

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 Модернизация блока климат-контроля автомобиля ЛАДА

ГРАНТА

Обучающийся

Е.О. Алексакин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. пед. наук, доцент А.В. Кириллова (Егорова)

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

Темой выпускной квалификационной работы является «Модернизация блока климат-контроля автомобиля ЛАДА ГРАНТА».

Актуальность темы "Модернизация блока климат-контроля автомобиля ЛАДА ГРАНТА" обосновывается несколькими факторами. Во-первых, климат-контроль в автомобиле является важной частью обеспечения комфортного вождения. Модернизация блока климат-контроля позволит улучшить функциональность этой системы, что важно для обеспечения приятного и безопасного путешествия. Кроме того, на функционал блока завязаны множество других вспомогательных функций, таких как работа системы иммобилайзера, работа центрального замка, работа электрических стеклоподъемников и ряд других функций. Во-вторых, обновленный блок климат-контроля может помочь автомобильному производителю укрепить свои позиции на рынке, обеспечив более современный и привлекательный продукт для потребителей. ЛАДА ГРАНТА – популярная модель, и модернизация ее блока климат-контроля позволит предложить новые возможности владельцам существующих автомобилей этой серии, обновить их функционал и улучшить их привлекательность на вторичном рынке. Таким образом, модернизация блока климат-контроля автомобиля ЛАДА ГРАНТА имеет практическую значимость, способствует улучшению комфорта и функциональности транспортного средства, а также соответствует современным тенденциям в автомобильной индустрии, что подтверждает актуальность выбранной темы для дипломного проекта.

Структура дипломного проекта разделена на несколько связанных между собой разделов, а именно: введение, шесть глав, раскрывающих тему проекта, заключение и список использованных источников, включая иностранные. Инженерно-графический раздел выпускной квалификационной работы изложен на 10 листах формата А1.

Цель дипломного проекта по теме «Модернизация электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА» заключается в разработке и внедрении улучшенного электронного блока управления, который позволит повысить эффективность, безопасность, надежность и функциональность данного автомобиля, что сделает его более конкурентоспособным и современным на рынке.

Логическая структура дипломного проекта представляет совокупность ряда проведенных исследований, а именно:

- анализ конструкции блока климат-контроля (блока комфорта) и выявление его эксплуатационных недостатков;
- формирование предложений по проведению модернизации конструкции блока комфорта;
- проведение необходимых конструкторских расчетов;
- разработка необходимых технологических операций сборки модернизированного блока комфорта;
- разработка требований по безопасности организации и проведению сборочных работ;
- расчет экономического эффекта от внедрения конструкции в производство;
- формирование заключения по результатам проделанной работы.

Модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА позволит в первую очередь повысить эксплуатационную надежность. Это связано с решением электрической развязки блока управления иммобилайзером и блока управления сторонними агрегатами.

Предложенные конструкторские и технологические решения носят не только теоретические предложения, но могут быть реализованы на практике, что повысит потребительскую привлекательность автомобиля.

## **Abstract**

The topic of the final qualifying work is «Modernization of the climate control unit of the LADA GRANTA»

The relevance of the topic «Modernization of the climate control unit of the LADA GRANTA» is justified by several factors. Firstly, climate control in a car is an important part of ensuring a comfortable driving experience. Upgrading the climate control unit will improve the functionality of this system, which is important for ensuring a pleasant and safe trip. In addition, many other auxiliary functions are tied to the functionality of the unit, such as the operation of the immobilizer system, the operation of the central locking system, the operation of electric windows and a number of other functions. Secondly, an updated climate control unit can help an automaker strengthen its position in the market by providing a more modern and attractive product to consumers. LADA GRANTA is a popular model, and modernizing its climate control unit will offer new opportunities to owners of existing cars of this series, update their functionality and improve their attractiveness on the secondary market. Thus, the modernization of the climate control unit of the LADA GRANTA car has practical significance, helps to improve the comfort and functionality of the vehicle, and also corresponds to modern trends in the automotive industry, which confirms the relevance of the chosen topic for the diploma project.

The structure of the diploma project is divided into several interconnected sections, namely: introduction, seven chapters revealing the topic of the project, conclusion and list of sources used, including foreign ones. The engineering and graphic section of the final qualifying work is presented on 10 sheets of A1 format.

The goal of the diploma project on the topic «Modernization of the electronic control unit of the LADA GRANTA» is to develop and implement an improved electronic control unit, which will improve the efficiency, safety, reliability and functionality of this vehicle, which will make it more competitive and modern in the market.

The logical structure of the diploma project represents the totality of a number of studies conducted, namely:

- analysis of the design of the climate control unit (comfort unit) and identification of its operational deficiencies;
- generation of proposals for modernizing the design of the comfort unit;
- carrying out the necessary design calculations;
- development of the necessary technological operations for assembling a modernized comfort unit;
- development of requirements for the safety of the organization and assembly work;
- calculation of the economic effect from introducing the design into production;
- drawing up a conclusion based on the results of the work done.

Modernization of the comfort unit of the LADA GRANTA will, first of all, increase operational reliability. This is due to the solution of the electrical isolation of the immobilizer control unit and the control unit of third-party units.

The proposed design and technological solutions are not only theoretical proposals, but can be implemented in practice, which will increase the consumer attractiveness of the car.

## Содержание

Введение .....	8
1 Анализ конструкции электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА и выявление направления модернизации .....	11
1.1 Анализ конструкции электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	11
1.2 Направления модернизации электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	15
2 Тяговый расчёт автомобиля .....	18
2.1 Исходные данные для тягового расчета .....	18
2.2 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля .....	20
3. Модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	38
3.1 Техническое задание на модернизацию блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	38
3.2 Техническое предложение на модернизацию блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	39
3.3 Расчет прочностных характеристик корпуса и моментов затяжки крепежных винтов .....	42
4 Технологический процесс сборки и установки блока управления .....	45
4.1 Описание технологического процесса сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	45
4.2 Разработка технологического процесса сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА .....	47
5 Безопасность и экологичность участка механической сборки .....	50
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта .....	50
5.2 Идентификация профессиональных рисков .....	53
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	54
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	56

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	60
6 Экономический раздел дипломного проекта .....	62
6.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта .....	62
6.2 Расчет затрат и экономической эффективности .....	63
6.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции .....	69
Заключение .....	73
Список используемой литературы и используемых источников .....	79
Приложение А Графики тягового расчета .....	82

## Введение

Блок комфорта (контроллер электропакета) в автомобиле Лада Гранта отвечает за управление различными электрическими устройствами и функциями в автомобиле. Он является частью электронной системы управления автомобилем и обеспечивает контроль над электрическим оборудованием салона, освещением, электрорегулировкой и другими электрическими устройствами.

Некоторые основные функции и системы, которые контролирует контроллер электропакета Лада Гранта:

- управление подъемом и опусканием стекол;
- регулирование работы кондиционера, обогревателя и вентилятора в салоне автомобиля;
- управление положением зеркал заднего вида;
- управление системой доступа в автомобиль и управление замками;
- включение и регулировка света в салоне и наружного освещения;
- управление сигнализацией автомобиля и подача сигналов водителю;
- управление аудиосистемой, навигацией и другими функциями мультимедийных устройств.

Контроллер электропакета Лада Гранта играет важную роль в управлении различными электрическими устройствами автомобиля, обеспечивая удобство, комфорт и безопасность в процессе эксплуатации. Он позволяет водителям и пассажирам контролировать различные функции автомобиля с помощью электронной системы управления, делая поездки более удобными и приятными.

При этом, являясь сложным электронным компонентом легкового автомобиля, блок комфорта имеет ряд технических недостатков, которые были выявлены в процессе эксплуатации. В первую очередь это касается группировки электрических цепей, отвечающих за различные функции автомобиля. Одной из главных проблем является то, что цепь защиты



автомобиля от угона (цепь иммобилайзера) включена совместно с цепями стеклоподъемника и рядом других систем и защищена одним предохранителем. На практике это приводит к тому, что в случае выхода из строя второстепенной цепи, не влияющей на работоспособность автомобиля критически, происходит отказ и цепи иммобилайзера. А это в свою очередь приводит к невозможности пуска автомобильного двигателя и его обездвиживаю, что вынуждает транспортировать автомобиль к месту ремонта методом буксировки или при помощи автомобильного эвакуатора. Следовательно, требуется произвести модернизацию блока таким образом, чтобы исключить влияние цепей, не отвечающих за запуск двигателя автомобиля и его движение на цепи, связанные с этими функциями. В первую очередь, предполагается реализация этого путем выделения цепи иммобилайзера из цепей блока на отдельный предохранитель.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы будет являться модернизация блока управления таким образом, чтобы выделить цепь иммобилайзера в отдельный блок, не связанный со сторонними цепями и защищенную отдельным предохранителем. Подобное решение позволит значительно увеличить надежность и безотказность транспортного средства.

Контроллер электропакета автомобиля Лада Гранта имеет компактную и эргономичную конструкцию, обеспечивающую надежное и эффективное управление электрическими устройствами и системами автомобиля.

Контроллер имеет герметичный корпус, который защищает внутренние составляющие от пыли, влаги и других внешних воздействий, обеспечивая долгий срок службы устройства. Контроллер имеет выход на цепи управления узлами и системами автомобиля, которые подключаются через стандартные многопиновые разъёмы. В процессе модернизации под выделение линии будут задействованы резервные пины шины. Таким образом, модернизированный модуль будет несовместим с ранее выпущенными моделями без замены жгута проводов и блока плавких предохранителей.

Внутри контроллера находятся электронные компоненты, такие как микроконтроллеры, сенсоры, реле, а также другие устройства, необходимые для обработки информации и управления различными функциями. В зависимости от модели и конфигурации, контроллер может быть оснащен кнопками или сенсорными панелями для управления различными функциями автомобиля. Для обеспечения надлежащего теплоотвода, контроллер может иметь дополнительное ребрение корпуса для отвода избыточного тепла, что важно для предотвращения перегрева электроники. Для установки контроллера в автомобиле могут использоваться специальные монтажные крепления или крепежные элементы, обеспечивающие надежное и безопасное крепление устройства в салоне автомобиля.

Общий анализ конструкции позволяет сделать вывод о том, что контроллер электропакета в автомобиле Лада Гранта должен быть разработан с учетом требований надежности, безопасности и эффективности работы. Его компактный дизайн и интегрированные функции обеспечивают оптимальное функционирование электрических устройств, что повышает уровень надежности и удобства использования автомобиля.

Также разработана технология проведения сборочных работ модернизированного контроллера. Порядок действий при сборке представлен в соответствующем разделе дипломного проекта и на отдельном листе графической части.

Таким образом, модернизация конструкции блока комфорта (контроллера электропакета) автомобиля Лада Гранта является актуальной задачей, которая позволяет повысить качество и безотказность работы транспортного средства.

# **1 Анализ конструкции электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА и выявление направления модернизации**

## **1.1 Анализ конструкции электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

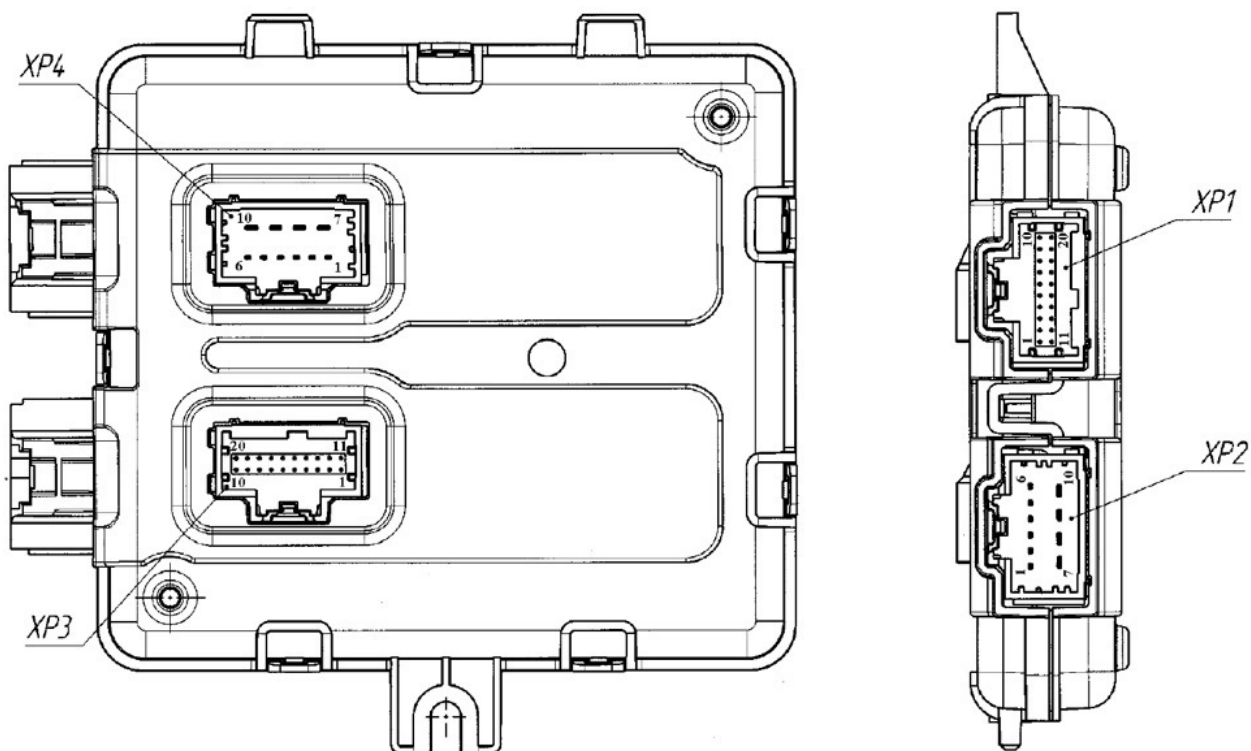
Контроллер электропакета Лада Гранта играет важную роль в управлении различными электрическими устройствами автомобиля, обеспечивая удобство, комфорт и безопасность в процессе эксплуатации. Он позволяет водителям и пассажирам контролировать различные функции автомобиля с помощью электронной системы управления, делая поездки более удобными и приятными.

Контроллер электропакета является частью электронной системы управления автомобилем и обеспечивает контроль над электрическим оборудованием салона, освещением, электрорегулировкой и другими электрическими устройствами.

Контроллер электропакета автомобиля Лада Гранта выполняет несколько функций по управлению системами автомобиля:

- управление подъемом и опусканием стекол;
- регулирование работы кондиционера, обогревателя и вентилятора в салоне автомобиля;
- управление положением зеркал заднего вида;
- управление системой доступа в автомобиль и управление замками;
- включение и регулировка света в салоне и наружного освещения;
- управление сигнализацией автомобиля и подача сигналов водителю;
- управление аудиосистемой, навигацией и другими функциями мультимедийных устройств.

Внешний вид контроллера электропакета автомобиля лада Гранта представлен на рисунке 1.



XP1, XP2, XP3, XP4 – контакты-разъёмы шин управления цепями

Рисунок 1 – Контроллер электропакета (блок комфорта) Лада Гранта

Контроллер имеет герметичный корпус, который защищает внутренние составляющие от пыли, влаги и других внешних воздействий, обеспечивая долгий срок службы устройства. Контроллер имеет выход на цепи управления узлами и системами автомобиля, которые подключаются через стандартные многопиновые разъёмы.

Каждый разъем имеет свои цепи, которыми производится управление. Как правило, отдельные пины разъёма отвечают за собственные цепи. В то же время, можно отметить, что отдельные цепи выведены на несколько пинов разъёма. Схема выведения цепей по различным пинам разъёмов приводится на рисунке 2.

