

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: «Автоматическая система пожаротушения автомобиля Lada GRANTA»

Студент

М.С. Богатов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

к.э.н., доцент Е.А. Боргардт

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

к.п.н., доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

## **Аннотация**

Данный дипломный проект посвящен выбору системы пожаротушения и последующей ее установке на автомобиль Lada GRANTA.

Целью проекта – разработка предложений по установке автоматической системы пожаротушения на автомобиль Lada GRANTA.

Объект исследования - автомобиль Lada GRANTA.

Предмет исследования - генератор огнетушащего аэрозоля.

В первой части дипломного проекта изучается состояние вопроса, в том числе: основные системы пожаротушения, их технические характеристики, основные требования предъявляемые к системам пожаротушения, исторический аспект разработки и внедрения систем пожаротушения.

Вторая и последующие части дипломного проекта посвящены расчетно-технологическим аспектам автомобиля Lada GRANTA, а также конструкторским расчетам устанавливаемой системы.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки на 86 страниц, введения, в том числе 31 рисунков, 22 таблицы, списка 26 ссылок, включая 5 иностранных источников и 9 приложений, графической части на 6 листах А1 и 2 листах А3.

## **Abstract**

This diploma paper is devoted the choice of fire extinguishing system and the correct installation on a car Lada GRANTA

The aim of the project is the installation and justification of the choice of fire extinguishing systems for the localization of fires in areas of the car where the greatest probability of fire.

The object of the study will be the car Lada GRANTA.

The subject of this thesis is a fire extinguishing aerosol generator.

In the first part of the diploma, we study the state of the issue, including the main fire extinguishing systems, the technical characteristics of already known car systems, the basic requirements for systems, the history of creating fire extinguishing systems.

The second and subsequent parts of the thesis project are devoted to the theoretical and practical parts of the Lada GRANTA car, as well as the design calculations of the installed system.

The diploma paper consists of an explanatory note of 86 pages, an introduction, including 31 figures, 22 tables, a list of 26 links, including 5 foreign sources and 9 applications, a graphic part on 6 sheets A1 and 2 sheets A3.

## Содержание

Введение.....	5
1.1 Назначение и требования системы пожаротушения.....	6
1.2 Классификация систем пожаротушения.....	8
1.3 Обзор известных конструкций системы пожаротушения.....	10
1.4 История развития систем пожаротушения.....	18
1.5 Обоснование выбора системы.....	21
2 Расчётно-технологическая часть.....	21
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	25
2.2 Экономический расчет характеристик топлива автомобиля.....	48
3 Меры безопасности при установке системы пожаротушения .....	52
4 Техничко-экономическое обоснование проекта.....	56
4.1 Себестоимость системы пожаротушения.....	54
4.2 Точка безубыточности производства системы.....	59
4.3 Коммерческая эффективность установки ГОА.....	62
Заключение.....	74
Список используемой литературы и используемых источников.....	75
Приложение А Чертеж общего вида автомобиля с установленной системой пожаротушения.....	76
Приложение Б Генератор огнетушащего аэрозоля сборочный чертеж.....	77
Приложение В Чертеж генератора огнетушащего аэрозоля в разрезе.....	78
Приложение Г Чертеж электровоспламенителя.....	79
Приложение Д Обеспечение безопасности на производстве.....	80
Приложение Е Графики тягово-динамического расчета.....	81
Приложение Ж Показатели экономической эффективности.....	82
Приложение И Чертеж генератора огнетушащего аэрозоля.....	83
Приложение К Чертеж кронштейна.....	84
Приложение Л Технологический процесс сборки.....	85

## Введение

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Автоматическая система пожаротушения автомобиля Lada GRANTA»

В данном дипломном проекте предложены системы пожаротушения.

«Отрасль автомобилестроения одна из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автотранспорта имеет огромное значение для всех остальных отраслей промышленности. Инновации и разработка новых технологий также имеют немаловажное значение для развития мировой промышленности»[1].

«Основными направлениями для дальнейшего развития технического уровня автомобилей является – автоматическая система пожаротушения»[2].

Основная задача, стоящая перед автомобильным транспортом, это повышение комфортабельности и безопасности движения. Технические неисправности и различные виды аварий могут привести к возгоранию, что соответственно нарушает безопасность.

Сегодня большое внимание уделяется всему, что обеспечивает безопасность автомобиля, поэтому автоматическая система пожаротушения актуальна в наше время.

Целью данного дипломного проекта является установка, как бюджетной системы пожаротушения, которая быстро приводится в действие после нажатия кнопки, так и дорогостоящей системы с автоматическими датчиками обнаружения возгорания и устранения его. Это исключает потерю времени, жертвы людей и сильный урон автомобилю, а также повышает эффективность пожаротушения, в отличие от ручного.

