.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки мотор колес

Таблица 20 - Опасные и вредные производственные факторы

Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор.
Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом клещей для установки хомутов;

	б) травмы при падении деталей; в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки шариков. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
Повышенный уровень шума, 99 дБ.	а) работающее приспособление для запрессовки шариков; б) молоток, на операции когда устанавливаются шарниры на вал; в) шум механизмов привода конвейера
Повышенный уровень напряжения в электрической сети, 380 В.	Проводка освещения или механизмов и приспособлений.
Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке карданного вала.
Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
Монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки карданного вала.

### **3.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке**

#### **«1. Организационные мероприятия**

В целях охраны труда рабочие и служащие должны быть уведомлены о том, что безопасность, промышленная гигиена,

"Пожарные и другие правила охраны труда.

Существует несколько типов инструкций:

- Все новые абитуриенты, предприятия, а также бывшие в употреблении студенты и студенты, прибывшие на практику, должны



были пройти начальное образование. Его проводил инженер по охране труда.

- Начальная учебная работа проводится на всех вновь поступивших предприятиях, при переводе из одной секции в другую, прикомандированных и т.д.

- Повторное обучение проводится не менее чем через полгода. Целью данной инструкции является восстановление в памяти правил работы по охране труда, а также анализ конкретных нарушений практики работы магазина или предприятия.

- При изменении технического процесса, изменении правил охраны труда, введении нового оборудования, за нарушение работниками требований охраны труда, которое может привести или привело к травме, несчастному случаю, взрыву или пожару; при перерывах в работе-работы, требующая дополнительных требований охраны труда не более 30 календарных дней, при других работах– 60 календарных дней.

Выбор специалиста важен для гарантирования безопасности труда, целью которого является выявление лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным для участия в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, также возлагаются следующие обязанности: соблюдение инструкций по охране труда,»[7] «установленных требований

Управление машинами и механизмами и использование средств индивидуальной защиты.

Рабочий день будет проходить с 7: 00 в 15-45, с перерывом на обед с 11: 00 до 11: 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье-выходные дни.

Чтобы обеспечить хорошую производительность и поддерживать здоровье профессиональных пользователей, необходимо установить

контрольный перерыв во время рабочей смены. Сотрудникам участка, учитывая их трудовую категорию и уровень тяжести, контрольные перерывы должны устанавливаться через два часа после начала рабочей смены и 1,5-2,0 часа обеденного перерыва через 15 минут или каждые 10 минут после каждого часа работы.

Во время контрольных перерывов меньше нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устраняется влияние гиподинамии и гипокинезии, предотвращается развитие постнатального утомления, необходимо осуществлять физическую нагрузку минут полного воздействия или физических перерывов. Для этого необходимо оборудовать специальное помещение для психологической разгрузки.

## 2. Мероприятия проекта

1. Применение строительной техники должно соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих Правил и обеспечивать последовательность функционирования технического процесса.

2. Использование строительной техники, сырья, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и упаковки в производственных помещениях и на рабочем месте не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояние между узлами оборудования, а также между «устройством и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующего качества технического проектирования, строительных норм и правил.

4. Размещение цехов и перестройка существующей технологии работы оборудования должны быть отражены в техническом плане. Техническое планирование проекта и вновь построенных цехов, секций и категорий должно быть утверждено местными органами государственного санитарно-пожарного надзора.

5. При размещении строительной техники, организации

транспортировочного прохода, распределении агрегатов, узлов, деталей и материалов работы следует учитывать. Ширина прохода устанавливается в зависимости от размера транспортируемого материала и

Транспортные средства и принимаются в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов работ должна определяться с учетом габаритов ремонтного агрегата и обрабатываемых изделий.

7. Работы, подъездные пути, проходы и оборудование должны быть свободны и загромождены материалами, агрегатами, деталями, строительными отходами и контейнерами, которые затем собираются погрузчиками и вывозятся обычной посудой.

8. Работа должна обеспечивать удобство труда, свободу передвижения, минимальную физическую нагрузку и безопасные высокоэффективные условия труда.

9. Инструменты, приспособления и узлы должны быть рядом с работой: что левая рука слева, то правая рука справа; на этом основании размещают и принадлежности (ящики для инструментов, стеллажи и т. д.).

10. Материалы, детали, узлы, изделия труда должны быть уложены в стеллажи таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и легкость захвата для вас при использовании тренажеров. »[7]

«11. Изготавливаться для замков должна была жесткая и прочная конструкция, отрегулированная по высоте работы с помощью подставок для них или опор для ног. Чтобы обезопасить людей в непосредственной близости от возможных травм от летящих кусков обрабатываемого материала, необходимо было иметь защитные экраны высотой не менее 750 мм и ячейку размером не более 3 рыб.

12. Установить его крупным планом со стен можно только в том случае, если в нем размещены радиатор, трубопроводы и другое оборудование.

### 3. Технические средства

Эффективным методом обеспечения чистоты и приемлемых параметров в рабочей зоне является вентиляция воздуха, которая включает в себя удаление загрязненного и находящегося в отапливаемом помещении приточного воздуха, а именно свежего воздуха. По способу движения воздуха воздух делится на естественный (вентиляция, аэрация), механический и комбинированный.

При необходимости управления микроклиматом участка обеспечивается искусственный (механический) регулярный обмен воздуха, а там, где организован естественный обмен воздуха (ветер).

Для защиты человека от теплового излучения при наличии устройства или участка рабочих органов, излучающих тепло интенсивности, превышающей норму, используется тепло экрана.

Необходимо убедиться в освещенности, участок оборудован комбинированной световой системой, в которой достаточное естественное освещение обеспечивается искусственным освещением. Участок также имеет рабочее световое оформление, общее выполнение производственного процесса, прохождение людей и движения транспорта и является обязательным во всех помещениях.

Безопасное передвижение рабочих на объекте-последний оборудован бамперными устройствами. »[7]

«Производство, процесс демпфирование вибрации используется для борьбы с вибрацией. Этот процесс основан на низком уровне вибрации защищаемого объекта путем преобразования энергии механических колебаний этой колебательной системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется с использованием в качестве конструкционного материала высокого внутреннего трения: резины, пластмассы, дерева, нейлона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесением слоя упруго-вязкого материала с высокими потерями внутреннего трения на вибрирующую

поверхность. Также используется метод виброгашения - он осуществляется при установке оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на строительной площадке используйте средства индивидуальной защиты (наушники и беруши).

#### 4. Средства индивидуальной защиты

Рекомендуется использовать хлопчатобумажную спецодежду, вязанные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

#### 5. Инструкция слесаря МСР

##### Общие положения

1. Лица прошедшие следующие испытания позволяют работать самостоятельно на оборудовании:

- Начальное образование;
- Уведомление о пожарной безопасности;
- Начальное обучение на рабочем месте;
- Курсы по электробезопасности и работе по проверке совместимости ее содержания.

2. Рабочие должны иметь:

- Повышение квалификации по технике безопасности труда не реже одного раза в три месяца;
- Древнее Примечание: при изменении технического процесса или правил охраны труда, замене или модернизации производственного»[7] «оборудования, приборов и инструментов, изменении правил и профсоюзов, нарушении инструкций по охране труда, перерывах в работе более 60 календарных дней;
- диспансерное медицинское обследование-ежегодно.

3. Рабочие должны быть:

- Соблюдать установленные на предприятии правила внутреннего трудового распорядка;
- Соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции по мерам пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

- Которые отвечают требованиям, предъявляемым к эксплуатации оборудования;

- Намерены использовать и беречь выданные средства индивидуальной защиты.