## Жгут панели

## Жгут задний

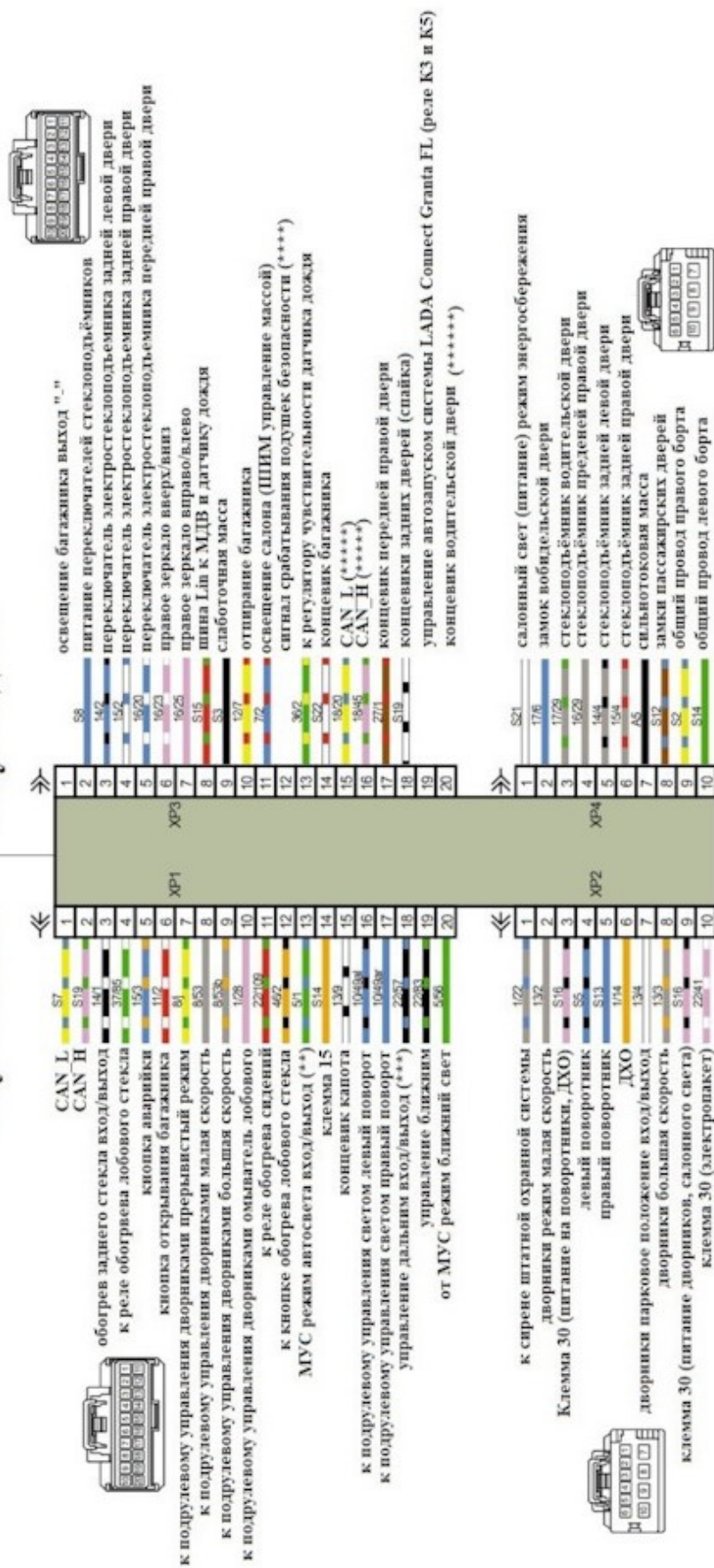


Рисунок 2 – Раскладка по разъёмам блока контроллера

Внутри блока находятся управляющие реле, отвечающие за включение соответствующих цепей и управляющиеся при помощи микропроцессора, получающего соответствующие сигналы через шину обмена данными CAN. Вид платы и устройство представлено на рисунке 3.

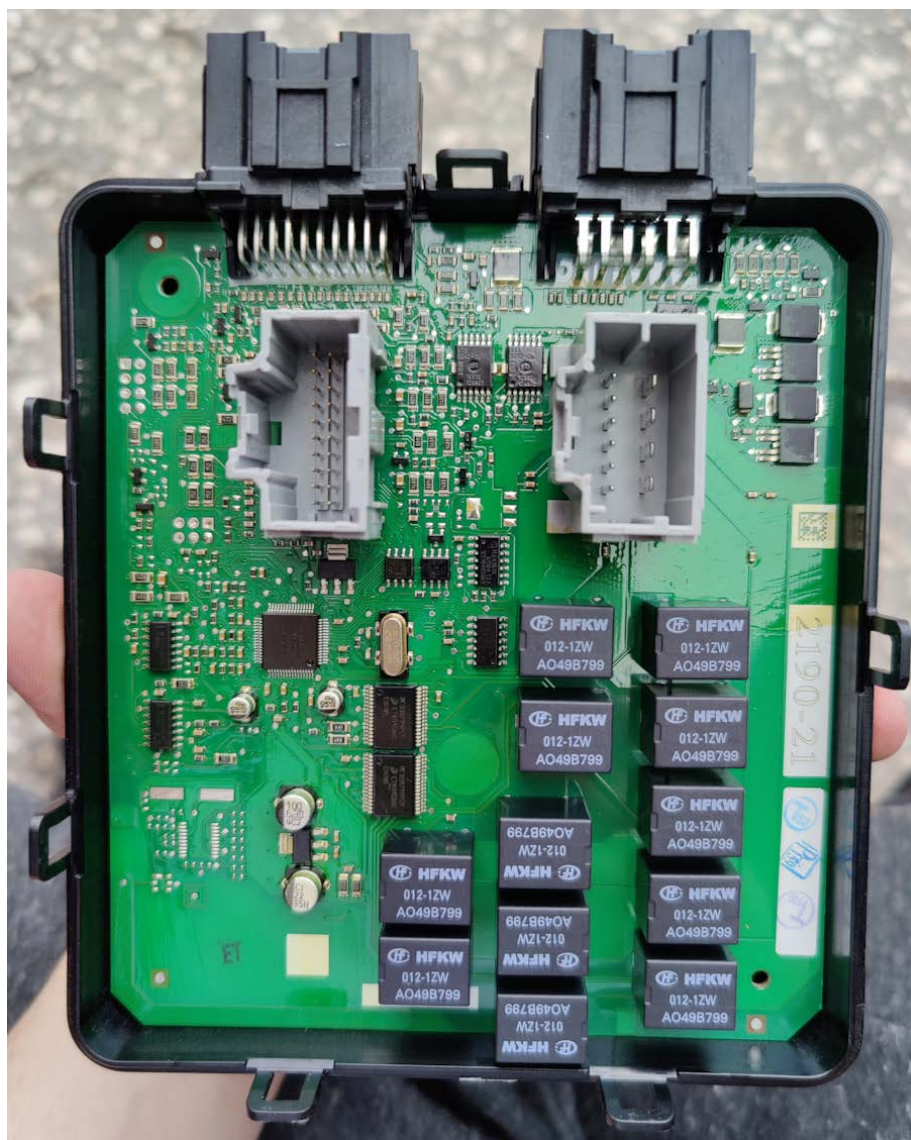


Рисунок 3 – Плата контроллера электропакета (блока комфорта)

Таким образом, проведенный анализ конструкции блока выявил ряд конструкторских особенностей для блока контроллера электропакета, а именно:

- обмен данными производится посредством CAN-шины, в системе

присутствуют сигналы высокого (CAN-H) и низкого (CAN-L) уровней;

- обработка сигналов происходит посредством микропроцессорных устройств, смонтированных на интегральной плате;

- за непосредственное включение той или иной цепи отвечают соответствующие реле, также присутствующие на плате;

- отдельные разъёмы блока управления позволяют разделить различные цепи и сделать систему управления автомобилем более гибкой и универсальной;

- защита цепей блока производится отдельными плавкими предохранителями, размещенными в отдельном блоке;

- корпус выполнен герметичным, исключая попадание пыли и влаги, что может спровоцировать замыкание дорожек;

- корпус блока крепится винтом, что позволяет снизить вероятность обрыва электрических цепей;

- корпус может быть изготовлен как из пластика, так и из металла, при этом металлический корпус менее подвержен короблению и лучше отводит тепло, но более дорог в производстве.

## **1.2 Направления модернизации электронного блока управления автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

Исходя из проведенного анализа конструкции и собранного опыта эксплуатации блоков управления (блоков комфорта), включая отказы, характерные для этих блоков. Модернизация электронного блока управления автомобиля Лада Гранта может быть направлена на повышение эффективности, безопасности, надежности и комфортности автомобиля.

Улучшение систем безопасности, таких как система контроля устойчивости (ESC), сигнализация о выходе из полосы движения, дополнительные датчики безопасности (например, датчики усталости водителя) для повышения общей безопасности автомобиля.

Еще одним направлением модернизации будет являться внедрение более точных алгоритмов управления двигателем для повышения эффективности топливопотребления, снижения выбросов и улучшения динамических характеристик автомобиля.

Также перспективным видится внедрение возможности связи автомобиля с внешними устройствами (например, смартфонами) для управления различными функциями автомобиля удаленно, обновления ПО и получения данных о состоянии автомобиля.

Современные системы управления комфортом транспортного средства подразумевают внедрение более совершенных систем климат-контроля с возможностью индивидуальной настройки температуры для водителя и пассажиров. Это потребует не только внесения изменений в конструкцию блока управления, но и разработки новых, более совершенных агрегатов климатического контроля.

Также стоит отметить, что важным аспектом будет являться внедрение более продвинутых систем мониторинга состояния автомобиля, с возможностью предсказания неисправностей и предупреждения владельца о необходимости технического обслуживания. Разработка более удобного и интуитивно понятного интерфейса управления автомобилем для упрощения взаимодействия водителя с системами автомобиля.

Каждое из этих направлений модернизации может значительно улучшить функциональность и характеристики автомобиля Лада Гранта, делая его более современным и конкурентоспособным на рынке.

Однако, необходимо отметить, что в рамках дипломного проекта есть задание на модернизацию, которая предполагает внесение изменений в конструкцию блока управления с целью повышения его надежности. Одной из главных проблем является то, что цепь защиты автомобиля от угона (цепь иммобилайзера) включена совместно с цепями стеклоподъемника и рядом других систем и защищена одним предохранителем. На практике это приводит к тому, что в случае выхода из строя второстепенной цепи, не влияющей на



работоспособность автомобиля критически, происходит отказ и цепи иммобилайзера. А это в свою очередь приводит к невозможности пуска автомобильного двигателя и его обездвиживаю, что вынуждает транспортировать автомобиль к месту ремонта методом буксировки или при помощи автомобильного эвакуатора. Следовательно, требуется произвести модернизацию блока таким образом, чтобы исключить влияние цепей, не отвечающих за запуск двигателя автомобиля и его движение на цепи, связанные с этими функциями. В первую очередь, предполагается реализация этого путем выделения цепи иммобилайзера из цепей блока на отдельный предохранитель.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы будет являться модернизация блока управления таким образом, чтобы выделить цепь иммобилайзера в отдельный блок, не связанный со сторонними цепями и защищенную отдельным предохранителем. Подобное решение позволит значительно увеличить надежность и безотказность транспортного средства.

По результатам выполнения первого раздела дипломной работы можно сделать следующие выводы. В результате выполнения анализа конструкции блока управления определена конструкция корпуса, выявлены особенности электронной компонентной базы, изучена принципиальная схема управления цепями. Определена архитектура и проанализированы возможные направления модернизации блока управления. Также определены наиболее перспективные пути модернизации конструкции блока, как связанные с расширением функционала, так и с повышением надежности электронной компонентной базы. В дальнейшем, в рамках дипломной работы нами рассматривается модернизация блока управления, направленная на повышение уровня безотказности автомобиля при выходе из строя цепей, не связанных непосредственно с работоспособностью автомобиля.

## **2 Тяговый расчёт автомобиля**

### **2.1 Исходные данные для тягового расчета**

«Тяговый расчет транспортного средства выполняется для уточнения мощностных параметров транспортного средства. Также тяговый расчёт выполняется для выбора необходимых параметров для расчёта работы проектируемого стенда, чтобы уточнить мощностные характеристики тормоза системы нагружения.

Исходные данные для производимого в разделе расчета представим ниже. В качестве исходных данных приняты параметры базового автомобиля, взятого в качестве базы для проектирования стенда, принимаем автомобиль Лада Гранта (ВАЗ-2190).» [3], [16]

«Автомобиль ВАЗ-2190 особо малого класса (класс В по международной классификации) является развитием семейства автомобиля Лада Калина. Его производство на заводе в Тольятти началось в декабре 2011 года. На автомобиль Лада Гранта ВАЗ-2190 устанавливаются 8-клапанные двигатели ВАЗ-11183 (80 л.с.), ВАЗ-21116 (87 л.с.), ВАЗ-11186 (87 л.с.) и 16-клапанный двигатель ВАЗ-21126 (98 л.с). Все двигатели рабочим объемом 1,6 л расположены поперек моторного отсека, оснащены системой распределенного впрыска топлива и каталитическим нейтрализатором отработавших газов, конструктивно выполненным в едином блоке с выпускным коллектором.» [1]

«Кузов Лада Гранта ВАЗ-2190 – типа седан, несущий, цельнометаллический, сварной конструкции с навесными боковыми дверьми, передними крыльями, капотом и крышкой багажника.

Трансмиссия на автомобиле Лада Гранта ВАЗ-2190 выполнена по переднеприводной схеме с приводами ведущих колес разной длины. Передняя подвеска независимая, пружинная, со стабилизатором поперечной устойчивости, с гидравлическими амортизаторными стойками.» [2], [17]

«Задняя подвеска полузависимая, с Н-образной поперечной балкой, с несъемным стабилизатором поперечной устойчивости, с гидравлическими амортизаторными стойками. Тормозные механизмы передних колес дисковые, с плавающей скобой, тормозные механизмы задних колес барабанные. В варианном исполнении автомобиля Лада Гранта ВАЗ-2190 могут быть оснащены антиблокировочной системой тормозов (ABS).» [1], [18]

Внешний вид автомобиля ВАЗ-2190 представлен на рисунке 4.

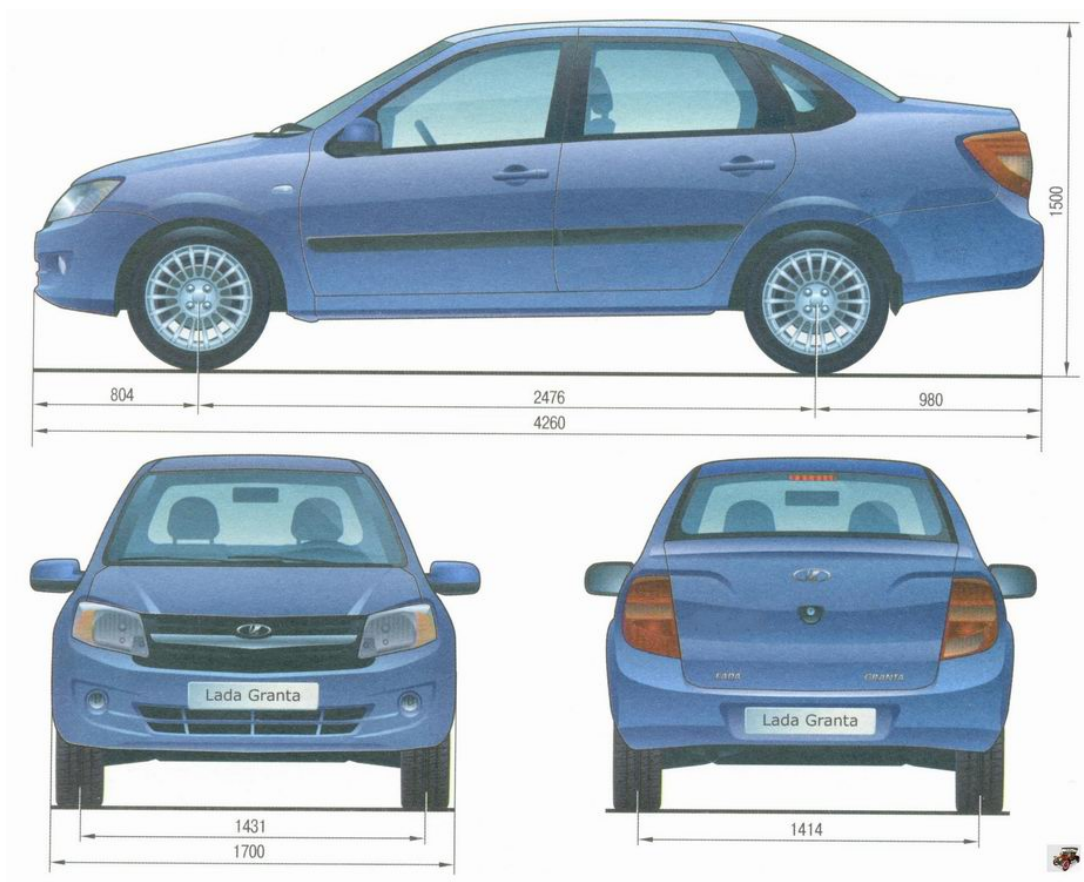


Рисунок 4 – Внешний вид и габаритные размеры автомобиля Лада Гранта ВАЗ-2190

Исходя из известных технических характеристик автомобиля, произведем тяговый расчет по общей методике расчетов транспортных средств.

## 2.2 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля

Полная масса автомобиля определяется следующим образом:

$$m_a = m_o + (m_{ч} + m_{б}) \cdot n_{п}, \quad (1)$$

«Где  $m_o$  – масса снаряженного автомобиля:  $m_o = 1075$  кг;

$m_{ч}$  – масса водителя или пассажира: принимаем  $m_{ч} = 76$  кг;

$m_{б}$  – масса багажа из расчета на одного пассажира:  $m_{б} = 21$  кг;

$n_{п}$  – количество пассажиров, включая водителя:  $n_{п} = 5$  человек.» [2], [19]

$$m_a = 1075 + (76 + 21) \cdot 5 = 1560 \text{ кг}$$

«При распределении нагрузки по осям легкового автомобиля с передним расположением двигателя и передним ведущим мостом на задний мост приходится 43...47% полной массы автомобиля.

Принимаем что на менее нагруженный задний мост приходится 45% полной массы. Тогда на передний мост приходится 55% полной массы.

Определим полный вес автомобиля:» [2], [21]

$$G_a = m_a \cdot g \quad (2)$$

$$G_a = 1560 \cdot 9,81 = 15304 \text{ Н}$$

Определим вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля:

$$G_1 = \frac{m_a \cdot 55 \cdot g}{100} = \frac{1560 \cdot 55 \cdot 9,81}{100} = 8417 \text{ Н} \quad (3)$$

Определим вес, приходящийся на заднюю ось автомобиля:

$$G_2 = \frac{m_a * 45 * g}{100} = \frac{1560 * 55 * 9,81}{100} = 6887H \quad (4)$$

«При выборе шин исходным параметром является нагрузка на наиболее нагруженных колесах. Наиболее нагруженными являются шины переднего моста. Определяем нагрузку на одну шину:» [2]

$$F_1 = \frac{G_1}{n} = \frac{8417}{2} = 4208,5H \quad (5)$$

$$F_2 = \frac{G_2}{n} = \frac{6887}{2} = 3443,5H \quad (6)$$

где  $n$  – число шин одного моста,  $n = 2$ .