## **1 Теоретическая часть**

### **1.1 Назначение и требования системы пожаротушения**

«Пожаротушение — это процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приёмов для окончательного прекращения горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения» [2].

«Следует подчеркнуть, что оборудование систем пожарной безопасности предназначается для предупреждения возникновения пожаров в автомобиле, а также к быстрому его тушению, если возгорание произошло» [2].

Выбирая те или иные автоматические средства пожаротушения, следует учитывать некоторые моменты, которые позволят установить именно то оборудование, которое сможет защитить объект, т.е. автомобиль максимально качественно.

Первое с чем нужно определиться, какое огнетушащее вещество должно использоваться в автоматической системе. Для этого следует учитывать специфику объекта и тех материальных ценностей и оборудования, которое там находится. Известно, что не все можно тушить с помощью воды или пены, иногда такое тушение приносит больше ущерба чем сам пожар.

Второй фактор, на который следует обратить внимание - это скорость устранения очагов возгорания. Правильно подобранная установка должна обеспечивать тушение возгорания до того момента, как будет гореть та или иная часть автомобиля.

Правильная автоматическая система пожаротушения – это та, которая позволит локализовать пожар и не допустит его распространение.

Следует обратить внимание на то, насколько проста в обслуживании и эксплуатации автоматическая система и какие финансовые затраты следует вкладывать, чтобы поддерживать ее функциональное состояние.

«Известно, что автомобильные системы пожаротушения достаточно просты, но в то же время очень эффективны. Они состоят из баллона с пеной или аэрозолем, трубок, насадок и датчиков. Цилиндр надежно закреплен в моторном отсеке или кабине, если под капотом нет места. Оттуда трубы и форсунки запускаются в первую очередь в моторном отсеке, потому что в большинстве случаев возгорание происходит именно там, где расположены двигатель и топливные трубки. Датчики, которые реагируют на повышение температуры и автоматически включают распыляемую пену или аэрозоль, также установлены там. Как правило, смесь тушения после срабатывания датчика подается в течение 5-30 секунд. Оптимальное время 5-10 секунд. После того, как смесь выбрасывается в воздух, начинается интенсивное сгорание, выделяется аэрозоль, содержащий большое количество углекислого газа» [2].

«Сжигание и выбросы CO<sub>2</sub> происходят так быстро, что огонь гаснет в считанные секунды. За этот период ни провода, ни двигатель, ни шланги практически не успевают пострадать. Кроме того, благодаря быстрой реакции системы, после отобрания в автомобиле, вы можете продолжать движение. Еще одной особенностью системы является то, что она может работать плавно, даже когда автомобиль переворачивается» [3].

Есть основание полагать, что такие системы могут быть установлены не только на спортивных автомобилях, но и на всех гражданских автомобилях от Оки до Порше, от небольших автомобилей до больших пассажирских автобусов. В моем случае машина Lada GRANTA. Установка довольно проста и не занимает много времени и усилий.

## 1.2 Классификация систем пожаротушения

Следует обратить внимание пожары - это не редкость, и за последние годы количество автотранспорта возросло, необходимо знать какие системы пожаротушения для автомобилей существуют и что лучше выбрать для борьбы с возгоранием.

По способу автоматизации системы пожаротушения бывают:

- «автоматическими—срабатывают в момент, когда в какой-либо среде происходит превышение пороговых контролируемых значений. Такая защита действует круглосуточно» [1];
- «Ручными» [1].

По используемому веществу пожаротушения системы бывают:

- «пенные – основным веществом для ликвидации пожара является пена. Пена кратна, ее требуется гораздо меньше, чем воды, с помощью нее можно потушить пожары больших площадей и горючие жидкости» [1];
- «водяные – недорогая и сама распространенная система пожаротушения. Она достаточно эффективна, если речь не идет о возгорании химических веществ. Однако, у данной системы есть и свои недостатки. Для тушения пожара водой – ее требуется много, вода наносит большой материальный ущерб, для тушения пожара требуется наличие конструкций, которые обеспечат бесперебойное водо- (насосы, резервуары, колонки) и энергопотребление» [1];
- «газовые – системы пожаротушения, где основным элементом выступает газ. В соответствии с принципом работы газовое пожаротушение - это такое, при котором газ вытесняет кислород (азот, инерген, аргон, углекислый газ), исключая при этом возможность сгорания, и те, в которых газ вступает в реакцию торможения