4. Рабочие должны быть:

- Уметь оказывать первую помощь (доврачебную) пострадавшему в результате несчастного случая;

- Знать расположение объектов первой медицинской помощи, первичного противопожарного оборудования, главных и аварийных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;

- Показывайте только назначенную работу и не передавайте ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;

- Во время работы внимание, отсутствие внимания или внимания других людей, не позволяйте людям, связанным с работой, входить в работу;

- держите рабочее место в чистоте и порядке.

5. Работники должны знать и соблюдать правила личной гигиены. Ешьте, курите, а остальное просто отведенные места и зоны. Воду пьют только в специально разработанных установках.

3.2 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях»[7]

«Чрезвычайное положение, в результате возникновения которого возникает угроза жизни, здоровью, имуществу населения, экономике и окружающей среде. Во-первых, разработаны технические и организационные меры, снижающие возможность реализации опасного потенциала современных технических систем.

Для этого в технических системах установлены щиты-средства взрывозащиты и пожаротушения.

Во-вторых, в направлении подготовки объекта, персонала и Службы государственного акта в чрезвычайных ситуациях необходимо

создавать детальные сценарии развития и вероятности аварий и катастроф в момент конкретных объектов. Правительство РФ ввело обязательную для разработки декларацию промышленной безопасности.

Она содержит следующие разделы:

- Общая информация об объекте;
- Анализ рисков промышленного оборудования;
- Обеспечение готовности промышленных объектов, реагирование на чрезвычайные ситуации;
- Общественная информация.

Компонентно-распределительная компания расположена ПАО "АВТОВАЗ", и все мероприятия, которые были разработаны в этой отрасли компании, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, относятся именно к этой категории.

В результате работы в этом разделе мы обнаружили следующее:

- Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при монтаже распределительной системы;
- Разработка мер по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- Разрешение категории пожарной опасности шаг - " Б " – - противопожарные мероприятия. »[7]

## 4 Экономическая эффективность проекта

### 4.1 Расчет себестоимости проектируемого автомобиля

«Таблица 21 - Исходные данные»[8]

Названия критериев производства	Букв.об	Измер.	Данные
Годовой выпуск	<i>V<sub>год.</sub></i>	шт.	100000
Процент страховки	<i>E<sub>соц.н.</sub></i>	%	30
Расходы общие завода	<i>E<sub>обзав.</sub></i>	%	197

Расходы вне производства- коммерческие	<i>Еком.</i>	%	0,29
Расходы содержания и пользования оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Расходы на заготовку и транспорт	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Расходы цеха	<i>Ецех.</i>	%	172
Расходы на инструмент	<i>Еинстр.</i>	%	3
Процент наценки-прибыли	<i>Крент.</i>	%	30
Процент доп. зарплат	<i>Квып.</i>	%	14
Процент премий	<i>Кпрем.</i>	%	12
Процент отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Сетка тарифная для рабочего 5-го класса	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Сетка тарифная для рабочего 6-го класса	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Сетка тарифная для рабочего 7-го класса	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Средства-Вложения в разработку проекта	<i>Кинв.</i>	%	0,19

«Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле: »[8]

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100)$$

«где -  $C_{mi}$  - оптовая цена материала  $i$ -го вида, руб.,

$Q_{mi}$  – норма расхода материала  $i$ -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$  – коэффициент возвратных отходов, %.»[8]



«Таблица 22 - Расчет затрат на сырье и материалы»[8]

Марки материалов стали цветмет чермет	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
СЧ-23	кг	145,5	0,7	101,85
Сталь 3	кг	47,36	1,1	52,10
Сталь 20ХГНМ	кг	130,07	0,85	110,56
Отходы бронзы	кг	3,1	1,52	4,71
Сталь 20	кг	134,72	0,3	40,42
Чермет отходы	кг	4,7	1,23	5,78
Итого		-		315,41
<i>Ктзр</i>		1,45		4,57
<i>Квот</i>		1		3,15
Всего		-		323,14

$M = 323,14$  руб.

«Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле: »[8]

$$\Sigma\Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (56)$$

«где -  $C_i$  -оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида,

$n_i$  -количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.

Таблица 23 - Покупные изделия »[8]

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Кожух защитный	шт.	85,11	2	170,22
Гайка	шт.	53,21	1	53,21
Хомут малый	шт.	9,8	2	19,60
Хомут	шт.	15,7	2	31,40
Сепаратор внутренний	шт.	133,52	1	133,52
Сепаратор внешний	шт.	157,84	1	157,84
Итого				565,79
<i>Ктзр</i>		1,45		8,20
Всего				573,99

$\Pi u = 573,99$  руб.

«Расчет статьи затрат "Основная заработная плата »[8]

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (57)$$

«где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая »[8]

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (58)$$

«где -  $C_p \cdot i$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 24 - Расчет затрат на выполнение операций»[8]

Специальности рабочие	уровень работника	часовые затраты	Тариф за час работы	Общая зарплата по тарифу
Заготовщик	5	0,90	95,29	85,76
Токарь	6	0,78	99,44	77,56
Фрезер	5	0,55	95,29	52,41
Термичка	7	0,23	103,53	23,81
Полировочная	5	1,20	95,29	114,35
Сборщик	7	1,32	103,53	136,66
Итого				490,55
$K_{прем}$		12		58,87
Всего				549,42

$$Z_o = 549,42 \text{ руб.}$$

«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»[8]

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (59)$$

«где -  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат»[8]

$$Z_{доп} = 549,42 \cdot 0,14 = 76,92 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" »[8]

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (60)$$

«где -  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[8]

$$C_{соц.н.} = (549,42 + 76,92) \cdot 0,3 = 187,90 \text{ руб.}$$

«"Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования"»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (61)$$

« где -  $E_{обор.}$  - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию»[8]

$$C_{\text{сод.обор.}} = 549,42 \cdot 1,94 = 1065,87 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле: »[8]

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (62)$$

«где -  $E_{\text{цех}}$  - коэффициент цеховых расходов, % »[8]

$$C_{\text{цех}} = 549,42 \cdot 1,72 = 945,002 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку»[8]

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (63)$$

« где -  $E_{\text{инстр.}}$  - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, % »[8]

$$C_{\text{инстр.}} = 549,42 \cdot 0,03 = 16,48 \text{ руб.}$$

«Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (64)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 323,14 + 573,99 + 549,42 + 187,90 + 76,92 + 1065,87 + 945,002 + 16,48 = 3738,73 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат Общезаводские расходы: »[8]

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (65)$$

« где -  $E_{\text{обзав.}}$  - коэффициент общезаводских расходов, % »[8]

$$C_{\text{обзав.}} = 549,42 \cdot 1,97 = 1082,36 \text{ руб.}$$

«Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (66)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1082,36 + 3738,73 = 4821,09 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле: »[8]

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (67)$$

«где -  $E_{\text{ком.}}$  - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов»[8]

$$C_{\text{ком.}} = 4821,09 \cdot 0,0029 = 13,98 \text{ руб. } \text{»[8]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле: »[8]

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (68)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 4821,09 + 13,98 = 4835,07 \text{ руб.}$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия»[8]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (69)$$

«где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %»[8]

$$\text{Цотп.б.} = 4835,07 \cdot (1 + 0,3) = 6285,59 \text{ руб.}$$

«Таблица 25 - Сравнительная калькуляция себестоимости »[8]