«Из ГОСТ 4754 – 97 «Шины пневматические для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости» принимаем шину 165/80R14.

Определяем посадочный диаметр обода  $d$ , наружный диаметр  $D_n$  и статический радиус колеса  $r_{ст}$ :» [3], [22]

$$d = 14 \cdot 0,0254 = 0,3556 \text{ м};$$

$$D_n = d + \frac{2 * k_{ш} * B}{10^3} = 0,3556 + \frac{2 * 0,8 * 1,85}{10^3} = 0,35856 \quad (7)$$

«где  $k_{ш}$  – Н/В (Н и В – высота и ширина профиля): для шины 165/80R14  $k_{ш} = 0,8$ ;

$$B = 165 \text{ мм};$$

$$r_{ст} = \frac{d}{2} + \frac{k_{ш} * \lambda * B}{10^3} = \frac{0,3556}{2} + \frac{0,8 * 0,95 * 165}{10^3} = 0,3036 \quad (8)$$

где  $\lambda_{cm}$  – коэффициент, учитывающий смятие шины под нагрузкой: для радиальных шин легковых автомобилей, принимаем  $\lambda_{cm} = 0,95$ ;» [4]

Определяем радиус качения колеса:

$$r_k = \frac{\frac{D_n}{2} + r_{cm}}{2} = \frac{\frac{0,6196}{2} + 0,3036}{2} = 0,3065 \quad (9)$$

«Определяем силу лобового сопротивления воздуха, которая напрямую зависит от лобовой площади автомобиля:

$$F_{Bmax} = \frac{k_B * A_B * V_{max}^2}{3.6^2} = \frac{0,36 * 2,08022 * 167^2}{3.6^2} = 1,611,53H \quad (10)$$

где  $A_B$  – площадь лобового сопротивления;

$k_B$  – коэффициент воздушного сопротивления: принимаем  $k_B = 0.36$ ;

$$A_B = C \cdot [(H_{\Gamma} - h) \cdot V_{\Gamma}] + n \cdot h \cdot B = 0.89 \cdot [(1,500 - 0,160) \cdot 1,700] + 2 \cdot 0,160 \cdot 0,165 = 2,08022 \quad (11)$$

где  $C$  – коэффициент формы, равный для легковых автомобилей  $C = 0.89$ ;

$H_{\Gamma}$  и  $V_{\Gamma}$  – соответственно габаритные высота и ширина транспортного средства:  $H_{\Gamma} = 1,500$  м,

$V_{\Gamma} = 0.160$  м;

$h$  – расстояние от бампера до поверхности дороги: принимаем  $h = 0,160$  м;

$B$  – ширина профиля шины:  $B = 1,700$  м;

$n$  – максимальное число колес одного моста автомобиля: при однокатных задних колесах  $n = 2$ .» [1]

Максимальная стендовая мощность двигателя

$$P_{\text{вmax ст}} = \frac{P_{\text{в max}}}{k_{\text{ст}}} = \frac{64}{0,95} = 67,37 \text{ кВт} \quad (12)$$

Определим максимальную мощность двигателя:

$$P_{\text{в max}} = P_{\text{е max}}^{cm} * k_{cm} = 64 \text{ кВт} \quad (13)$$

«где –  $k_{\text{ст}}$  поправочный коэффициент, равный 0,93-0,96: принимаем  $k_{\text{ст}} = 0,95$ ;

Мощность при максимальной скорости определяется на основании формулы:» [4], [24]

$$P_{\text{вVmax}} = P_{\text{вmax}} \cdot \left[ a * \left( \frac{n_{\text{еVmax}}}{n_p} \right) + b * \left( \frac{n_{\text{еVmax}}}{n_p} \right)^2 + c * \left( \frac{n_{\text{еVmax}}}{n_p} \right)^3 \right] = \quad (14)$$

$$= 64 * \left[ 0,7 * \left( \frac{4833,042}{5100} \right) + 1,6 * \left( \frac{4833,042}{5100} \right)^2 + (-1,3) * \left( \frac{4833,042}{5100} \right)^3 \right] = 63,61 \text{ кВт}$$

«где  $n_{\text{еVmax}}$  – обороты коленчатого вала двигателя при максимальной скорости (в данном автомобиле максимальная скорость на высшей передаче достигается при оборотах меньших чем максимальные);

$n_p$  – обороты коленчатого вала двигателя при максимальной мощности:

$n_p = 5100$  об/мин;

$a, b, c$  – эмпирические коэффициенты.» [2], [25]

Для карбюраторного двигателя легкового автомобиля коэффициенты находим по формулам:

$$a = \frac{k_{\omega} * (k_M * k_{\omega} - 3) + 2}{(k_{\omega} - 1)^2} = \frac{1,34 * (1,17 * 1,34 - 3) + 2}{(1,34 - 1)^2} = 0,7 \quad (15)$$

$$b = \frac{k_{\omega}^2 * (3 - 2 * k_M) - 1}{(k_{\omega} - 1)^2} = \frac{1,34^2 * (3 - 2 * 1,17) - 1}{(1,34 - 1)^2} = 1,6 \quad (16)$$

$$c = \frac{k_{\omega}^2 * (k_M - 2) + k_{\omega}}{(k_{\omega} - 1)^2} = \frac{1,34^2 * (1,17 - 2) + 1,34}{(1,34 - 1)^2} = -1,3 \quad (17)$$

где  $k_M$  – коэффициент приспособляемости по крутящему моменту;

$k_{\omega}$  – коэффициент приспособляемости по частоте вращения.

«Коэффициенты приспособляемости рассчитываем по стендовым параметрам двигателя:

$$K_M = \frac{I_{e \max}}{M_p^{cm}} = \frac{147,37}{126,21} = 1,17 \quad (18)$$

где  $I_{e \max}$  – стендовый максимальный крутящий момент:  $I_{e \max} = 147,37$  Н·м;

$M_p^{cm}$  – стендовый крутящий момент при максимальной мощности:

$$M_p^{cm} = \frac{30 * 10^3}{\pi * n_p} * P_{e \max}^{cm} = \frac{30 * 10^3}{3,14 * 5100} * 67,37 = 126,21 \text{ кВт} \quad (19)$$

$$k_{\omega} = \frac{n_p}{n_i} = \frac{5100}{3800} = 1,34 \quad (20)$$

где  $n_p$  – обороты коленчатого вала при максимальной мощности:  $n_p = 5100$  об/мин;

$n_i$  – обороты коленчатого вала при максимальном крутящем моменте:  $n_i = 3800$  об/мин.» [1]

Проверяем условие:

$$a + 2 \cdot b + 3 \cdot c = 0 \quad (21)$$



$$0.7+2\cdot 1.6+3\cdot(-1.3)=0$$

Условие выполняется:

Определим обороты коленчатого вала при максимальной скорости:

$$n_{eV_{\max}} = \frac{30 * U_o * U_{EI} * V_{\max}}{3.6 * \pi * r_k} = \frac{30 * 3,9 * 0,857 * 167}{3.6 * 3,14 * 0,365} = 4833,042 \quad (22)$$

«Мощность двигателя при максимальной скорости должна обеспечивать возможность движения при дорожном сопротивлении, которое для легковых автомобилей находится в пределах ( $\psi_V = 0,015-0,025$ ).

Определим дорожное сопротивление, которое может преодолеть данная модель автомобиля при максимальной скорости:» [2]

$$\Psi_V = \frac{\frac{3.6 * \eta_{mp} * P_{BV_{\max}} * 10^3}{V_{\max}} - F_{B_{\max}}}{G_a} = \frac{\frac{3.6 * 0,93 * 63,61 * 10^3}{167} - 1611,53}{15304} = 0,022 \quad (23)$$

«где  $\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии; при работе трансмиссии с полной нагрузкой, т. е. при работе двигателя по внешней скоростной характеристике имеем:» [1]

$$\eta_{тр} = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 = 0,93 \quad (24)$$

«где  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$  соответственно КПД цилиндрических шестерен наружного зацепления, внутреннего зацепления, конических шестерен и карданных сочленений, передающих крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам на  $i$ -ой передаче в КП;

$z_1, z_2 = 0; z_3 = 0; z_4 = 4$ . – соответственно число пар цилиндрических шестерен наружного зацепления, внутреннего зацепления, конических шестерен и число карданных сочленений, передающих крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам на  $i$ -ой передаче в КП.» [4]

В расчетах принимаем:

$$\eta_1 = 0.982; \eta_2 = 0.99; \eta_3 = 0.97; \eta_4 = 0.99;$$
$$z_1 = 2; z_2 = 0; z_3 = 0; z_4 = 4.$$

«Дорожное сопротивление, преодолеваемое автомобилем при движении с максимальной скоростью  $\psi_v=0,022$ .

Передаточное число главной передачи определяется исходя из условия обеспечения максимальной скорости движения автомобиля.

Определяем: какую максимальную скорость позволяет получить передаточное число главной передачи для заданной модели автомобиля:» [2]

$$V_{\max} = \frac{3,6 * \pi * n_{v_{\max}} * r_k}{30 * U_o * U_{ВП}^A} = \frac{3,6 * 3,14 * 4833,042 * 0,3065}{30 * 3,9 * 0,857} = 167 \quad (25)$$

где  $U_{ВП}^A$  – передаточное число высшей передачи в КП:

$U_o$  – передаточное число главной передачи:  $U_o = 3,9$

«Передаточное число главной передачи подобрано таким образом, чтобы получить максимальную скорость при оборотах коленчатого вала меньше максимальных, при этом обеспечивается лучшая топливная экономичность автомобиля. Передаточное число главной передачи при максимальных оборотах двигателя обеспечивает максимальную скорость  $V_{\max} = 167 \text{ км/ч}$

Передаточное число первой передачи рассчитывается, исходя из того, чтобы автомобиль мог преодолеть максимальное сопротивление дороги, характеризуемое коэффициентом  $\psi_{\max}$ , не буксовал при трогании с места, и мог двигаться с устойчивой минимальной скоростью.

Для заданной модели автомобиля  $U_1 = 2,75$

Максимальное сопротивление дороги для легковых автомобилей должно находиться в пределах  $\psi_{\max} = 0,30 \dots 0,50$

Определим максимальное сопротивление дороги, которое может преодолеть заданная модель автомобиля, при трогании с места:» [4]

$$\Psi_{\max} = \frac{M_{\max}^{cm} * k_n * U_o * U_1 * \eta_{mp}}{r_k * G_a} = \frac{147,37 * 0,95 * 3,9 * 2,75 * 0,93}{0,3065 * 15304} = 0,30 \quad (26)$$

«Максимальное дорожное сопротивление, которое может преодолеть автомобиль при трогании с места  $\Psi_{\max}=0.30$

Определим минимальный коэффициент сцепления, при котором данный автомобиль может тронуться с места без пробуксовки ведущих колес:» [2]

$$\varphi_{\min} = \frac{M_{\epsilon \max} * k_n * U_o * U_1 * \eta_o}{r_k * G_1 * k_{r1}} = \frac{140 * 0,95 * 3,9 * 2,75 * 0,93}{0,3065 * 8417 * 0,9} = 0,571 \quad (27)$$

«где  $k_{r1}$  – коэффициент перераспределения нормальных реакций, для переднеприводного автомобиля принимаем  $k_{r1}=0,9$ » [3]

«Минимальный коэффициент сцепления составил  $\varphi_{\min}=0,571$

Определим минимальную устойчивую скорость движения автомобиля:

$$V_{\min} = \frac{3.6 * \pi * n_{\min} * r_k}{30 * U_o * U_I} = \frac{3.6 * 3,14 * 600 * 0,9065}{30 * 3,5 * 2,75} = 6,5 \text{ км/ч} \quad (28)$$

где  $n_{\min}$  – минимальные устойчивые обороты двигателя при полностью открытой дроссельной заслонке под нагрузкой, принимаем для бензинового двигателя  $n_{\min}=600$  об/мин.» [1]

«Передаточные числа промежуточных передач выбираются из условия обеспечения максимальной интенсивности разгона автомобиля, а также длительного движения при повышенном сопротивлении дороги.» [3]

$$U_m = U_I^{\frac{n-m}{n-1}} * U_n^{\frac{m-1}{n-1}} \quad (29)$$

$$U_2 = 2.75^{\frac{3-2}{3-1}} * 1.313^{\frac{2-1}{3-1}} = 1,9$$

Рассчитанные и фактические значения передаточных чисел коробки передач приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Передаточные числа коробки передач

№ передачи	Обозначение	Фактическое значение	Рассчитанное значение
1	U <sub>1</sub>	2.75	2.75
2	U <sub>2</sub>	1.784	1.9
3	U <sub>3</sub>	1.313	1.440
4	U <sub>4</sub>	1.043	1.148
5	U <sub>5</sub>	0.857	0.857

«Как видно из таблицы 1 фактические значения передаточных чисел промежуточных передач меньше рассчитанных значений. Таким образом, коробка передач заданного автомобиля не обеспечивает максимальной интенсивности разгона автомобиля. Поскольку фактические значения передаточных чисел промежуточных передач незначительно отличаются от рассчитанных значений можно сделать вывод, что данная коробка передач обеспечивает уместную интенсивность разгона автомобиля, при улучшенных показателях топливной экономичности.

Скоростная характеристика двигателя, полученная при полной подаче топлива, называется внешней скоростной характеристикой.

Значения мощности при различной частоте вращения коленчатого вала определяем по формуле:» [1]

$$P_{Bv} = P_{B \max} \cdot \left[ a * \left( \frac{n_p}{n_{\epsilon V \max}} \right) + b * \left( \frac{n_p}{n_{\epsilon V \max}} \right)^2 + c * \left( \frac{n_p}{n_{\epsilon V \max}} \right)^3 \right] \quad (30)$$

$$P_{BV} = P_{B \max} \cdot \left[ 0.7 * \left( \frac{600}{4833} \right) + 1.6 * \left( \frac{600}{4833} \right)^2 + (-1.3) * \left( \frac{600}{4833} \right)^3 \right] = 7.3$$

Значение крутящего момента при различных оборотах рассчитываем по формуле:

$$M_B = \frac{30 * 10^3}{\pi * n_g} * P_g \quad (31)$$

$$M_B = \frac{30 * 10^3}{3.14 * 600} * 7.3 = 116.24$$

Для нахождения стендовых характеристик двигателя полученные значения мощностей и моментов, разделим на коэффициент стенда:

$$P^{cm}_B = P_B / k_{CT} = P^{cm}_B = 7.3 / 0.95 \quad (32)$$

Далее расчеты производим аналогично

$$M^{cm}_B = M_B / k_{CT} = M^{cm}_B = 116.24 / 0.95 \quad (33)$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2

Таблица 2 – Результаты расчетов внешней скоростной характеристики

n, об/мин	$P_{BV}$ , кВт	$P^{cm}_B$ , кВт	$M_B$ , Н·м	$M^{cm}_B$ , Н·м
600	7.3	7.68	116.24	122.36
800	9.9	10.42	118.23	124.45
1000	12.9	13.57	123.25	129.79
1200	16.2	17.05	128.98	135.77
1400	19.5	20.52	133.08	140.08

Продолжение таблицы 2

п, об/мин	$P_{вV}$ , кВт	$P_{в}^{cm}$ , кВт	$M_{в}$ , Н·м	$M_{в}^{cm}$ , Н·м
1600	23	24.21	137.34	144.57
1800	26.5	27.89	140.66	148.06
2000	30.1	31.68	143.79	151.36
2200	33.8	35.58	146.79	154.56
2400	37.4	39.37	148.89	156.73
2600	40.8	42.95	149.93	157.82
2800	44.1	46.42	150.48	158.4
3000	47.4	49.89	150.96	158.91
3200	50.4	53.05	150.48	158.4
3400	53.2	56	149.49	157.36
3600	55.8	58.74	148.09	155.88
3800	58	61.1	145.83	153.51
4000	60	63.16	143.31	150.85
4200	61.6	64.84	140.13	147.51
4400	62.9	66.21	136.58	143.77
4600	63.6	66.95	132.09	139.04
4800	64	67.37	127.39	134.09
5000	63.8	67.16	121.91	128.33
5200	63.1	66.42	115.94	122.04
5400	61.8	65.1	109.34	115.09
5600	59.9	63.1	102.19	107.57
5800	57.5	60.53	94.72	99.71
6000	54.3	57.16	86.46	91.01

По рассчитанным значениям строим внешнюю скоростную характеристику (рисунок 5).