(замедления) с продуктами сгорания (это фреоны) замедляет горение или полностью его устраняет. Система газового пожаротушения смертельна для людей, она используется только там, где есть исторические ценности, дорогостоящее оборудование или инновационные решения, которые нельзя повредить» [1];

- «порошковые - в этих системах используется специальный порошок. Системы были разработаны для устранения пожаров классов А, В, С, а также для тушения живых устройств. Запрещено использовать в помещениях с большим количеством людей» [1];
- «аэрозоли - не используются для тушения пористых веществ, сыпучих и других, которые горят внутри, а не снаружи; химические вещества и смеси, горение которых возможно без кислорода; пирофорные вещества, гидриды металлов и порошкообразные металлы, а также в местах скопления людей» [1];
- «тонкодисперсионные - данная система пожаротушения ликвидирует пожары, распыляя воду. При ней воды тратится намного меньше в сравнении с классической водяной системой пожаротушения, как следствие, материальный ущерб от ее применения меньше, а эффективность выше» [1].

По своему назначению системы пожаротушения подразделяются на следующие:

- для защиты стационарных объектов,
- для защиты наземного транспорта,
- для защиты речного и морского транспорта (судовые системы).

Все предлагаемые системы пожаротушения обладают следующими свойствами:

- экологически абсолютно безопасны, не содержат ядовитых компонентов, а также веществ, разрушающих озоновый слой Земли;
- работоспособны в очень широком температурном диапазоне от – 50 до + 95 градусов по Цельсию (от минус 40°C до плюс 95°C для TRV);
- благодаря используемым огнетушащим составам, могут быть успешно применены для ликвидации горения различных по своей структуре веществ, - твердых, жидких, газообразных, а также электрического оборудования, находящегося под высоким напряжением;
- «оригинальная конструкция модульных огнетушащих средств и простая схема их включения позволяют создавать системы в 3-4 раза дешевле, чем дождеватели и паводковые воды (не TRV), и в 8-10 раз - чем газ (углекислый газ)» [1].
- «установка пороховых и расширительных клапанов, генераторов огнетушащего аэрозоля и модульных систем на их основе не представляет трудностей и не требует специальной подготовки для монтажников и осуществляется с использованием самых распространенных монтажных инструментов. Эти средства пожаротушения не требуют серьезного обслуживания в течение всей жизни. Достаточно внешняя проверка и проверка целостности электрических кабелей и соединений» [1].

### **1.3 Обзор известных конструкций системы пожаротушения**

В настоящее время в РФ и в других странах большее распространение качественных систем пожаротушения приняло на вооружение генераторы огнетушащего аэрозоля или средства аэрозольного пожаротушения.

Факты заключаются в том, что «более высокие показатели эффективности, надежности и экологической безопасности, а также относительно низкая стоимость технологий локализации аэрозольного пожара по сравнению с традиционными методами пожаротушения (газ, порошок)» [2].

«При разработке современного ГОА разработчики стремятся свести к минимуму потери аэрозольных огнетушителей, попадающих в зону горения. При идеальной конструкции ГОА, когда его огнетушащая способность практически равна эффективности пожаротушения АОС (огнетушащей способности открытого тестера), удельные характеристики общей массы продукта значительно уменьшаются (например, , соотношение между массой генератора и защищаемым объемом). в итоге стоимость защиты кубометра снижается» [2].

«Следует отметить, что высокая огнетушащая способность генератора аэрозоля не будет иметь решающего значения при наличии больших размеров высокотемпературных зон и зон с риском пожара из аэрозольной струи и тела генератора. Необходимо уменьшить размеры этих зон, поскольку это, благодаря минимизации воздействия при высокой температуре, является условием максимальной сохранности оборудования, не подверженного воздействию огня. Актуальной задачей является также максимальная очистка аэрозольного огнетушителя от горячего конденсированного шлака и других механических примесей, таких как «чистый» противопожарный аэрозоль, который не повреждает оборудование, а его остатки успокаиваются после тушения пожара на поверхности в виде пыли, они легко удаляются без вреда для окружающей среды. Все эти требования к аэрозольному пожаротушению формируют дизайн современного уровня ГОА» [2].

«При всех известных способах охлаждения в аэрозольной струе присутствуют горячие частицы различного происхождения, способные непосредственно зажигать горючие материалы, то есть увеличиваются размеры

зон пожара» [2]. «Сам по себе огнетушащий спрей еще недостаточно хорошо очищен, то есть вероятность сохранения целостности оборудования, не подверженного пожару при контакте с примесями, содержащимися в аэрозоле. пожаротушение уменьшается» [2].