Названия главных и основных расчетных показателей	Символы обозначений	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Основные материалы	<i>М</i>	355,46	323,14
Изделия покупные	<i>Пи</i>	631,39	573,99
Зар.плата основная	<i>Зо</i>	549,42	549,42
Зар.плата дополнительная	<i>Здоп.</i>	76,92	76,92
Взносы страховочные	<i>Ссоц.н.</i>	187,90	187,90
Эксплуатационные расходы на содержание	<i>Ссод.обор.</i>	1065,87	1065,87
Расходы цеха	<i>Сцех.</i>	945,00	945,00
Инструментальный расход	<i>Синстр.</i>	16,48	16,48
Первичная стоимость цеховая	<i>Сцех.с.с.</i>	3828,45	3738,73
Расходы общие завода	<i>Собзав.</i>	1082,36	1082,36
Первичная стоимость общая завода	<i>Соб.зав.с.с.</i>	4910,80	4821,09
Расход на коммерцию пр-ва	<i>Ском.</i>	14,24	13,98
Вся стоимость полная	<i>Сполн.с.с.</i>	4925,05	4835,07
Цена продажная	<i>Цотп.</i>	6402,56	6402,56

## 4.2 Расчет точки безубыточности

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (70)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (71)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.б.}} &= 355,46 + 631,39 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ &= 1801,09 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.пр.}} &= 323,14 + 573,99 + 549,42 + 76,92 + 187,90 = \\ &= 1711,38 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (72)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (73)$$

«где -  $V_{\text{год}}$  - объём производства»[8]

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.б.}} &= 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.} \\ &\quad \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 1711,38$$

«Определение постоянных затрат: »[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (74)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (75)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.б.}} &= 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 14,24 = \\ &= 3123,96 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.пр.}} &= 1065,87 + 16,48 + 945,00 + 1082,36 + 13,98 = \\ &= 3123,70 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«на годовую программу выпуска изделия: »[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (76)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (77)$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 3123,96 \cdot 100000 = 312395617,82 \text{ руб.} \rangle$$

$$\text{Зпост.пр.} = 3123,70 \cdot 100000 = 312369600,87 \text{ руб.}$$

«Определение амортизационных отчислений: »[8]

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot \text{Н}_A / 100 \quad (78)$$

«где -  $\text{Н}_A$  - доля амортизационных отчислений,% »[8]

$$\text{Н}_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1065,87 + 16,48) \cdot 12 / 100 = 129,88 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия: »[8]

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot \text{Vгод} \quad (79)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 4835,07 \cdot 100000 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

«Расчет выручки от реализации изделия: »[8]

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot \text{Vгод} \quad (80)$$

$$\text{Выручка} = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб.}$$

«Расчет маржинального дохода: »[8]

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (81)$$

$$\text{Дмарж.} = 640255943,98 - 171137593,37 = 469118350,61 \text{ руб.}$$

«Расчет критического объема продаж: »[8]

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (82)$$

$$\text{Акрит.} = 312369600,87 / (6402,56 - 1711,38) = 66586,52 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 66590 \text{ руб.} \rangle [8]$$

### 4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (83)$$

« где –  $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$  – максимальный объем продукции, шт.  
 $A_{\text{крит}}$  – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.  
 $n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки. »[8]

$$\Delta = 6682 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам: »[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (84)$$

«где –  $V_{\text{прод.}i}$  – объем продаж в  $i$  - году, шт. »[8]

$$V_{\text{прод.}1} = 66590 + 1 \cdot 6682 = 73272 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 66590 + 2 \cdot 6682 = 79954 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 66590 + 3 \cdot 6682 = 86636 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 66590 + 4 \cdot 6682 = 93318 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 66590 + 5 \cdot 6682 = 100000 \text{ шт.}$$

«Выручка по годам: »[8]

$$Выручка.i = Цотп. \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (85)$$

$$Выручка.1 = 6402,56 \cdot 73272 = 469128335,27 \text{ руб.}$$

$$Выручка.2 = 6402,56 \cdot 79954 = 511910237,45 \text{ руб.}$$

$$Выручка.3 = 6402,56 \cdot 86636 = 554692139,63 \text{ руб.}$$

$$Выручка.4 = 6402,56 \cdot 93318 = 597474041,80 \text{ руб.}$$

$$Выручка.5 = 6402,56 \cdot 100000 = 640255943,98 \text{ руб. »[8]}$$

«Переменные затраты по годам

для базового варианта: »[8]

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (86)$$

$$Зперем.б.1 = 1801,09 \cdot 73272 = 131969433,12 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.2 = 1801,09 \cdot 79954 = 144004313,46 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.3 = 1801,09 \cdot 86636 = 156039193,80 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.4 = 1801,09 \cdot 93318 = 168074074,14 \text{ руб.}$$

$$Зперем.б.5 = 1801,09 \cdot 100000 = 180108954,48 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[8]

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (87)$$

$$Зперем.пр.1 = 1711,38 \cdot 73272 = 125395937,42 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.2 = 1711,38 \cdot 79954 = 136831351,41 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.3 = 1711,38 \cdot 86636 = 148266765,40 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.4 = 1711,38 \cdot 93318 = 159702179,38 \text{ руб.}$$

$$Зперем.пр.5 = 1711,38 \cdot 100000 = 171137593,37 \text{ руб.}$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта): »[8]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (88)$$

$$Ам. = 129,88 \cdot 100000 = 12988278,97 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам

для базового варианта: »[8]

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (89)$$

$$Сполн.б.1 = 131969433,12 + 312395617,82 = 444365050,94 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 144004313,46 + 312395617,82 = 456399931,28 \text{ руб.}$$



$$\text{Сполн.б.3} = 156039193,80 + 312395617,82 = 468434811,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 168074074,14 + 312395617,82 = 480469691,96 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 180108954,48 + 312395617,82 = 492504572,29 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 125395937,42 + 312369600,87 = 437765538,29 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 136831351,41 + 312369600,87 = 449200952,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 148266765,40 + 312369600,87 = 460636366,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 159702179,38 + 312369600,87 = 472071780,25 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 171137593,37 + 312369600,87 = 483507194,24 \text{ руб.}$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (90)$$

$$\text{Пр.обл.1} = ( 469128335,27 - 437765538,29 ) - ( 469128335,27 - 444365050,94 ) = 6599512,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = ( 511910237,45 - 449200952,28 ) - ( 511910237,45 - 456399931,28 ) = 7198979,00 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = ( 554692139,63 - 460636366,27 ) - ( 554692139,63 - 468434811,62 ) = 7798445,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = ( 597474041,80 - 472071780,25 ) - ( 597474041,80 - 480469691,96 ) = 8397911,70 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = ( 640255943,98 - 483507194,24 ) - ( 640255943,98 - 492504572,29 ) = 8997378,05 \text{ руб.}$$

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[8]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (91)$$

$$\text{Нпр.1} = 6599512,65 \cdot 0,20 = 1319902,53 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7198979,00 \cdot 0,20 = 1439795,80 \text{ руб.} \text{ »[8]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 7798445,35 \cdot 0,20 = 1559689,07 \text{ руб.} \rangle$$

$$\text{Нпр.4} = 8397911,70 \cdot 0,20 = 1679582,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 8997378,05 \cdot 0,20 = 1799475,61 \text{ руб.}$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (92)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6599512,65 - 1319902,53 = 5279610,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7198979,00 - 1439795,80 = 5759183,20 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 7798445,35 - 1559689,07 = 6238756,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 8397911,70 - 1679582,34 = 6718329,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 8997378,05 - 1799475,61 = 7197902,44 \text{ руб.}$$

«Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого автомобиля. »[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (93)$$

«где - Д1 и Д2 - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту»[8]

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 150000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 6402,56 \cdot 150000 / 100000 - 6402,56 = 3201,28 \text{ руб.}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит: »[8]

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (94)$$

$$\text{ЧД1} = 5279610,12 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 73272 = 252832056,73 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 5759183,20 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 79954 = 274702580,89 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 6238756,28 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 86636 = 296573105,06 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 6718329,36 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 93318 = 318443629,23 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 7197902,44 + 12988278,97 + 3201,28 \cdot 100000 = 340314153,40 \text{ руб} \quad \text{»[8]}$$

«Дисконтирование денежного потока»[8]