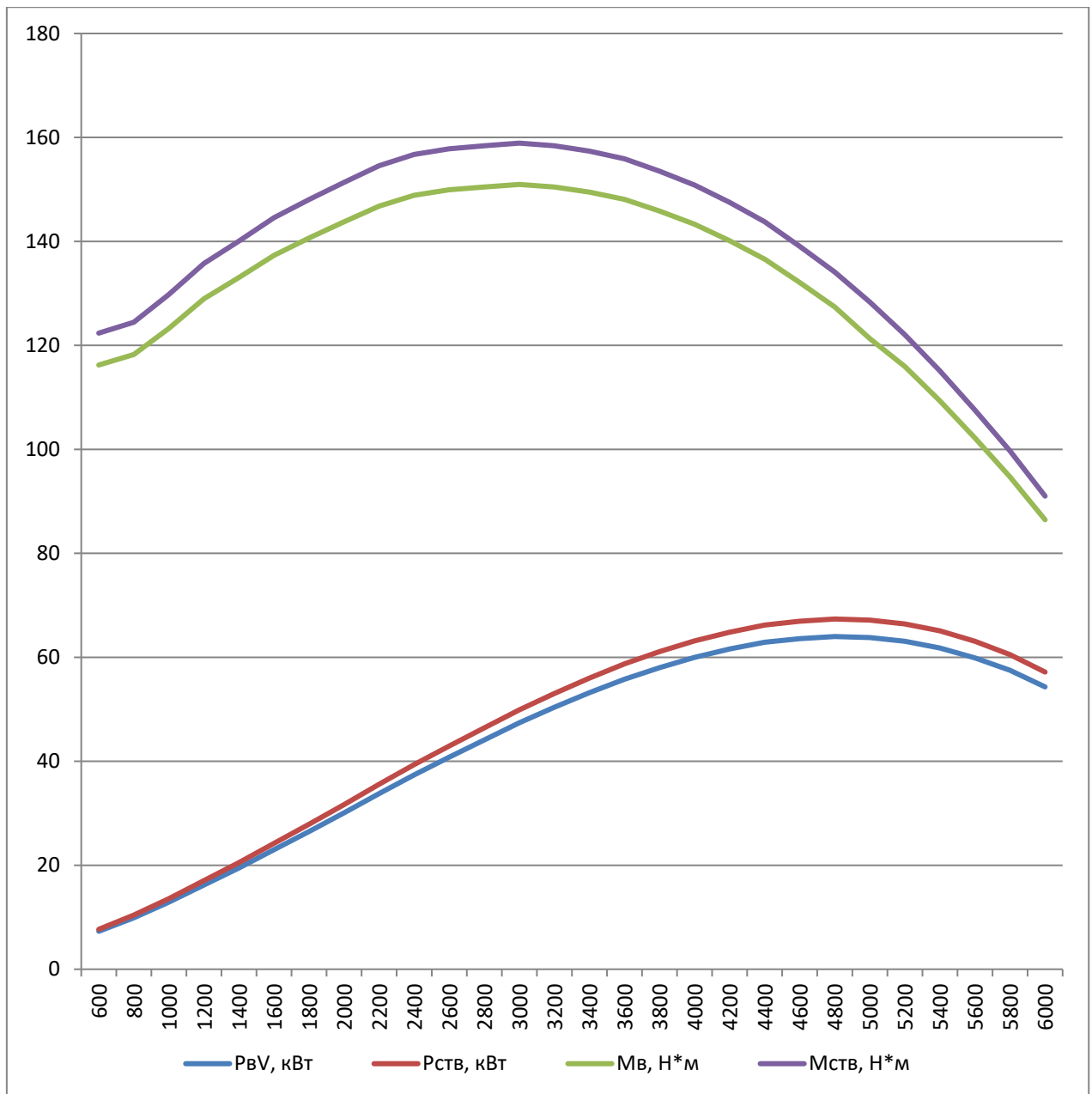


Рисунок 5 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

С целью решения уравнения движения автомобиля методом силового баланса, представим его в виде:

$$F_k = F_f + F_i + F_B + F_j \quad (34)$$

где  $F_k$  – сила тяги, приложенная к ведущим колесам;

$F_f$  – сила сопротивления качению;

$F_i$  – сила сопротивления подъема;

$F_B$  – сила сопротивления воздуха;

$F_j$  – сила сопротивления разгону.

«Полученное уравнение называют уравнением силового (или тягового) баланса. Уравнение силового баланса показывает, что сумма всех сил сопротивления движению в любой момент времени равна окружной силе на ведущих колесах автомобиля.

Уравнение позволяет определить величину окружной силы, развиваемой на ведущих колесах автомобиля, и установить, как она распределяется по различным видам сопротивлений.

Графическое изображение уравнения силового (тягового) баланса в координатах окружная сила – скорость, называется тяговой характеристикой автомобиля.» [1]

Определим значения окружной силы  $F_k$ , в зависимости от скорости, при движении автомобиля на различных передачах:

$$F_{ki} = \frac{M_B \cdot U_o \cdot U_i \cdot \eta_{mp}}{r_k} \quad (35)$$

$$F_{ki} = \frac{116.24 \cdot 3.9 \cdot 2.75 \cdot 0.95}{0.3065} = 6.46$$

«В данном уравнении эффективный крутящий момент  $M_e$  является функцией от оборотов коленчатого вала  $n_e$ . Значение эффективного крутящего момента  $M_e$  в зависимости от оборотов коленчатого вала  $n_e$  определяется по внешней скоростной характеристике двигателя.

В предположении отсутствия буксования сцепления и ведущих колес автомобиля связь между частотой вращения коленчатого вала двигателя  $n_e$  и скоростью  $V$  находится из соотношения:» [2]



$$V_j = \frac{3.6 \cdot \pi \cdot n_e \cdot r_\kappa}{30 \cdot U_o \cdot U_i} \quad (36)$$

$$V_1 = \frac{3.6 \cdot 3.14 \cdot 600 \cdot 0.3065}{30 \cdot 3.9 \cdot 2.75} = 6.46$$

«Производим расчеты значений окружной силы  $F_{ki}$  и скорости  $V_i$  для различных оборотов коленчатого вала в диапазоне от  $n_{emin}$  до  $n_{emax}$  на различных передачах коробки передач.

Для следующих значений  $n_e$  на  $i$ -той передаче расчеты ведем аналогично. Результаты расчетов заносим в таблицу 4. Полученные значения наносим на тяговую характеристику.

Определим силу сопротивления качению  $F_f$  в зависимости от скорости движения автомобиля:» [1]

$$F_f = G_a \cdot f_o \cdot (1 + (0,006 \cdot V)^2) \quad (37)$$

«где  $f_o$  – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью (при расчетах используем значение  $f_o = 0,012$ ).» [4]

«Силу сопротивления подъема  $F_i$  принимаем равной нулю, так как рассматриваем движение автомобиля на дороге без уклона.

Определим силу сопротивления воздуха  $F_B$  в зависимости от скорости движения автомобиля:» [3]

$$F_B = \frac{k_B \cdot A_B \cdot V^2}{3.6^2} \quad (38)$$

$$F_B = \frac{0.36 * 2.08 * 0^2}{3.6^2} = 0$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 3 и таблицу 4. Полученные значения наносим на тяговую характеристику.

Таблица 3 - Результаты расчетов окружной силы  $F_k$

n, об/мин	1-я передача		2-я передача		3-я передача		4-я передача		5-я передача	
	V <sub>1</sub> , км/ч	F <sub>k1</sub> , Н	V <sub>2</sub> , км/ч	F <sub>k2</sub> , Н	V <sub>3</sub> , км/ч	F <sub>k3</sub> , Н	V <sub>4</sub> , км/ч	F <sub>k4</sub> , Н	V <sub>5</sub> , км/ч	F <sub>k5</sub> , Н
600	6,46	3782,73	9,35	2613,52	12,34	1980,78	15,48	1579,12	20,73	1178,84
800	8,61	3847,49	12,47	2658,27	16,45	2014,69	20,64	1606,15	27,64	1199,02
1000	10,77	4010,85	15,59	2771,13	20,56	2100,23	25,79	1674,35	34,55	1249,93
1200	12,92	4197,32	18,7	2899,97	24,68	2197,87	30,95	1752,19	41,46	1308,04
1400	15,08	4330,74	21,82	2992,15	28,79	2267,74	36,11	1807,89	48,38	1349,62
1600	17,23	4469,38	24,94	3087,93	32,90	2340,33	41,27	1865,76	55,39	1392,82
1800	19,38	4577,42	28,05	3162,58	37,02	2396,9	46,43	1910,86	62,19	1426,49
2000	21,54	4679,27	31,17	3232,58	41,13	2450,24	51,59	1953,38	69,11	1458,23
2200	23,69	4776,90	34,29	3300,40	45,24	2501,36	56,75	1994,14	76,02	1488,66
2400	25,84	4845,24	37,41	3347,62	49,35	2537,14	61,1	2022,67	82,93	1509,95
2600	27,99	4879,08	40,52	3371	53,47	2554,87	67,07	2036,79	89,84	1520,5
2800	30,15	4896,98	43,64	3383,37	57,58	2564,24	72,23	2044,27	96,75	1526,08
3000	32,3	4912,60	46,76	3394,16	61,69	2572,42	77,38	2050,78	103,66	1530,95
3200	34,46	4896,98	49,87	3383,37	65,81	2564,24	82,54	2044,27	110,57	1526,08
3400	36,61	4864,77	52,99	3361,11	69,92	2547,37	87,7	2030,82	117,48	1516,04
3600	38,77	4818,88	56,11	3329,63	74,03	2523,51	92,86	2011,79	124,39	1501,84
3800	40,92	4745,66	59,23	3278,82	78,14	2486,02	98,02	1981,09	131,3	1478,92
4000	43,07	4663,65	62,34	3222,16	82,26	2442,06	103,18	1946,86	138,22	1453,36
4200	45,23	4560,17	65,46	3150,66	86,37	2387,87	108,34	1903,66	145,13	1421,11

Продолжение таблицы 3

n, об/мин	1-я передача		2-я передача		3-я передача		4-я передача		5-я передача	
	V <sub>1</sub> , км/ч	F <sub>k1</sub> , Н	V <sub>2</sub> , км/ч	F <sub>k2</sub> , Н	V <sub>3</sub> , км/ч	F <sub>k3</sub> , Н	V <sub>4</sub> , км/ч	F <sub>k4</sub> , Н	V <sub>5</sub> , км/ч	F <sub>k5</sub> , Н
4400	47,38	4444,64	68,57	3070,84	90,48	2327,38	113,49	1855,44	152,04	1385,11
4600	49,53	4298,52	71,69	2969,89	94,59	2250,87	118,66	1794,44	158,95	1339,57
4800	51,69	4145,58	74,81	2864,22	98,71	2170,78	123,82	1730,59	165,86	1291,91
5000	53,84	3967,25	77,93	2741,01	102,82	2077,39	128,97	1656,14	172,77	1236,34
5200	55,99	3772,97	81,05	2606,78	106,43	1975,66	134,13	1575,04	179,68	1175,79
5400	58,15	3558,19	84,16	2458,38	111,05	1863,19	139,29	1485,38	186,59	1108,86
5600	60,3	3325,51	87,28	2297,62	115,16	1741,36	144,45	1388,25	193,5	1036,35
5800	62,46	3082,42	90,39	2129,67	119,29	1614,07	149,61	1286,77	200,41	960,59
6000	64,61	2813,62	93,51	1943,95	123,39	1473,31	154,77	1174,56	207,32	876,83

Таблица 4 – Результаты расчетов сил сопротивления дороги (качения)  $F_f$  и воздуха  $F_B$

V <sub>a</sub> , км/ч	F <sub>f</sub> , Н	F <sub>B</sub> , Н	F <sub>f</sub> + F <sub>B</sub> , Н
0	18,36	0	18,36
10	18,43	5,78	24,21
20	18,62	23,11	41,73
30	18,95	52	70,95
40	19,42	94,44	113,86
50	20,01	144,44	164,45
60	20,74	208	228,74
70	21,6	283,11	304,71
80	22,59	369,78	392,37
90	23,71	468	491,71
100	24,97	577,78	602,75
110	26,36	699,11	725,47
120	27,88	832	859,88
130	29,53	976,44	1005,97
140	31,31	1132,44	1163,75
150	33,23	1300	1333,23
160	35,28	1479,11	1514,39
170	37,46	1669,11	1706,57
180	39,78	1872	1911,78

Продолжение таблицы 4

$V_a$ , км/ч	$F_f$ , Н	$F_B$ , Н	$F_f + F_B$ , Н
190	42,22	2085,78	2128
200	44,8	2311,11	2355,91
210	47,51	2548	2595,51
220	50,35	2796,44	2846,79

По рассчитанным значениям строим тяговую характеристику автомобиля (рисунок б).

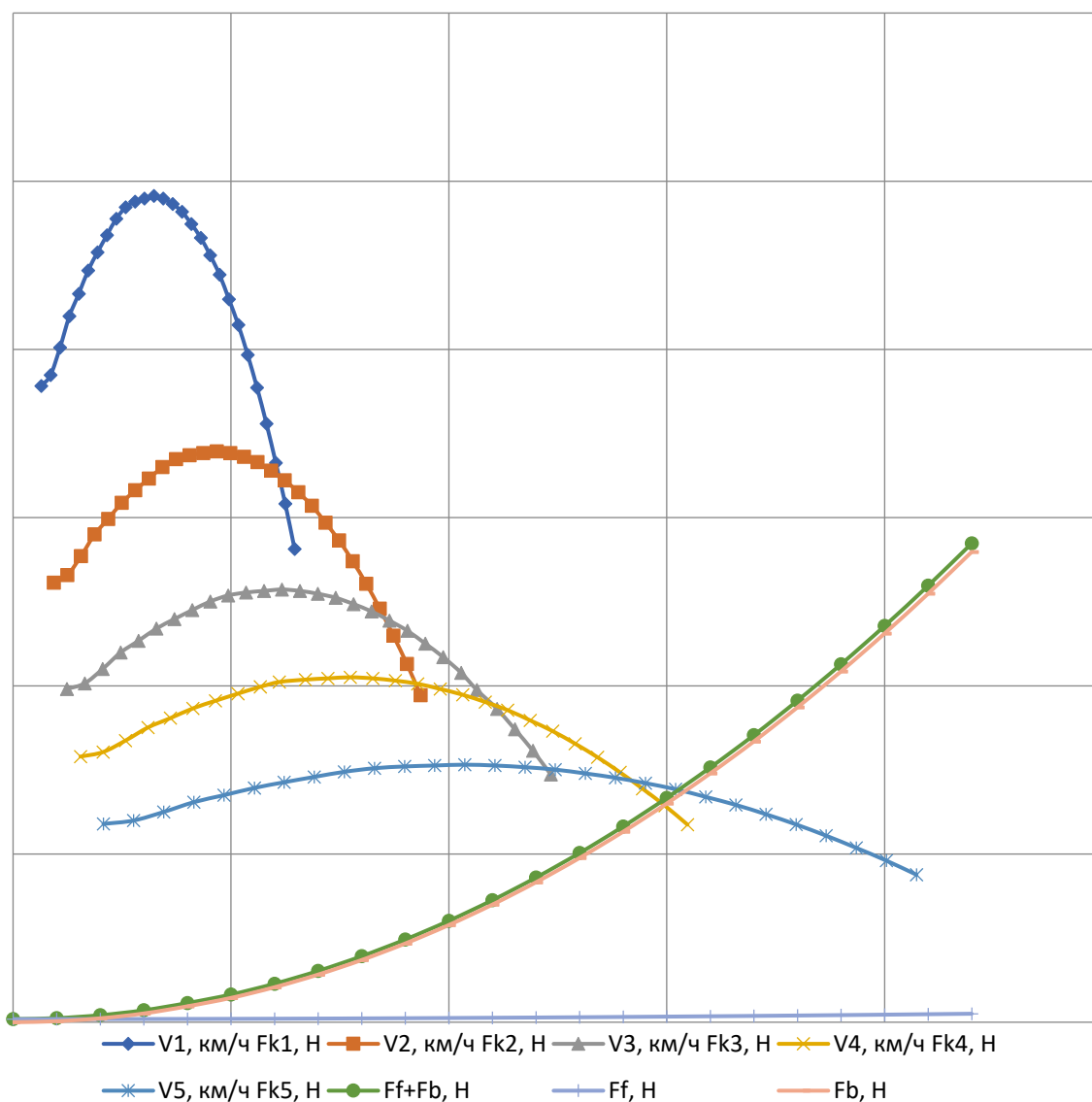


Рисунок б - Тяговая характеристика автомобиля

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании автомобиля, поскольку он определяет способность транспортного средства развивать необходимую мощность для обеспечения требуемой производительности. В рамках дипломного проекта он выполняется для подтверждения заявленных тягово-мощностных характеристик автомобиля, взятого для модернизации. Для автомобиля Лада Гранта тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автомобиля, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автомобиля, но и его эксплуатационные характеристики, такие как динамика разгона, максимальная скорость, экономичность и поведение на различных участках дороги. Важно учитывать не только тяговые характеристики двигателя, но и передачи, дифференциала и других компонентов трансмиссии, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между мощностью и моментом на колесах.

Адекватный тяговый расчет позволяет оптимизировать параметры автомобиля, повысить его эффективность и эксплуатационные характеристики, что важно как для конструкторов, так и для конечных пользователей.

Проведенная расчетная работа играет важную роль в проектировании и оптимизации ходовых качеств автомобиля, что в конечном итоге повлияет на его эффективность, надежность и удовлетворенность пользователей. Регулярное совершенствование методов расчета и анализа проведенных расчетов позволит улучшить качество и конкурентоспособность автомобиля на современном рынке транспортных средств.

Результаты выполнения тягового расчета в виде графиков представлены в Приложении А и на листе графической части дипломного проекта.

### **3. Модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

#### **3.1 Техническое задание на модернизацию блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

В рамках выполнения дипломного проекта требуется выполнить работы по модернизации блока комфорта автомобиля Лада Гранта. Блок комфорта автомобиля Лада Гранта требуется модернизировать для улучшения параметров надежности и сохранения работоспособности автомобиля после отказа одной из вспомогательных цепей, отвечающих за управление системами, не связанных с работой двигателя автомобиля. Модернизация должна быть направлена на увеличение уровня надежности, безопасности и безотказности электрических систем автомобиля.

Целью проекта является повышение эффективности и удобства работы блока комфорта автомобиля Лада Гранта за счет внедрения современных технологий и функций.

- Разработать улучшенную систему управления блоком комфорта с более дружелюбным пользовательским интерфейсом.
- Внедрить систему контроля доступа без ключа для управления замками дверей и системой сигнализации.
- Расширить функционал блока комфорта для управления климатом, освещением и аудиосистемой.
- Обеспечить интеграцию блока комфорта с мультимедийной системой для управления различными функциями через центральный экран.

Требования к новому блоку комфорта:

- Совместимость с основными электрическими системами автомобиля Лада Гранта.
- Надежная защита от несанкционированного доступа и вмешательства.
- Возможность расширения функционала блока с помощью

обновлений ПО.

- Интеграция с системой каналов связи и мультимедийным центром автомобиля.

Контрольные точки:

- Разработка технического задания и утверждение концепции модернизации – 1 месяц.

- Разработка прототипа улучшенного блока комфорта – 3 месяца.

- Тестирование и отладка нового блока – 1 месяц.

- Внедрение и обновление программного обеспечения на автомобилях в тестовом режиме – 2 месяца.

- Полное внедрение и выпуск обновленных автомобилей с улучшенным блоком комфорта – 1 месяц.

Данное техническое задание определяет основные требования и шаги по модернизации блока комфорта автомобиля Лада Гранта, направленные на повышение уровня комфорта, удобства и функциональности автомобиля для пользователей.

### **3.2 Техническое предложение на модернизацию блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

В соответствии с полученным техническим заданием разработано техническое предложение на модернизацию блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА. С учетом быстрого развития технологий и повышенных требований к уровню комфорта в современных автомобилях, модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА становится важным этапом для повышения функциональности и удовлетворения потребностей водителей и пассажиров.

Внедрение современных технологических решений позволит улучшить управление системами безопасности, информационно-развлекательные возможности, климат-контроль, а также обеспечит более удобное и

эргономичное взаимодействие с автомобилем. Настоящее предложение направлено на создание блока комфорта для ЛАДА ГРАНТА, который отразит современные тенденции автомобильной индустрии.

Целью проекта является модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА с целью улучшения функциональности и повышения уровня удобства для водителя и пассажиров.

Основные этапы модернизации:

- Усовершенствование компонентной базы блока комфорта. Необходимо произвести замену реле, применяемых в базовой версии блока комфорта на логические микросхемы, что повысит стойкость системы и позволит расширить функционал блока.

- Интеграция современного мультимедийного интерфейса с поддержкой Bluetooth, Apple CarPlay и Android Auto для удобства взаимодействия с мобильными устройствами.

- Внедрение дополнительных функций, таких как камера заднего вида, системы мониторинга слепых зон и датчики парковки для обеспечения безопасности при движении и парковке.

- Повышение надежности блока комфорта за счет улучшения теплоотвода от элементной базы блока комфорта. Данное решение реализовано за счет исполнения оребрения на крышке блока комфорта.

После завершения модернизации ожидается значительное улучшение надежности блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА. Новый блок комфорта будет представлять собой современный инновационный компонент, повышающий общий уровень удобства, безопасности и функциональности автомобиля.

На рисунке 7 представлен общий вид корпуса блока комфорта после выполнения оребрения на крышке корпуса для улучшения теплоотвода от компонентной базы.



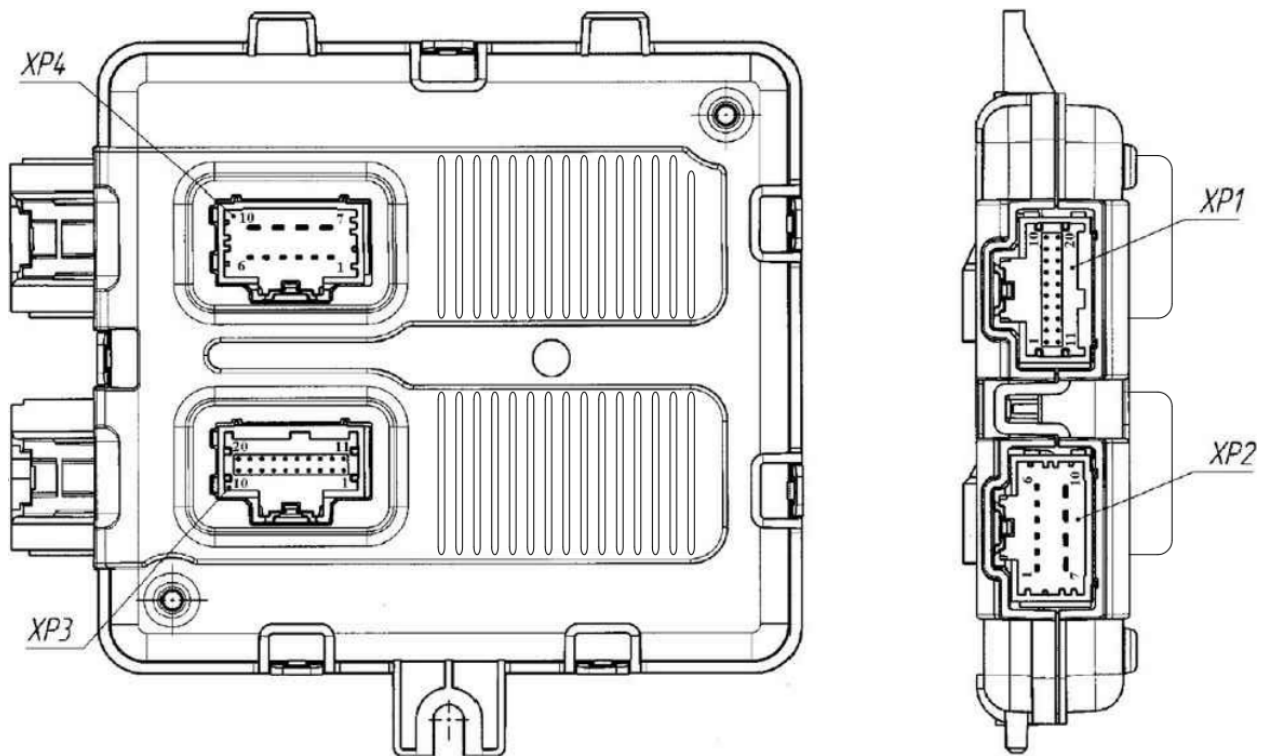


Рисунок 7 – Модернизированный корпус блока комфорта

Корпус блока комфорта выполняется из алюминия, корпус выполняется разъёмным. На крышке выполнено ребрение для улучшения теплоотвода. Ввиду сложности формы крышки корпуса, в качестве технологии изготовления принимается литье под давлением, как наиболее приемлемым для технологии массового производства.

Замена реле в блоке комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА на микросхемы представляет собой технически сложную, но потенциально эффективную модернизацию. Этот процесс может привести к улучшенной надежности и долговечности системы блока комфорта. Переход от реле к микросхемам может снизить вероятность электрических сбоев и повысить точность управления различными функциями автомобиля.

Однако, необходимо учитывать, что данная замена требует тщательного анализа схемы блока комфорта и разработки новых схем с учетом специфики автомобиля ЛАДА ГРАНТА. Также важно обеспечить совместимость новых

микросхем с остальными компонентами автомобиля и правильную интеграцию в существующую систему.

В качестве микроэлектронной компонентной базы требуется применить чипы VNQ5050AK или аналогичные микроэлектронные компоненты.

Управление компонентами и питание блока будет производиться от бортовой сети постоянного тока 12В. Управление цепями контроля производится токами постоянной полярности 5В.

Также, для проекта модернизации блока комфорта необходимо произвести расчет крепежных элементов, при помощи которых будет производиться крепление крышки.

### **3.3 Расчет прочностных характеристик корпуса и моментов затяжки крепежных винтов**

В конструкции блока комфорта, в качестве крепежных элементов используются крепежные винты с резьбой М2,5. В соответствии с полученным заданием на расчет прочностных характеристик, требуется рассчитать максимальный момент, с которым можно затянуть винт с резьбой М2,5, класс прочности 6.6.

Момент затяжки винта рассчитывается по формуле:

$$M = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \cdot \left( \frac{P}{\pi \cdot d_2} + f_p \right) \quad (39)$$

где  $F$  — осевое усилие от затяжки;

$d_2$  — средний диаметр резьбы (для резьбы М2,5  $d_2=2,208$ );

$f_p$  — рекомендуемое значение коэффициента трения  $f_p = 0,2$ ;

Усилие затяжки должно быть максимальным, но винт не должен начать разрушаться. Осевую силу необходимо рассчитать по пределу текучести. Для

материала винтов класса прочности 6.6 предел текучести равен:  $[\sigma_T] = 36$  кгс/мм<sup>2</sup>.

Площадь сечения винта рассчитывается исходя из его диаметра резьбы:

$$S = \frac{\pi \cdot d_{min}^2}{4} \quad (40)$$

где  $d_{min}$  – минимальный диаметр резьбы М2,5 равен 2,013 мм;

$$S = \frac{\pi \cdot 2,013^2}{4} = 3,181$$

Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$F = [\sigma_T] \cdot S \quad (41)$$
$$F = 36 \cdot 3,181 = 114,5$$

Подставив рассчитанные значения в формулу (39), возможно рассчитать момент затяжки винтов:

$$M = 0,5 \cdot 114,5 \cdot 2,208 \cdot \left( \frac{P}{\pi \cdot 2,208} + 0,2 \right) = 33,49 \text{ кгс} \cdot \text{мм}$$

Для технологической карты сборки, принимаем момент затяжки равным 0,33 Н·м.

В разделе "Модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА" было разработано техническое задание и техническое предложение для замены реле на микросхемы в блоке комфорта автомобиля, кроме этого, модернизации был подвергнут корпус блока комфорта. Также были выполнены расчеты момента затяжки крепежных винтов, необходимые для успешной реализации данной модернизации.

Исходя из проведенных расчетов и разработанных документов, можно сделать следующие выводы:

Замена реле на микросхемы в блоке комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА представляет собой перспективное направление модернизации, которое может повысить надежность и эффективность работы системы в целом.

Техническое задание и техническое предложение содержат необходимую информацию для успешной реализации проекта по модернизации блока комфорта.

Расчеты момента затяжки крепежных винтов позволяют обеспечить правильную сборку и надежное крепление компонентов блока комфорта после замены реле на микросхемы.

Для успешной реализации данного проекта необходимо обеспечить качественную интеграцию новых микросхем, тщательное тестирование системы после модернизации и соблюдение всех технических требований.

## **4 Технологический процесс сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

### **4.1 Описание технологического процесса сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА**

Разработка технологического процесса является неотъемлемой частью выполнения выпускной квалификационной работы, в ходе которой необходимо продемонстрировать навыки проектирования процесса сборки модернизированного узла. В разделе разработана технология сборки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА, который был подвергнут модернизации. Особенностью технологического процесса будет являться тот факт, что процесс сборки будет производиться из компонентов, которые поступают на сборку в уже готовом виде и на рабочем месте производится только их соединение, согласно технологической карте. Это связано с тем, что основой блока являются электронные компоненты, которые собираются в условиях производства микропроцессорного оборудования и на сборку поступают в виде плат.

Технологический процесс сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА можно логически разделить на ряд связанных этапов.

#### **1. Подготовка рабочего места и необходимых инструментов:**

- Убедитесь в наличии всех необходимых инструментов, материалов и запасных частей.
- Очистите рабочее место от лишних предметов и обеспечьте необходимое освещение.

#### **2. Сборка блока комфорта:**

- Установите плату в нижнюю часть корпуса на установочные пины.
- Закрепите плату тремя винтами М2,5 динамометрической отверткой с предварительно настроенным крутящим моментом.

- Установите резиновую уплотнительную прокладку в паз корпуса.
- Установите верхний разъем корпуса блока комфорта.
- Затяните винты крепления крышки корпуса

### 3. Установка нового блока комфорта:

- Подготовьте новый блок комфорта к установке, проверьте его соответствие техническим требованиям.

- Подсоедините необходимые электрические разъемы согласно схеме подключения.

- Осуществите крепление блока комфорта к кузову автомобиля с помощью соответствующих крепежных элементов и установите его на место.

### 4. Тестирование системы:

- Подключите аккумулятор и проверьте работоспособность блока комфорта.

- Протестируйте различные функции системы управления комфортом для убедительности в правильной установке и функционировании.

- При необходимости произведите дополнительную настройку блока комфорта.

- Закрепите все крепежные элементы окончательно.

- Проведите окончательную проверку работоспособности системы.

Важно придерживаться инструкций производителя автомобиля и блока комфорта, а также соблюдать все меры безопасности при работе с электрическими устройствами автомобиля. Не забывайте, что неправильная установка блока комфорта может привести к неполадкам и неисправностям в системе управления комфортом автомобиля.

Разработанный технологический процесс охватывает не только процесс сборки, который представляет собой линейную процедуру сборки, но и вопросы установки блока комфорта на транспортное средство и проведение приёмо-сдаточных работ.

## 4.2 Разработка технологического процесса сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Разработанный технологический процесс сборки и установки блока комфорта представлен в таблице 5. Технологическая схема сборки представлена на листе графической части дипломного проекта.

Таблица 5 – Технологический процесс сборки и установки блока комфорта

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, мин	Примечание
1 Подготовка рабочего места и необходимых инструментов	-	-	-
1.1 Включите освещение на рабочем месте	-	0,1	Локальное освещение должно быть включено независимо от естественного освещения. Освещение на участке включается в зависимости от естественного освещения
1.2 Разложите детали и инструмент	-	2,0	В соответствии с картой организации рабочего места
2 Сборка блока комфорта	-	-	-
2.1 Установите микропроцессорную плату в нижнюю часть корпуса на установочные пины	-	0,2	Отверстия на плате должны совпасть с пинами
2.2 Закрепите плату тремя винтами М2,5	Динамометрическая отвертка	0,3	Крутящий момент 0,33 Н·м
2.3 Установите резиновую уплотнительную прокладку в паз корпуса	-	0,1	Прокладка должна быть уложена без перекосов и перекрутов

Продолжение таблицы 5

2.4 Установите верхний разъем корпуса блока комфорта	-	0,1	Верхний разъем должен совпасть по контуру корпуса и иметь соприкосновение с прокладкой по всей плоскости
2.5 Затяните винты М6 крепления крышки корпуса	Динамометрическая отвертка	0,3	Крутящий момент 1,5 Н·м
3 Установка блока комфорта	-	-	-
3.1 Подготовьте новый блок комфорта к установке, проверьте его соответствие техническим требованиям	-	0,5	Блок должен иметь упаковку, в техническом паспорте должны быть проставлены печати о приёмке изделия
3.2 Подсоедините необходимые электрические разъемы	-	2,5	Подключение производится согласно схеме подключения
3.3 Осуществите крепление блока комфорта к кузову автомобиля	Головка на 10, храповый ключ	1,5	Крутящий момент 2,0 Н·м
4 Тестирование и окончательная приемка системы	-	-	-
4.1 Подключите аккумулятор и проверьте работоспособность блока комфорта.	Ключ 10	2,0	Согласно схеме подключения аккумулятора
4.2 Протестируйте различные функции системы управления комфортом для убедительности в правильной установке и функционировании	Диагностический модуль PDM	4,0	Согласно регламенту проверки
4.3 При необходимости произведите дополнительную настройку блока комфорта.	Диагностический модуль PDM, ноутбук	5,0	Согласно процедуре корректировки прошивки
4.4 Закрепите все крепежные элементы окончательно.	Динамометрическая отвертка, пластиковые стяжки	2,0	Крутящий момент 2,0 Н·м, стяжки затянуть, торчащие концы обрезать
4.5 Проведите окончательную проверку работоспособности системы	Диагностический модуль PDM	2,0	Согласно регламенту приемо-сдачи



Технологический процесс сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА требует тщательной подготовки рабочего места, наличия необходимых инструментов и материалов, а также строгого следования последовательности действий для достижения успешного результата.

В процессе установки блока комфорта необходимо соблюдать все меры безопасности, особенно при работе с электрическими компонентами автомобиля. Аккуратность и внимательность при выполнении каждого этапа играют ключевую роль в предотвращении повреждений и обеспечении надлежащей работоспособности системы. Важной частью процесса является тщательное тестирование и проверка работоспособности установленного блока комфорта. Это позволяет выявить любые неисправности или ошибки в установке и устранить их до окончательной сдачи работ. Для успешного выполнения технологического процесса необходимо строго соблюдать рекомендации и инструкции производителя автомобиля и блока комфорта. Это поможет избежать непредвиденных проблем и обеспечит долгосрочную работоспособность установленного блока.

## **5 Безопасность и экологичность участка механической сборки**

### **5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта**

В рамках выполнения дипломного проекта рассматривается технологический процесс сборки узлов и агрегатов транспортного средства, а также операции связанные с заготовительными и сборочно-сварочными работами по раме транспортного средства. Для осуществления данного технологического процесса, для его безопасной организации при производстве необходимо рассмотреть комплекс факторов, оказывающих влияние на рабочих, занятых при осуществлении комплексного технологического процесса сборки. Рассмотрим основные моменты, связанные с особенностями проведения технологического процесса, а также характеристики участка, на котором осуществляется технологическая операция.