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (95)$$

«где -  $Ecm.i$  - процентная ставка на капитал  
 $t$  - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

$$ДСПи = ЧДи \cdot \alpha_i \quad (96)$$

$$ДСП1 = 252832056,73 \cdot 0,909 = 229824339,56 \text{ руб.}$$

$$ДСП2 = 274702580,89 \cdot 0,826 = 226904331,82 \text{ руб.}$$

$$ДСП3 = 296573105,06 \cdot 0,751 = 222726401,90 \text{ руб.}$$

$$ДСП4 = 318443629,23 \cdot 0,863 = 274816852,02 \text{ руб.}$$

$$ДСП5 = 340314153,40 \cdot 0,621 = 211335089,26 \text{ руб.}$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (97)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 229824339,56 + 226904331,82 + 222726401,90 + \\ & + 274816852,02 + 211335089,26 = 1165607014,57 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет: »[8]

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (98)$$

« где -  $K_{инв}$ . – коэффициент капиталобразующих инвестиций. »[8]

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,19 \cdot ( 437765538,29 + 449200952,28 + 460636366,27 + \\ & + 472071780,25 + 483507194,24 ) = 437604547,95 \text{ руб. } \end{aligned} \quad [8]$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (99)$$

$$ЧДД = 1165607014,57 - 437604547,95 = 728002466,61 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле: »[8]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (100)$$

$$JD = 728002466,61 / 437604547,95 = 1,66$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (101)$$

$$Токуп. = 437604547,95 / 728002466,61 = 0,60$$

На рисунке 9 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

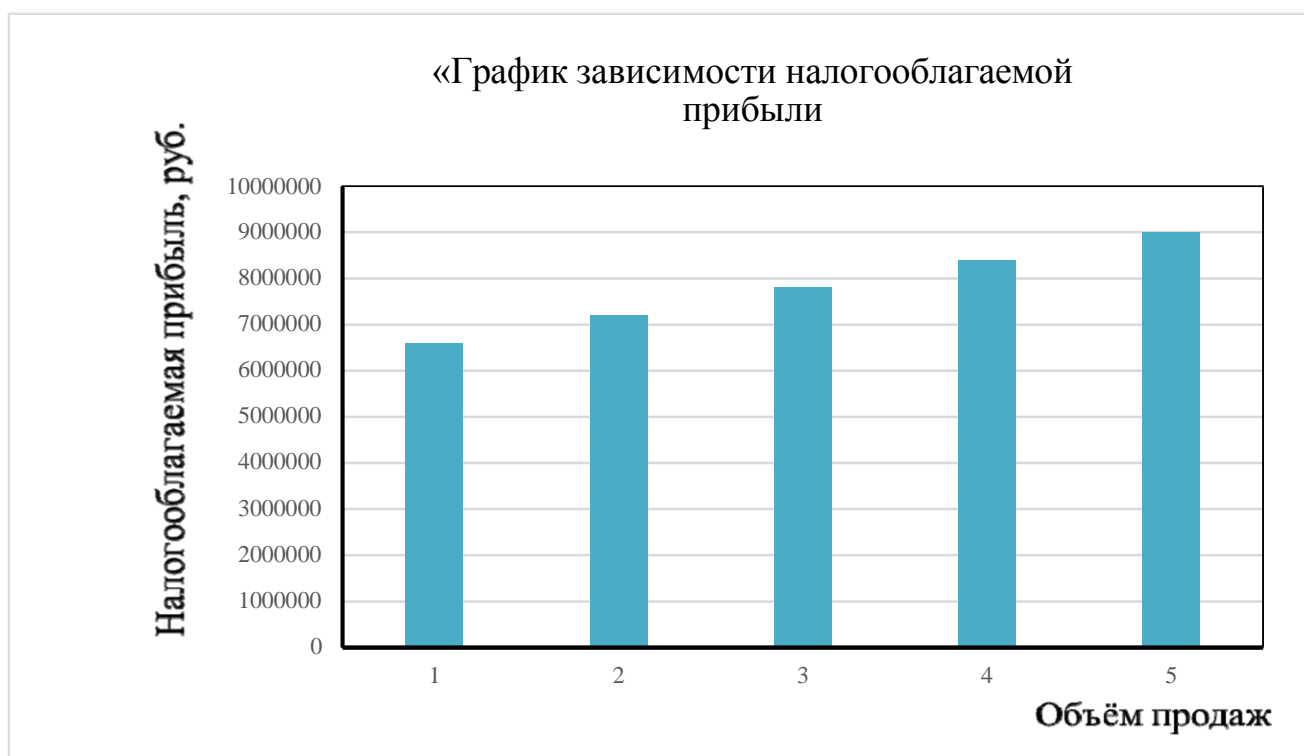


Рисунок 9 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[8]

## Выводы и рекомендации

Эффект экономический положительный при ID равном 1,66, увеличились ресурсы автомобиля в результате мероприятий технического плана.

Основные показатели стоимости проект дизайна высокие, при серийном производственном конструкционном внедрении автокомпонентов, данные показатели получены финансовым расчетом. Схема производства реализованная может принести прибыль ожидаемую расчетную, была рассчитана проектная эффективность социального характера.

Проектный автомобиль реализованный в производство, может чистую прибыль принести в размере данной суммы 728002466,61 руб.

Проектный риск низкий, об этом свидетельствует рассчитанный проектный окупаемый срок составляющий 0,62 года. В направлении новом для автомобилестроения, о его применении говорить можно по данным полученным выше представленным расчётом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа выбора схем проектируемой сборки автомобиля, этапа проектирования конструкции и сравнения с ближайшими аналогами, технологического исследования возможности изготовления была выбрана схема, наиболее удачно сочетающая в себе решение всех указанных вопросов.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов сопоставимости капитальных затрат конструкция проектируемого электромобиля имеет очевидные преимущества по потребительским и эксплуатационным свойствам. Дальнейшее улучшение потребительских качеств может быть достигнуто за счет использования современных строительных материалов и достижений в химической промышленности. Значительный опыт, накопленный в конструкторских подразделениях, позволяет предполагать появление новых технических решений для перспективных автомобилей.

В данном дипломном проекте разработан 2-х колесный автомобиль, колеса которого расположены на одной оси. а именно предлагается использовать электро-мотор-колеса в дисках колеса асинхронного типа.

Этот автомобиль будет экономически выгоден для жизни и для работы человека преимущественно в городских условиях передвижения. А также большим положительным показателем для владельца автомобиля это то что практически не нужно проходить технический осмотр в том виде, в котором все привыкли видеть, т.е. не требуется замена фильтров воздушного, масляного; не требуется замена масла в двигателе, нет необходимости следить за уровнем масла ни в двигателе ни в коробке, нет необходимости следить за уровнем охлаждающей жидкости, потому что здесь их нет.

Исходя из вышеизложенного, конструктивно-технологическое решение, используемое в проекте, приводит к увеличению технических параметров

автомобиля в целом, то есть к повышению потребительских качеств и конкурентоспособности автомобиля и производства в целом.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
2. Асинхронные двигатели общего назначения. Е.П. Бойко и др. – М.: Энергия, 1980 г. – 488 с.
3. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-95.
5. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
6. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
7. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
8. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
12. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.