Рама изделия, проектируемого в рамках дипломного проекта, представляет собой, изготовленную из стального проката различного сортамента. Материал труб – сталь 20 и сталь 20кп.

«В рамках раздела нами исследуется сборочный участок, на котором осуществляется технологический процесс сборки транспортного средства. Сборочный участок является основным местом осуществления технологической операции сборки и относится к мелкосерийному производству. В первую очередь это означает, что данный участок, являясь частью опытно-промышленного производства, не ориентирован на специализированные работы, а занят в широком спектре выполняемых производственных функций. Оборудование, которое находится на участке – универсальное. Оборудование группируется по своему функционалу – сварочное, металлорежущее, шлифовальное и т.п.

Зоны выполнения работ, связанных с избыточным тепловыделением, выделением продуктов горения или ультрафиолетового излучения, таких как

сварка на стапеле, зона термической обработки металла отделяются от основного помещения защитными экранами и оснащаются вытяжкой. Те же ограждения применяются для групп оборудования, чья работа связана с повышенным шумом, например абразивно-режущие станки.

Половое покрытие на всем участке выполнено из каучуковой плитки. Термические зоны имеют половое покрытие из наливного термостойкого полимера.» [19]

Общие технические характеристики участка приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие технические характеристики сборочного участка

Наименование технической характеристики участка	Значение характеристики
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.3
Степень огнестойкости	I
Класс конструктивной пожарной опасности	С0
Степень долговечности здания	II
Уровень ответственности здания	II
Электроснабжение участка	трехфазная, 380В
Выделенная мощность, кВА	25

Основные технологические операции, осуществляемые на сборочном участке, осуществляются в рамках технологического процесса. Основными этапами процесса сборки будут являться:

- заготовительные операции;
- операции черновой механической обработки;
- операции чистовой механической обработки;
- сварочные операции;
- сборочные операции из корпусных изделий и сборочных единиц;
- окрашивание или нанесение защитных покрытий.

В таблице 7 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 7 – Осуществляемые на участке технологические процессы и операции

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции и, вида выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
Заготовительная операция	Резка профильной трубы	Слесарь 5-го разряда	Торцевая абразивная пила PRN-320	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Черновая механическая обработка	Подрезка стыков	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чистовая механическая обработка	Шлифовка	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20к
Сварочная операция	Сварка труб каркаса	Сварщик	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Сборочная операция	Сборка	Слесарь-сборщик	Стапель сборки	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Маляр	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	Эмаль ЭЦ

Таким образом, определен перечень технологических операций, осуществляемых на участке. Далее следует определить перечень опасных и

вредных факторов, воздействующих на работников, исходя из означенного перечня технологических операций.

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Процесс механической обработки заготовок, изготовления узловых конструкций и окончательная сборка сопряжены с различными профессиональными рисками для работников. Рассмотрим основные угрозы, с которыми сталкиваются сотрудники на участке механической сборки, и выявим способы их предотвращения для обеспечения безопасности и здоровья персонала на производстве. Идентификация профессиональных рисков приведена в таблице 8.

Таблица 8 - Идентификация профессиональных рисков

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Заготовительные работы и механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Карборундовая пыль	Материал шлифовальных камней и дисков
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
	Вибрации	Угловая шлифовальная машина

Продолжение таблицы 8

Сварка	Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Сварочный аппарат
	Искры, брызги расплавленного металла	Материал детали
	Электромагнитные поля	Сварочный аппарат
	Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества	Материал детали
	Шум	Сварочный аппарат
	Ультразвук	Сварочный аппарат
	Статическая нагрузка	Сварочный аппарат
Чистовая механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Металлическая и абразивная пыль	Материал детали и шлифовального диска
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Испарение токсичных веществ	Эмаль ЭЦ
	Статическая нагрузка	Краскопульт безвоздушного распыления Graco

Выявленные профессиональные риски позволят разработать методы для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В современных условиях охраны труда и производственной безопасности важно не только осознавать возможные профессиональные риски на рабочем месте, но и активно принимать меры по их снижению и предотвращению. Рассмотрим разнообразные методы и средства, которые могут быть использованы для сокращения возможных опасностей на участке

механической сборки. Будут определены как технические аспекты, включающие внедрение безопасного оборудования и технологий, так и организационные меры, такие как обучение персонала, разработка процедур безопасной работы и поощрение соблюдения правил безопасности. Определим средства персональной защиты, необходимость профилактических медицинских осмотров и других методов, направленных на создание безопасной и здоровой рабочей среды для сотрудников участка механической сборки.

«Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда». Методы, приведённые в таблице 9, соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора. Соответственно всё было проверено на практике и только после этого утверждено, следует они являются эффективными.» [19]

Таблица 9 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Использования специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использования специальной одежды. Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания.	Спецовка, защитные очки, защитные перчатки, специальные ботинки.

Продолжение таблицы 9

Электромагнитные поля	Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;	Очки и спецодежда, выполненная из металлизированной ткани.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Мелкодисперсная пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов, наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение длительного воздействия. Обеспечение технических перерывов в работе	Противошумные наушники, беруши. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надеты совместно.

Обозначенные методы снижения профессиональных рисков позволяют значительно снизить воздействие на работающих и повысить общий уровень безопасности на производстве.

#### 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В обеспечении пожарной безопасности технического объекта заключается один из важнейших аспектов обеспечения надежной и безопасной работы предприятия. Пожарная безопасность является неотъемлемой частью общей системы безопасности и требует комплексного подхода и постоянного контроля. Понимание и строгое соблюдение мер по



обеспечению пожарной безопасности являются ключевым элементом для защиты жизни и имущества на техническом объекте.

«В таблице 10 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19]

Таблица 10 – Идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара

Наименование участка	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный участок	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влага, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влага, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	В – горение жидкостей	Натуральные и синтетические масла, лакокрасочные изделия.	Пары легко воспламеняющихся жидкостей, которые взрываются при смешении с воздухом

«В таблице 11 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [19]

Таблица 11 – Средства пожаротушения и противопожарное оборудование

Первичные средства пожаротушения	Огнетушитель, бочка с водой, ткань асбестовая, ящики с песком
Мобильные средства пожаротушения	Пожарный автомобиль
Установки пожаротушения	Автоматические установки пожаротушения
Средства пожарной автоматики	приборы приемно-контрольные пожарные приборы управления пожарные технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные системы передачи извещений о пожаре
Пожарное оборудование	Модуль порошкового пожаротушения
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, самоспасатели изготовленные из подручных средств, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки), средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.)
Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Немеханизированный: пожарная багра, топор, лом. Механизированный: гидронасос, силовой режущий узел.
Пожарная сигнализация, связь и оповещение	Система оповещения о пожаре, сигнализация

«В соответствии с видами выполняемых заготовительных,

обрабатывающих и сборочных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 12 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.» [19]

Таблица 12 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сваривание металлических труб	Сварка	Отсутствие рядом с электродами сварки легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Шлифование сварных соединений	Шлифовка	Отсутствие рядом с работающей шлифовальной машиной легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Отсутствие рядом открытого огня.

Обеспечение пожарной безопасности на техническом объекте является фундаментальным аспектом правильной эксплуатации и защиты от чрезвычайных ситуаций. Ключевыми мерами являются обучение персонала безопасным методам действий в случае пожара, регулярные проверки систем пожарной сигнализации и тушения, а также строгое соблюдение норм и требований пожарной безопасности. Важно помнить о необходимости планирования и проведения учений по эвакуации персонала для минимизации потенциальных угроз. Обеспечение пожарной безопасности на техническом объекте требует постоянного внимания, проактивного подхода и готовности к действиям в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

## 5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность участка сборки должна обеспечиваться в рамках общей экологической безопасности всего предприятия. Обеспечение экологической безопасности на техническом объекте является необходимым условием для соблюдения экологических стандартов, минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду и предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций.

«В таблице 13 приведена идентификация негативных экологических факторов, возникающих при создании проектируемого объекта. На основании идентификации разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.» [19]

Таблица 13 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование технического объекта разработки	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Рама сборочного стапеля	Сталь 20. Сварка, шлифовка, окраска.	Испарений из емкостей для хранения химических веществ. Газообразные выделения сварки. Пыль с поверхности, сыпучих строительных материалов	Изменение качества воды, вызванное выбросами нефтепродуктов и тяжелых металлов	Загрязнение. Вторичное засоление и заболачивание. Отчуждение земель производства

Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

На основании изложенного, можно сделать вывод о выполнении задач в рамках выполнения раздела безопасность и экологичности участка.

## **6 Экономический раздел дипломного проекта**

### **6.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта**

Технико-экономическое обоснование является важной частью любого проекта, включая проектирование технического устройства в рамках дипломного проекта. Оно включает в себя анализ технической и экономической целесообразности выполняемого проекта.

Объектом дипломного проектирования является новый тип блока управления для легкового автомобиля ВАЗ, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Разрабатываемый в рамках дипломного проекта агрегат дает транспортному средству новый функционал, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления транспортным средством, интеграцию с другими системами и устройствами транспортного средства. Последующая разработка узла может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает транспортные средства, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Техническая целесообразность разработки нового вида конструкции продиктована требованиями, предъявляемым к современным образцам техники. Так, в конструкции узла применены конструкторские решения, которые позволяют снизить вес конструкции, в первую очередь за счет применения более легких материалов и за счет конструкторских решений, позволяющих уменьшить массу детали без снижения ее прочностных характеристик. Также общий вес конструкции удалось уменьшить за счет более рациональной компоновки деталей.

Расширение функционала автомобиля произведено за счет реализации в ходе конструкторской разработки функционала, ранее не применявшегося в данном типе транспортного средства.

## **6.2 Расчет затрат и экономической эффективности**

В рамках раздела экономической эффективности дипломного проектирования требуется произвести расчет себестоимости конструкции узла и расчет отпускной цены проектируемой конструкции. Расчет стоимости изготовления конструкции рассчитывается по формуле:

$$C = M + \Pi_i + Z_{осн} + Z_{доп} + СС + И_{цех} + И_{зав} + НР \quad (1)$$

где  $M$  – затраты на материалы конструкции, руб.;

$\Pi_i$  – затраты на покупные изделия, используемые в конструкции, руб.;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата рабочих, руб.;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата рабочих, руб.;

$CC$  – отчисления на социальное страхование,  $CC = 30\%$ ;

$И_{цех}$  – общецеховые издержки,  $И_{цех} = 85\%$ ;

$И_{зав}$  – общезаводские издержки,  $И_{зав} = 110\%$ ;

$НР$  – накладные расходы,  $НР = 7,5\%$

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции, рассчитаны в таблице 14. Расчет материальных затрат производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n \quad (2)$$

где  $M_n$  – количество материала, ед;

$C_n$  – цена материала за единицу, руб.;

$k_3$  – коэффициент затрат на транспортировку и доставку,  $k_3 = 0,15$

Таблица 14 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Количество материала	Цена единицы материала	Сумма, руб.
Листовой текстолит	0,20	1 250,00	250,00
Паяльная паста	0,01	12 500,00	125,00
Медный провод	0,20	850,00	170,00
Резина листовая	0,10	225,00	22,50
Прочие			120,00
ИТОГО			687,50
Транспортно-заготовительные расходы			103,13
ВСЕГО			790,63

Статья, учитывающая затраты на покупные изделия и полуфабрикаты, используемые в изготавливаемой конструкции, рассчитываются по формуле:

$$П_i = \sum_{i=1}^n П_{i_n} \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n П_{i_n} \cdot C_n \quad (3)$$



где  $\Pi_n$  – количество покупных изделий, ед;

$C_n$  – цена за единицу покупного изделия, руб.;

$k_3$  – коэффициент затрат на транспортировку и доставку,  $k_3 = 0,1$

Для удобства проведения расчетов по затратам на закупку и доставку покупных изделий конструкции, сведем их в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование и вид покупного изделия	Количество покупных изделий	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Клеммная колодка	1	165,00	165,00
Клемма медная	2	2,50	5,00
Прочие			50,00
ИТОГО			220,00
Транспортно-заготовительные расходы			6,60
ВСЕГО			226,60

Наряду с затратами на материалы и покупные изделия, при изготовлении новой конструкции предприятие несет издержки также на заработную плату, как основную, так и дополнительную. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{T_i} \cdot k_{ч_i} \cdot k_{пр}) \quad (4)$$

где  $T_i$  – трудоемкость выполнения  $i$ -той операции, чел-час;

$C_{T_i}$  – часовая тарифная ставка рабочего, занятого на выполнении  $i$ -той операции, руб.;

$k_{ч_i}$  – коэффициент доплат заработной платы до часового фонда работающих,  $k_{ч_i} = 1,05 \dots 1,15$ ;

$k_{пр}$  – коэффициент премирования,  $k_{пр} = 1,24$ .

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Трудоемкость, чел-час	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Сборочная	0,50	185,25	99,11
Испытательная	0,25	210,30	56,26
ИТОГО			155,36
Премияльные доплаты			37,29
Основная заработная плата			192,65

Наряду с основной заработной платой, рассчитывается размер дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата – это переменная часть общей заработной платы, которая выплачивается рабочему, например за определенные условия труда и как определенная гарантия от работодателя. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$З_{доп} = Z_0 \cdot k_{доп}, \quad (5)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы,  $k_{доп} = 0,25$ .

$$З_{доп} = 192,65 \cdot 0,25 = 48,16 \text{ руб}$$

Отчисления в фонд социального страхования являются важным компонентом формирования фонда оплаты труда. В отличие от основной и дополнительной заработной платы, эта часть фонда оплаты труда не выплачивается работнику, а оплачивается работодателем в фонд социального страхования напрямую. Расчет величины отчислений в фонд социального страхования рассчитывается по формуле:

$$Z_{ФСС} = (Z_0 + З_{доп}) \cdot 0,3 \quad (6)$$

$$З_{\text{ФСС}} = (192,65 + 48,16) \cdot 0,3 = 72,24 \text{ руб}$$

Также предприятие несет издержки, связанные с ремонтом оборудования и его обслуживанием. Соответственно, эта статья затрат должна находить свое отношение в структуре себестоимости. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования определяется как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на содержание и эксплуатацию 104% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$Р_{\text{об}} = З_{\text{о}} \cdot 1,04 \quad (7)$$

$$Р_{\text{об}} = 192,65 \cdot 1,04 = 200,36 \text{ руб}$$

Общехозяйственные расходы – это расходы по цеху, занятого в производственном процессе. Как правило, это расходы, связанные с поддержанием работоспособности цеха, транспортировкой и технологическими перемещениями внутри цеха и заработную плату вспомогательного персонала. Расчет общехозяйственных расходов производится как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общехозяйственные расходы 25% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$Р_{\text{ох}} = З_{\text{о}} \cdot 0,25 \quad (8)$$

$$Р_{\text{ох}} = 192,65 \cdot 0,25 = 48,16 \text{ руб}$$

Общепроизводственные расходы – это расходы предприятия, связанные с выпуском продукции и осуществлением хозяйственной и коммерческой

деятельности. Как правило, общепроизводственные расходы включают в себя комплекс расходов, связанных с функционированием предприятия, включая затраты на заработную плату инженерно-технического и административно-управленческого персонала. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общепроизводственные расходы 30% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$Роп = Зо \cdot 0,30 \quad (9)$$

$$Роп = 192,65 \cdot 0,30 = 57,80 \text{ руб}$$

Сведение всех статей расходов в общую сумму, даст величину производственной себестоимости продукции. Это затраты предприятия на производство продукции. Добавление к производственной себестоимости внепроизводственных расходов, связанных с продвижением продукции на рынке, позволит рассчитать величину полной себестоимости. Для простоты и удобства восприятия, все статьи расходов сведем в таблицу 17.

Таблица 17 – Расчет себестоимости конструкции

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	%
Затраты на материалы	790,63	46,90%
Затраты на покупные изделия	226,60	13,44%
Зарплата основная	192,65	11,43%
Зарплата дополнительная	48,16	2,86%
Отчисления на соцстрах	72,24	4,29%
Расходы на содержание оборудования	200,36	11,89%
Общепроизводственные расходы	48,16	2,86%

Продолжение таблицы 17

Общехозяйственные расходы	57,80	3,43%
Производственная себестоимость	1 636,60	97,09%
Внепроизводственные расходы	49,10	2,91%
Полная себестоимость	1 685,70	100,00%

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта.

### **6.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции**

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями.

Для определения экономического эффекта необходимо рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Предполагается уровень рентабельности на уровне 15%, а НДС 20%. Расчет производится по формуле:

$$Ц_{и} = С_{п} + С_{п} \cdot 0,15 + С_{п} \cdot 0,20 \quad (10)$$

$$Ц_{и} = 1\,685,70 + 1\,685,70 \cdot 0,15 + 1\,685,70 \cdot 0,20 = 2\,275,70 \text{ руб}$$

Учитывая, что рассчитанные расчеты относятся к затратам на доработку блока управления, рассчитанная цена увеличит цену базового блока. Таким образом, с учетом модернизации принимаем отпускную цену на блок  $C_{и} = 16\ 000$  руб. Как было отмечено ранее, экономический эффект будет достигнут за счет увеличения цены для конечного потребителя, за счет чего и будет получена прибыль предприятия. Расчет производится по формуле:

$$\mathcal{E} = C_{и} - C \quad (11)$$

где  $C$  – средняя цена изделия до модернизации, руб

В соответствии с произведенным анализом, выявлена цена на изделие на рынке у разных продавцов. Анализ средней стоимости приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет средней цены изделия

Наименование фирмы	Цена изделия, руб
ООО «Авангард», Тольятти	12 000
ООО «РемтехКомплект», Тольятти	10 000
ООО «Аверс», Тольятти	11 000
Средняя цена по компаниям	11 000

Исходя из определенной средней цены, выполним расчет экономического эффекта для одного изделия.

$$\mathcal{E} = 16\ 000 - 11\ 000 = 5\ 000 \text{ руб}$$

Предполагается объём реализации в количестве не менее 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит:

$$Эг = Э \cdot N$$

где N – объем реализации продукции, ед.

$$Эг = 5\,000 \cdot 10\,000 = 5\,000\,000 \text{ руб}$$

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и

оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость модернизации изделия,  $Сп = 1\ 685,70$  руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену  $Ци = 16\ 000$  руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $Эг = 5\ 000\ 000$  руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.



## Заключение

Блок комфорта (контроллер электропакета) в автомобиле Лада Гранта отвечает за управление различными электрическими устройствами и функциями в автомобиле. Он является частью электронной системы управления автомобилем и обеспечивает контроль над электрическим оборудованием салона, освещением, электрорегулировкой и другими электрическими устройствами.

Контроллер электропакета Лада Гранта играет важную роль в управлении различными электрическими устройствами автомобиля, обеспечивая удобство, комфорт и безопасность в процессе эксплуатации. Он позволяет водителям и пассажирам контролировать различные функции автомобиля с помощью электронной системы управления, делая поездки более удобными и приятными.

При этом, являясь сложным электронным компонентом легкового автомобиля, блок комфорта имеет ряд технических недостатков, которые были выявлены в процессе эксплуатации. В первую очередь это касается группировки электрических цепей, отвечающих за различные функции автомобиля. Одной из главных проблем является то, что цепь защиты автомобиля от угона (цепь иммобилайзера) включена совместно с цепями стеклоподъемника и рядом других систем и защищена одним предохранителем. На практике это приводит к тому, что в случае выхода из строя второстепенной цепи, не влияющей на работоспособность автомобиля критически, происходит отказ и цепи иммобилайзера.

По результатам выполнения первого раздела дипломной работы можно сделать следующие выводы. В результате выполнения анализа конструкции блока управления определена конструкция корпуса, выявлены особенности электронной компонентной базы, изучена принципиальная схема управления цепями. Определена архитектура и проанализированы возможные направления модернизации блока управления. Также определены наиболее

перспективные пути модернизации конструкции блока, как связанные с расширением функционала, так и с повышением надежности электронной компонентной базы. В дальнейшем, в рамках дипломной работы нами рассматривается модернизация блока управления, направленная на повышение уровня безотказности автомобиля при выходе из строя цепей, не связанных непосредственно с работоспособностью автомобиля.

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании автомобиля, поскольку он определяет способность транспортного средства развивать необходимую мощность для обеспечения требуемой производительности. В рамках дипломного проекта он выполняется для подтверждения заявленных тягово-мощностных характеристик автомобиля, взятого для модернизации. Для автомобиля Лада Гранта тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автомобиля, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автомобиля, но и его эксплуатационные характеристики, такие как динамика разгона, максимальная скорость, экономичность и поведение на различных участках дороги. Важно учитывать не только тяговые характеристики двигателя, но и передачи, дифференциала и других компонентов трансмиссии, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между мощностью и моментом на колесах.

Адекватный тяговый расчет позволяет оптимизировать параметры автомобиля, повысить его эффективность и эксплуатационные характеристики, что важно как для конструкторов, так и для конечных пользователей.

Проведенная расчетная работа играет важную роль в проектировании и оптимизации ходовых качеств автомобиля, что в конечном итоге повлияет на его эффективность, надежность и удовлетворенность пользователей. Регулярное совершенствование методов расчета и анализа проведенных

расчетов позволит улучшить качество и конкурентоспособность автомобиля на современном рынке транспортных средств.

Результаты выполнения тягового расчета в виде графиков представлены в Приложении А и на листе графической части дипломного проекта.

В разделе "Модернизация блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА" было разработано техническое задание и техническое предложение для замены реле на микросхемы в блоке комфорта автомобиля, кроме этого, модернизации был подвергнут корпус блока комфорта. Также были выполнены расчеты момента затяжки крепежных винтов, необходимые для успешной реализации данной модернизации.

Исходя из проведенных расчетов и разработанных документов, можно сделать следующие выводы. Замена реле на микросхемы в блоке комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА представляет собой перспективное направление модернизации, которое может повысить надежность и эффективность работы системы в целом. Техническое задание и техническое предложение содержат необходимую информацию для успешной реализации проекта по модернизации блока комфорта. Расчеты момента затяжки крепежных винтов позволяют обеспечить правильную сборку и надежное крепление компонентов блока комфорта после замены реле на микросхемы. Для успешной реализации данного проекта необходимо обеспечить качественную интеграцию новых микросхем, тщательное тестирование системы после модернизации и соблюдение всех технических требований.

Технологический процесс сборки и установки блока комфорта автомобиля ЛАДА ГРАНТА требует тщательной подготовки рабочего места, наличия необходимых инструментов и материалов, а также строгого следования последовательности действий для достижения успешного результата.

В процессе установки блока комфорта необходимо соблюдать все меры безопасности, особенно при работе с электрическими компонентами автомобиля. Аккуратность и внимательность при выполнении каждого этапа

играют ключевую роль в предотвращении повреждений и обеспечении надлежащей работоспособности системы. Важной частью процесса является тщательное тестирование и проверка работоспособности установленного блока комфорта. Это позволяет выявить любые неисправности или ошибки в установке и устранить их до окончательной сдачи работ. Для успешного выполнения технологического процесса необходимо строго соблюдать рекомендации и инструкции производителя автомобиля и блока комфорта. Это поможет избежать непредвиденных проблем и обеспечит долгосрочную работоспособность установленного блока.

Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

На основании изложенного, можно сделать вывод о выполнении задач в рамках выполнения раздела безопасность и экологичности участка.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость модернизации изделия,  $C_{п} = 1\ 685,70$  руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену  $C_{и} = 16\ 000$  руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $\text{Эг} = 5\,000\,000$  руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматические системы транспортных средств: учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-571-4.
2. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : учебное пособие / Д. А. Едимичев, А. Н. Минкин, С. Н. Масаев [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-4289-0.
3. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет : учебное пособие / Е.В. Березина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-018271-1.
4. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 655 с.
5. Богатырев, А. В. Электронные системы мобильных машин : учебное пособие / А.В. Богатырев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по технологической операции, видам работ, оборудованию, производственному цеху, участку»
7. Круглик, В. М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта : учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 260 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006953-1.
8. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутьков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 506 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/974](http://www.dx.doi.org/10.12737/974). - ISBN 978-5-16-006053-8.

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

10. Маркина, А. А. Теория движения колесных машин : учебное пособие / А. А. Маркина, В. В. Давыдова ; М-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-7996-3263-2.

11. Набоких, В. А. Датчики автомобильных электронных систем управления и диагностического оборудования : учебное пособие / В.А. Набоких. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 239 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014160-2.

12. Новиков, В. В. Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств : монография / В. В. Новиков, И. М. Рябов, К. В. Чернышев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 384 с. - ISBN 978-5-9729-0634-5.

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

14. Песков, В. И. Конструкция автомобильных трансмиссий : учебное пособие / В.И. Песков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 146 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016247-8..

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

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

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



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

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

20.Экономика организаций автомобильного транспорта : учебное пособие / Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская, Т. Л. Якубовская, М. М. Кисель. - Минск : РИПО, 2022. - 215 с. - ISBN 978-985-895-035-4.

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

22.Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021.– 350 с.