13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.-233 с.
14. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
15. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
16. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
17. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
18. Справочник по электротехнике. А.А. Иванов. – Киев.: Высшая школа, 1984 г. – 303 с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
21. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.
22. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
23. 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.
24. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
25. 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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Графики тягово-динамического расчета

#### Внешняя скоростная характеристика

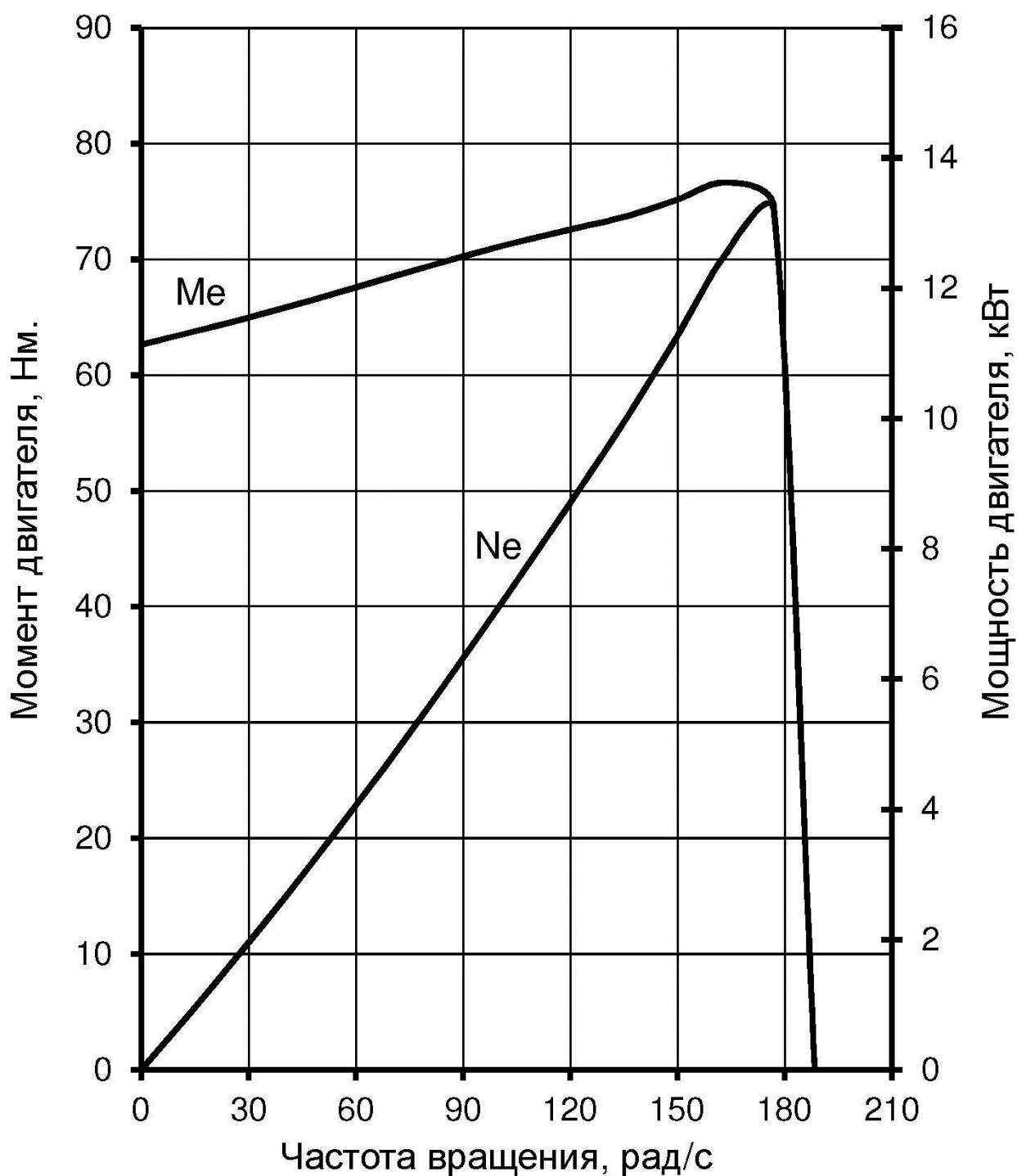


Рисунок А.1 - Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

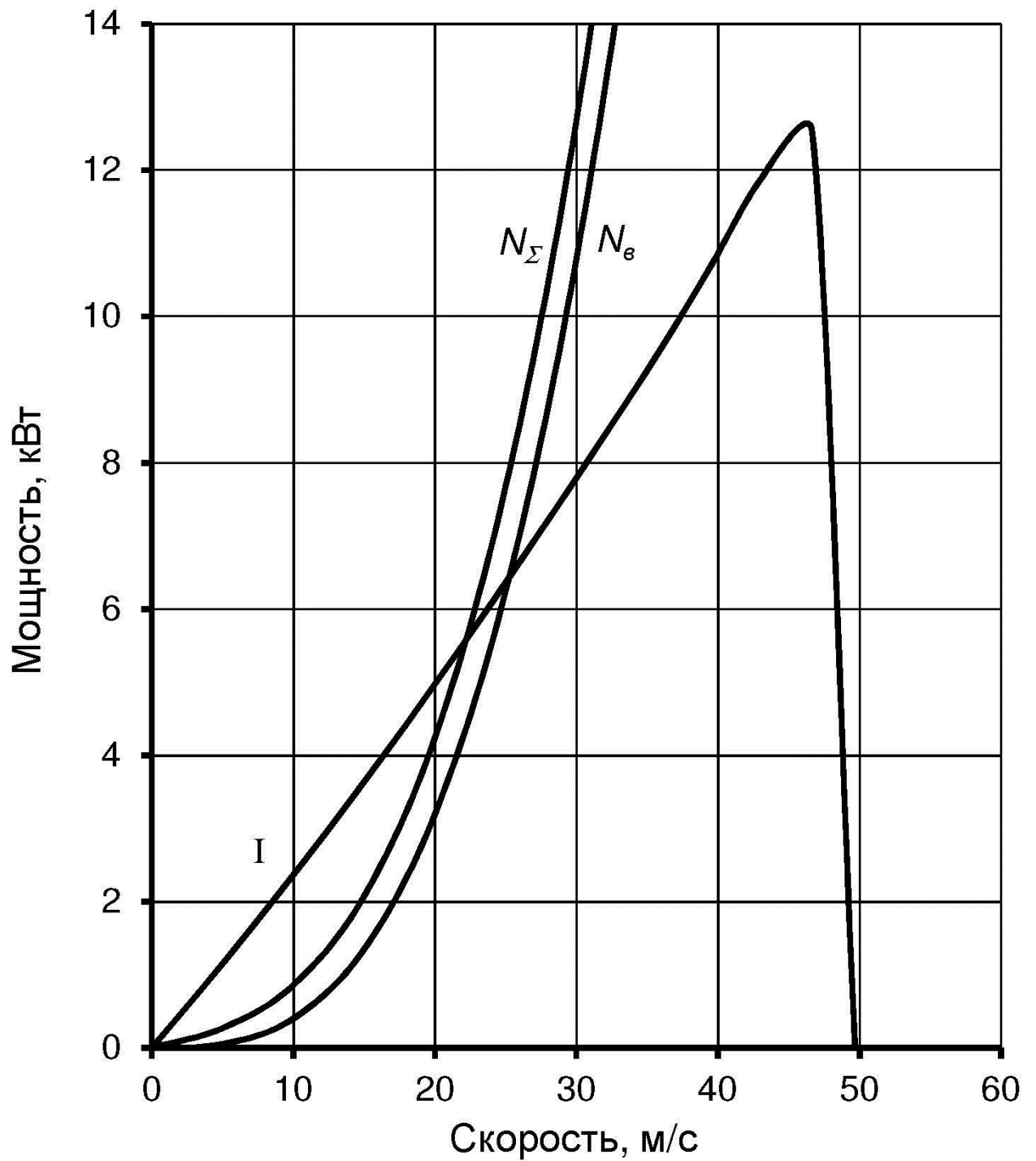


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

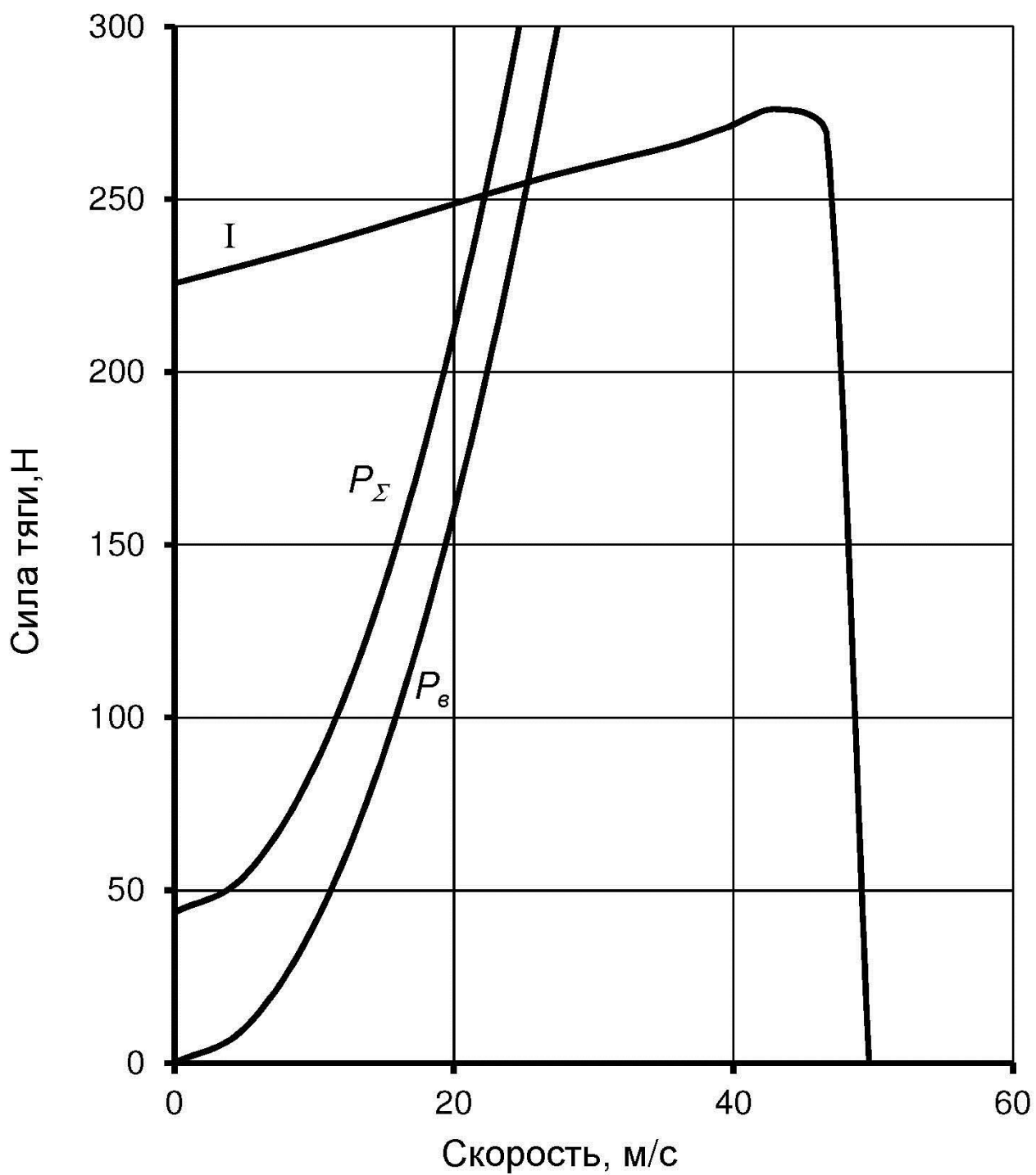


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

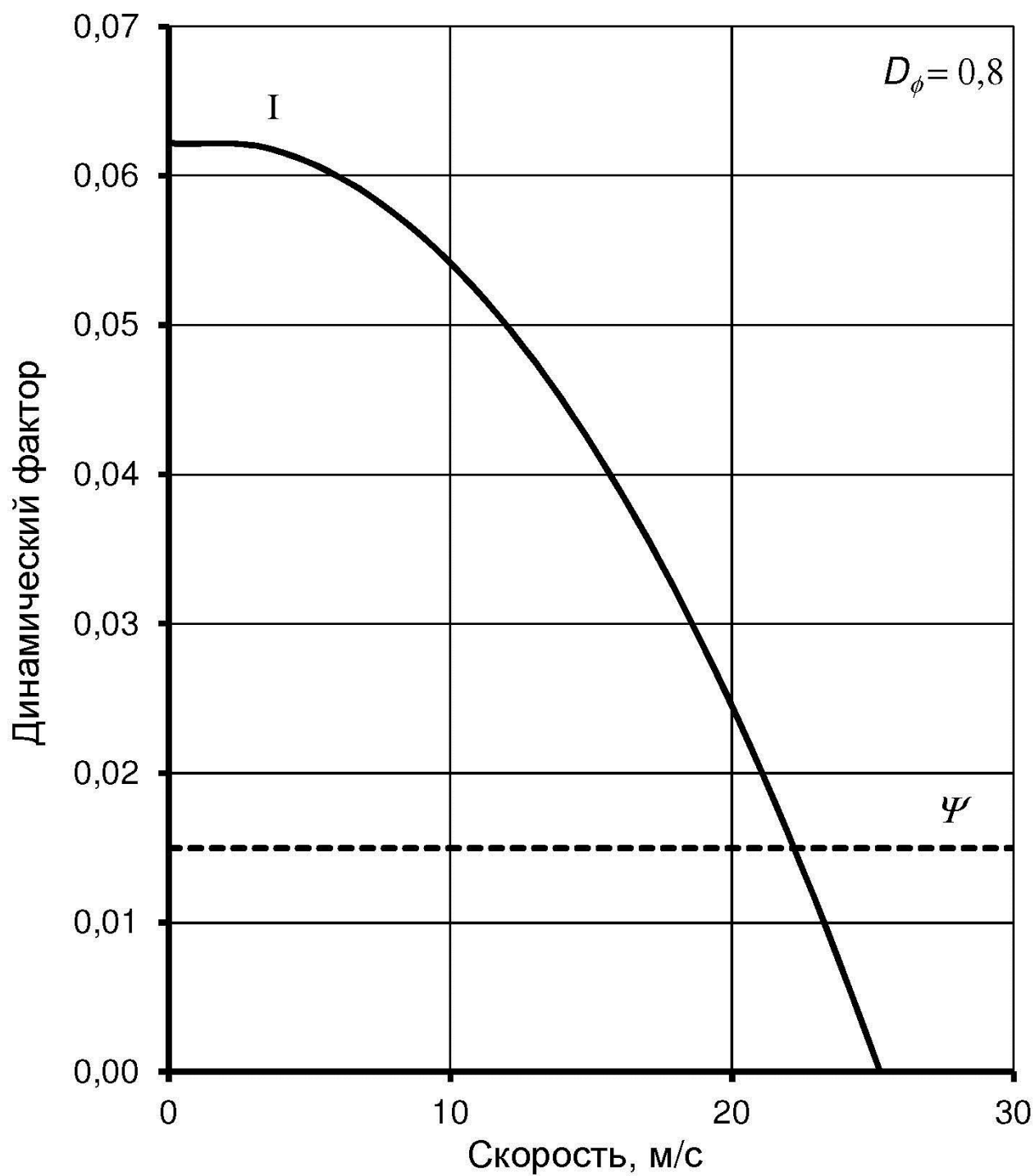