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

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

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

Приложение А  
Графики тягового расчета

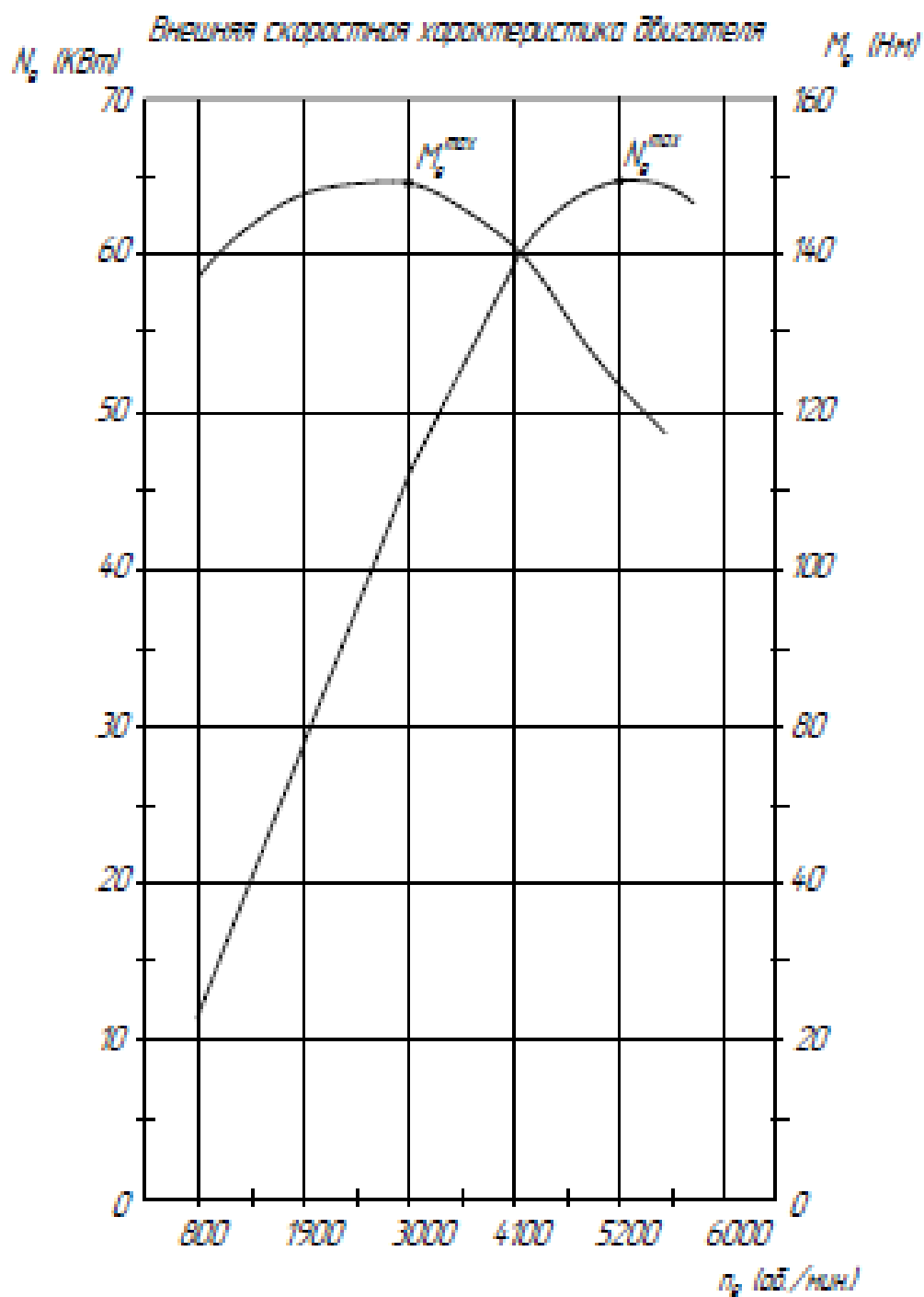


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

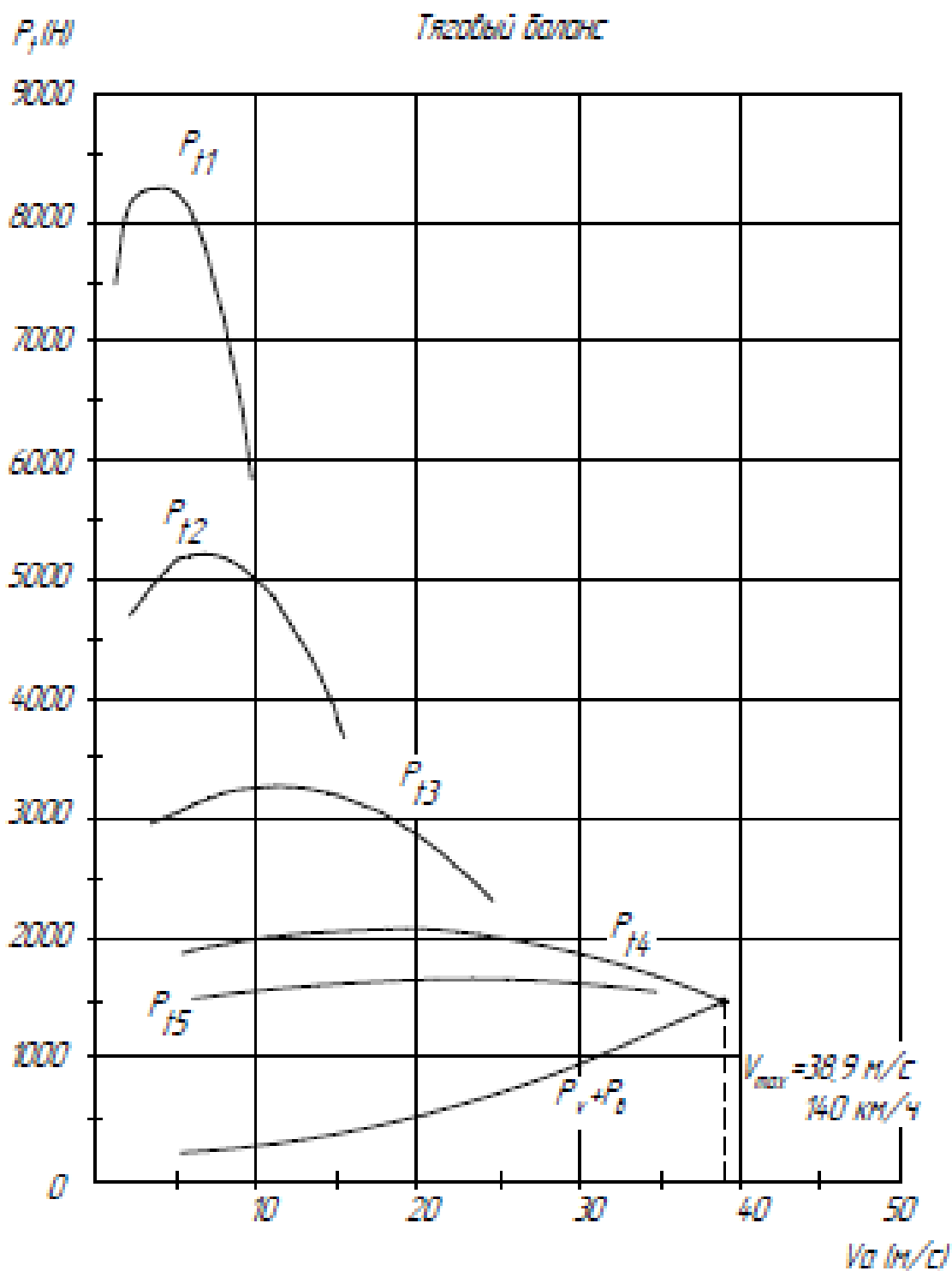


Рисунок А2 – Тяговый баланс автомобиля

Продолжение Приложения А

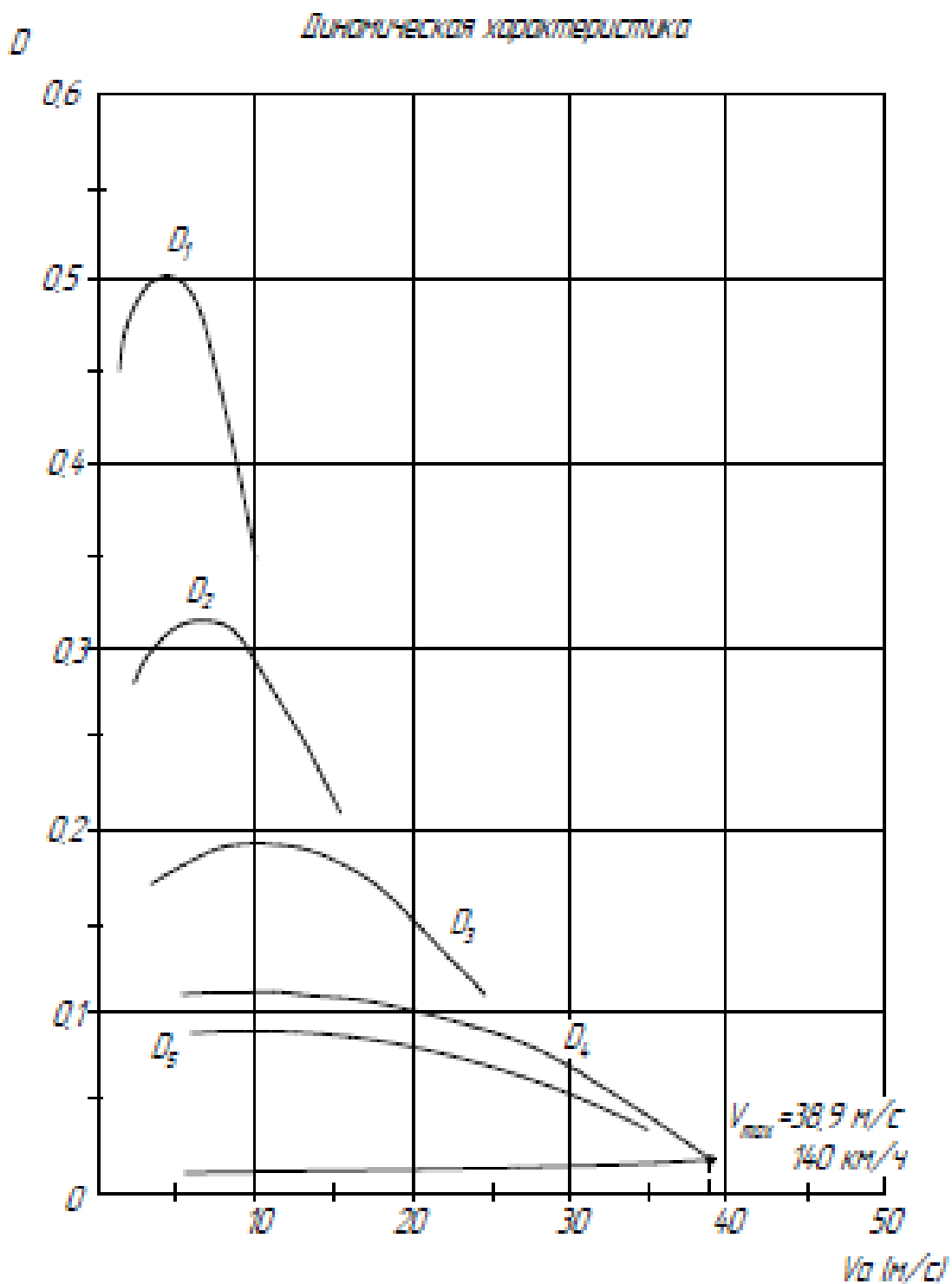


Рисунок А3 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

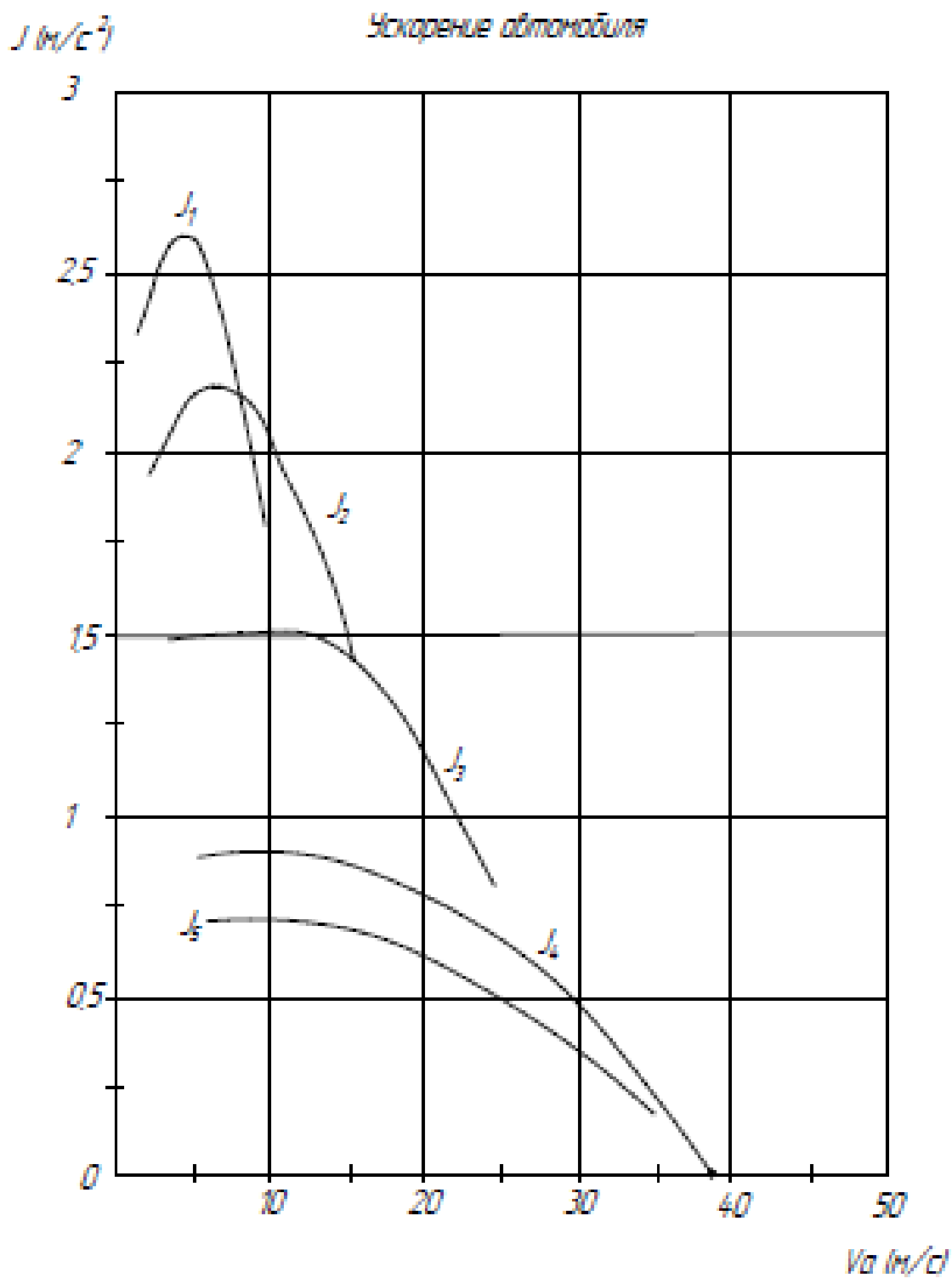


Рисунок А4 – Ускорения автомобиля

Продолжение Приложения А

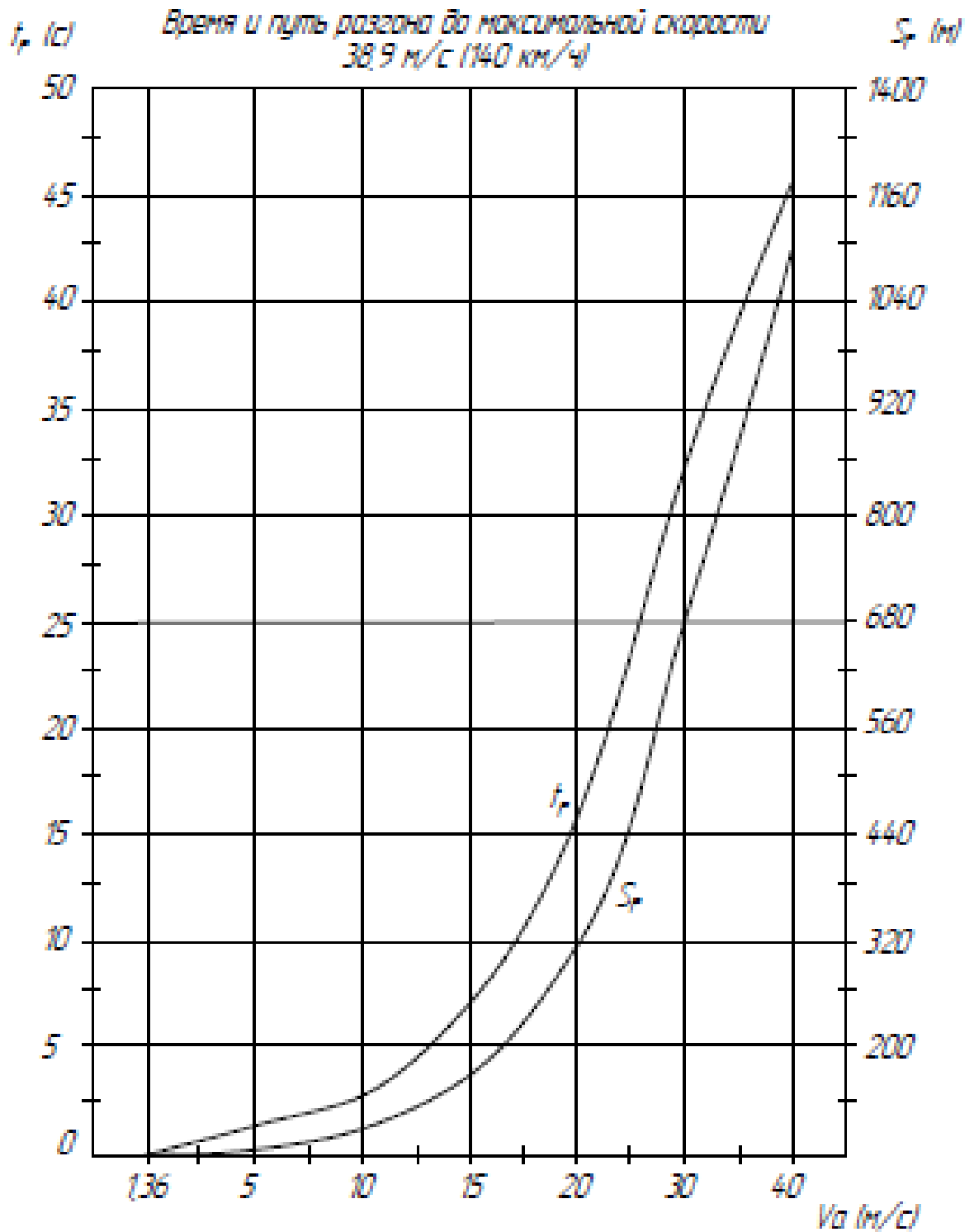


Рисунок А5 – Время и путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

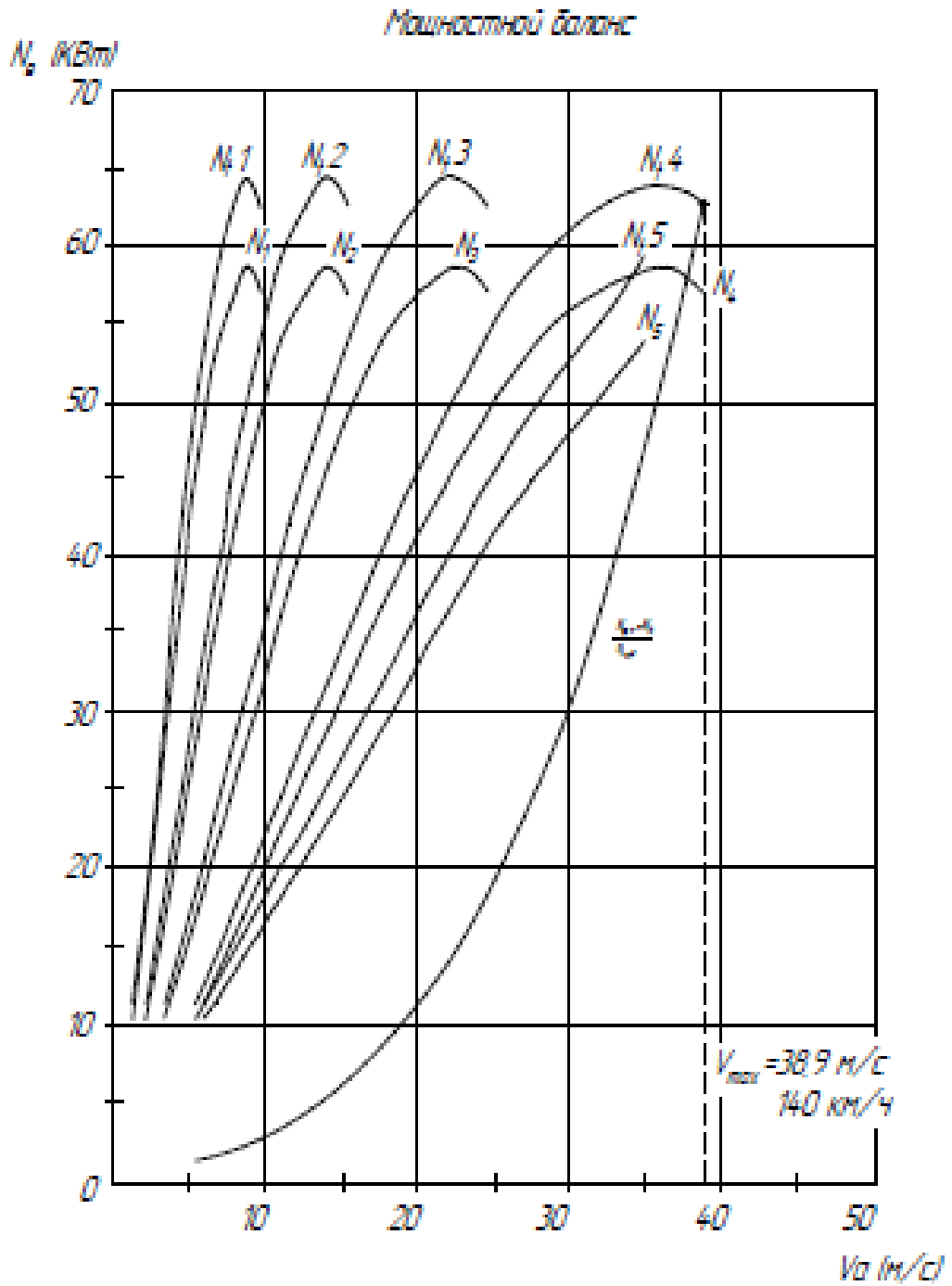


Рисунок А6 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения А

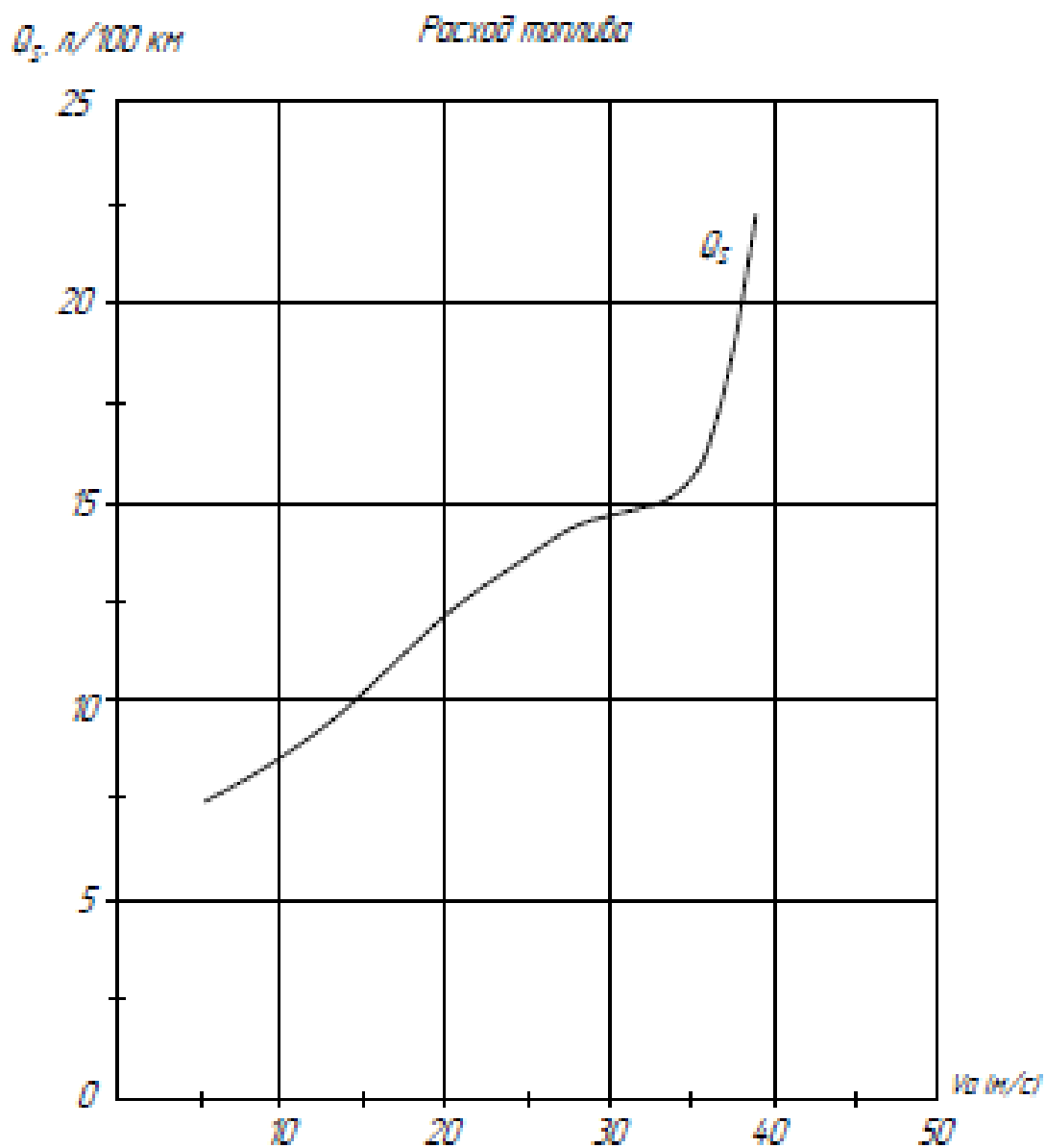


Рисунок А7 – Топливо-экономическая характеристика