Рисунок А.4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

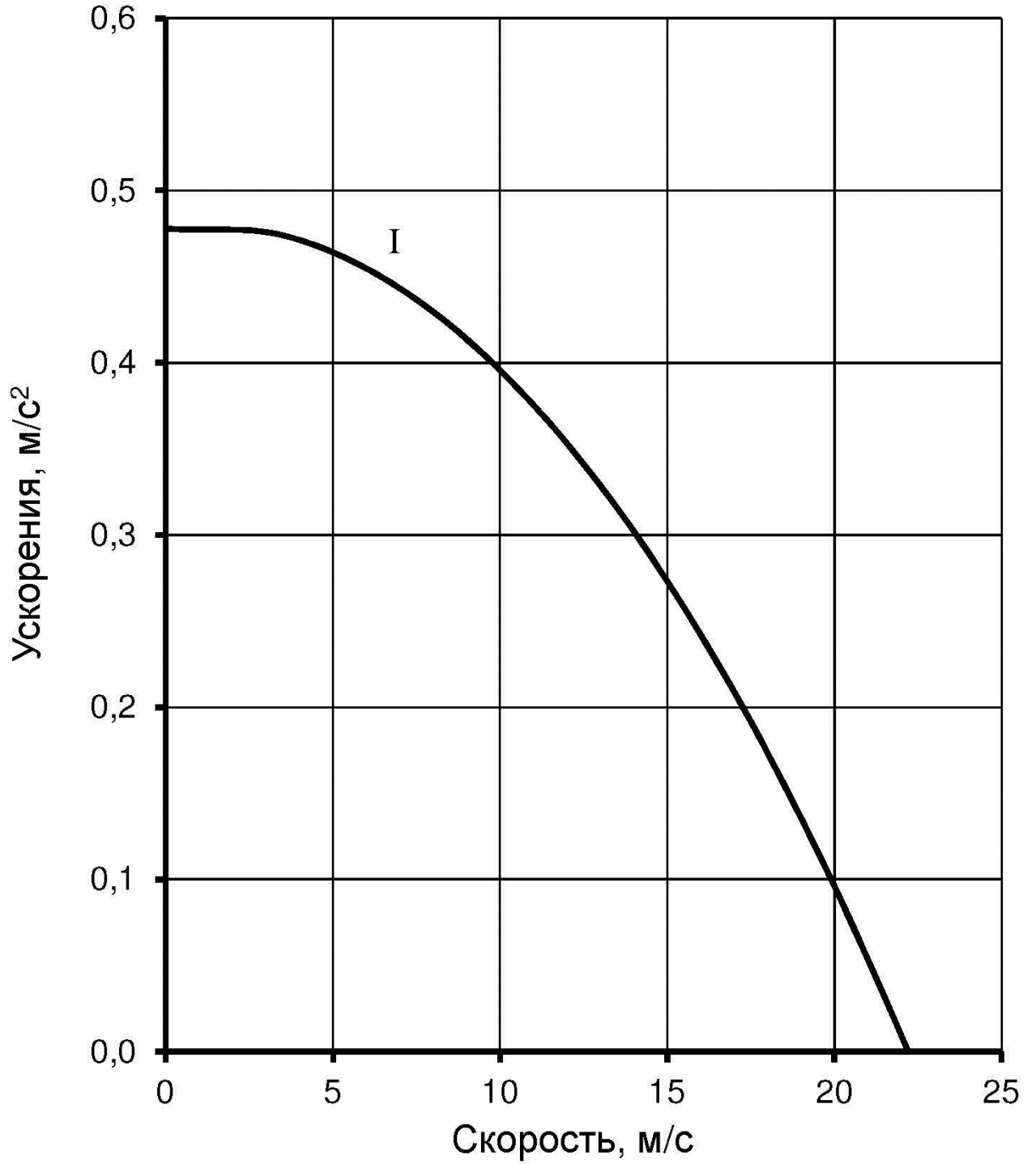


Рисунок А.5 – Ускорение на передачах

### Время разгона

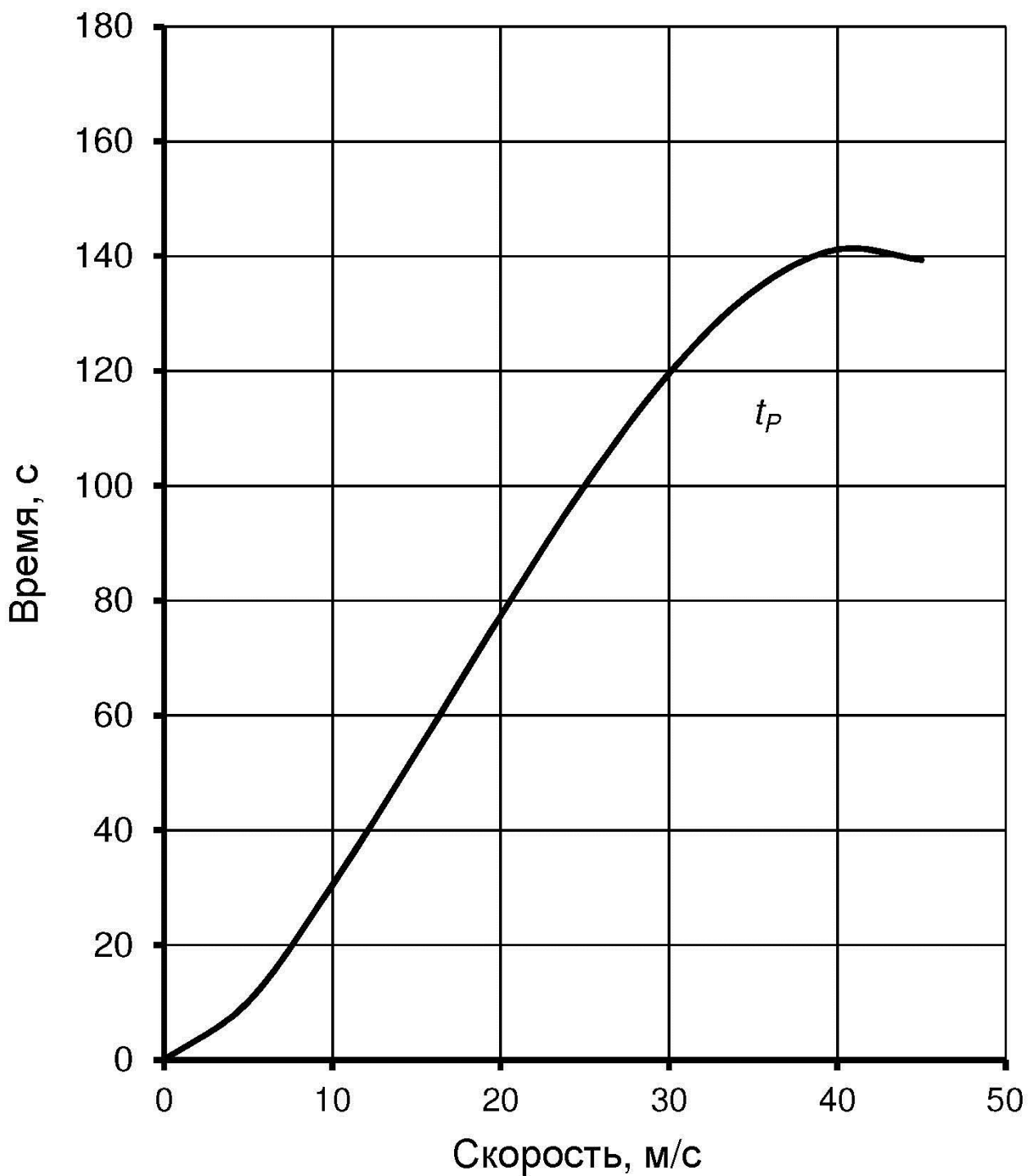


Рисунок А.6 – Время разгона

### Путь разгона

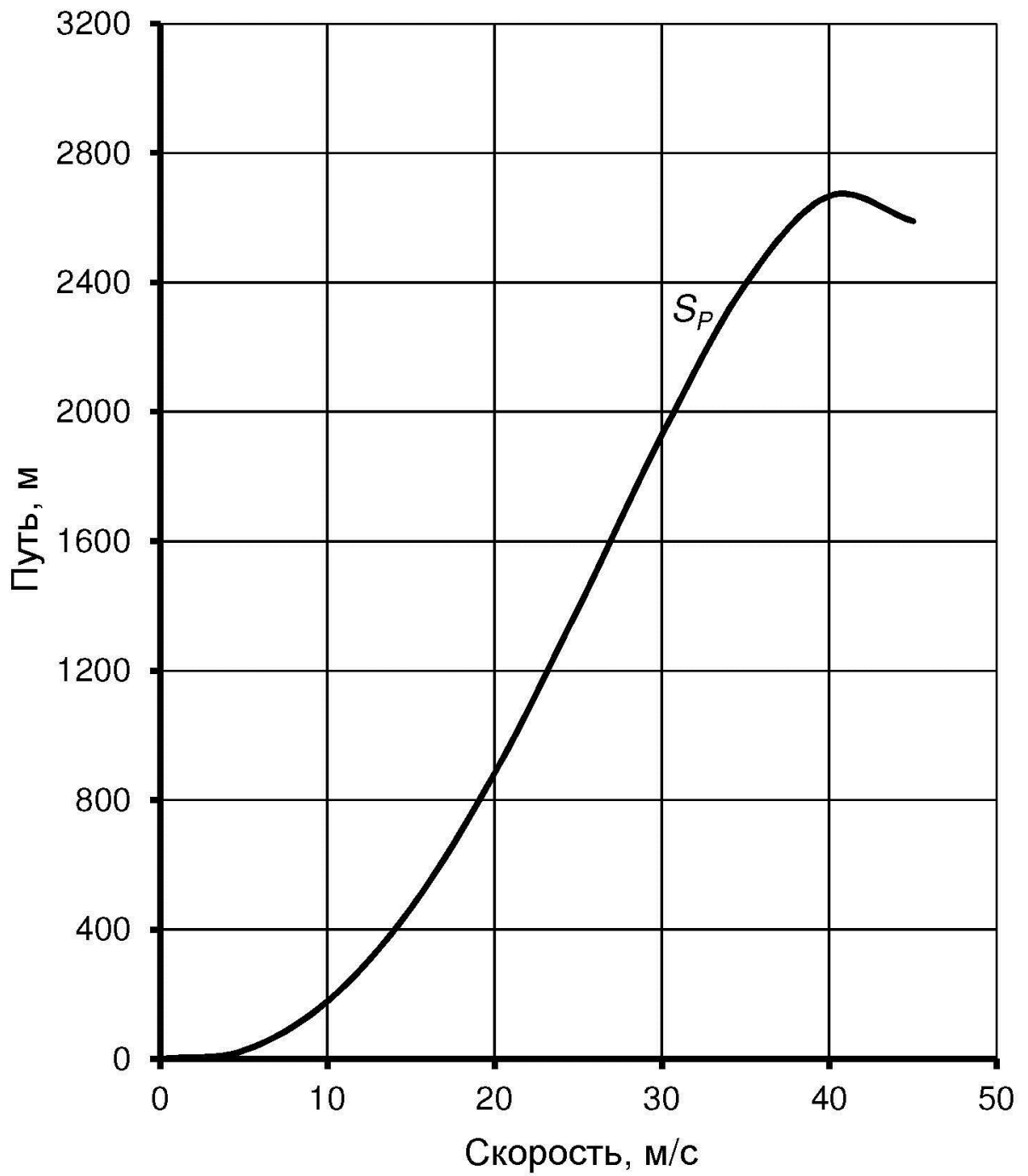


Рисунок А.7 – Путь разгона



### Путевой расход энергии

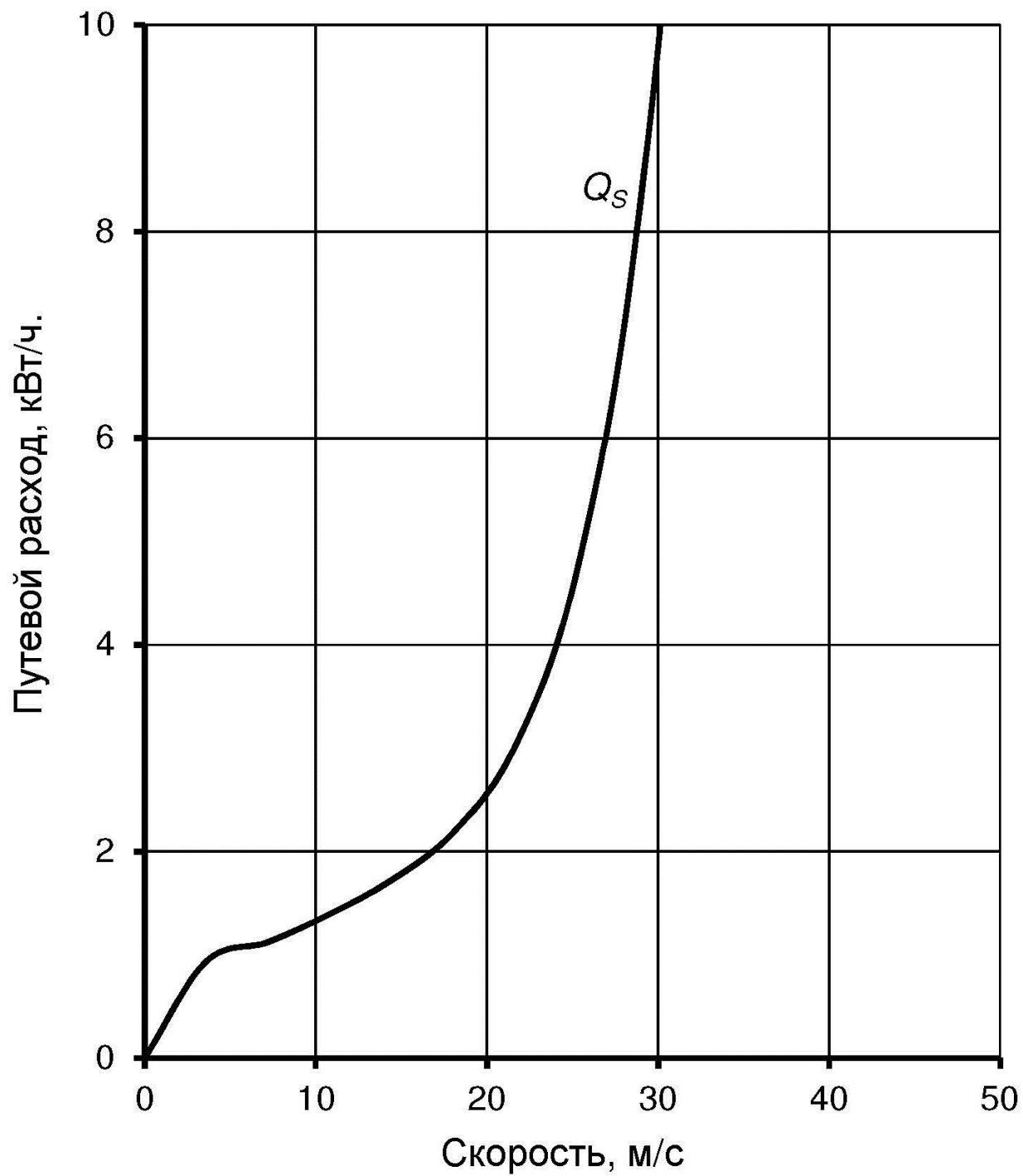


Рисунок А.8 – Путевой расход энергии