Целью работы является установка и выбор системы пожаротушения с максимальной огнетушащей способностью, генерирование хорошо очищенного аэрозоля огнетушителя с минимальными размерами высокотемпературных зон и зон пожароопасности. Задача была решена специалистами ЗАО «Источник Плюс» [2]. «Охлажденный генератор эжектора был разработан для удовлетворения требований. Генератор огнетушащего аэрозоля помимо операций на стационарных сооружениях, имеет модификации, позволяющие использовать его для противопожарной защиты электрических отсеков, двигателей, сантехников, насосов и багажа транспортных средств различного назначения (автомобильные, железнодорожные, водные и так далее)» [2].

Исход данного выбора:

- Сохраняя хорошую характеристику и эксплуатацию данных систем, представленные генераторы огнетушащего аэрозоля подают в зону поражения огнем без всякого мусора и раскаленных частиц аэрозольного вещества и прочих механических примесей, тем самым не причиняют окружающей среде вред.
- Прослойка данных аэрозолей из термостойкой силиконовой прослойки очень хорошо защищена от различных вибраций на заряд данного ГОА, тем самым увеличивается обеспечение надежной способности держать заряд без лишнего spryska на подвижном транспорте при тряске на дорогах.

Чаще всего применяют аэрозольные системы пожаротушения:

- здания заводов, места складирования и хранения товаров, лаборатории;

- трансформаторные подстанции, электрощитовые;
- панели, шкафы и тоннели для прокладки коммуникаций, помещения со сложным оборудованием;
- гаражи и крытые стоянки для автомобилей;
- пожароопасные отсеки в автомобилях

«При возгорании частицы горючих веществ, отделяющиеся от основной массы материала при пиролизе, сильном нагревании в первоначальном очаге пожара, активно соединяются с молекулами  $O_2$ , окисляясь с выделением большого количества тепловой энергии, что приводит к цепному, нарастающему развитию реакции горения, распространению открытого огня. При срабатывании аэрозольной установки тушения мельчайшие частицы, образовавшиеся при горении специального твердотопливного заряда, по сути, дымовой шашки, попадая в защищаемое помещение, корпус/отсек, технологическую нишу под воздействием давления смеси газов, также выделяющихся после воспламенения заряда генератора, быстро распространяются по всему объему защищаемого помещения. Аэрозольные частицы, будучи более активными, чем молекулы  $O_2$ , быстрее соединяются с молекулами горючего вещества, что приводит сначала к замедлению, а потом и к полному прекращению всего процесса горения, снижению выделения тепловой энергии, необходимой для его поддержания. Даже после окончания работы ГОА, образовавшееся облако огнетушащего аэрозоля еще несколько десятков минут, что в прямой зависимости от типа, размера(массы), твердотопливного заряда, объема защищаемого помещения (отсека), находится во взвешенном виде, сохраняя необходимую концентрацию, исключаящую возможность вторичного возгорания» [23].

Система пожаротушения «Пирокорд» (см. рисунок 1) выглядит как обычная веревка, но внутри наполнен специальным веществом с микрокапсулами в которых находится газ, при воздействии температуры капсулы раскрываются газ выходит - происходит процесс тушения. Он

компактный и его возможно поместить в большинство автомобилей, но газ находится в микрокапсулах и выходит только в местах нагрева

Система пожаротушения использует воздействие определенного количества пожаротушающего вещества, будь то порошок газ, аэрозоль или даже банальная вода, и в текущем случае по причине наличия газа в большом количестве микрокапсул, газ может выйти не из всех капсул. «Пирокорд предназначен для тушения пожаров классов А, В, С, Е, работает как интеллектуальная система пожаротушения. Воздействие температуры на его компоненты для активации ведет к заполнению огнетушащим веществом и созданию необходимой огнетушащей концентрации в защищаемом объеме. Выпускается в форме эластичного огнетушащего шнура, внешним диаметром не более 6 мм, с радиусом изгиба в несколько мм. Способен защищать объемы до 10 м<sup>3</sup>. Иницируется в одной точке и срабатывает по всей длине, обеспечивая подачу огнетушащего газа даже в полости, разделенные перегородками не доступные иным средствам тушения» [5].



Рисунок 1 - Система пожаротушения «Пирокорд»

«Система пожаротушения «Буран» (см. Рисунок 2) - это порошковый модуль пожаротушения, выглядит как бак огнетушителя, устанавливается

совместно с датчиками, позволяющими определить начало пожара, дополнительно может комплектоваться принудительным пуском (кнопка в салоне). Плюсы данного устройства в том, что в нем используется порошковое пожаротушение, крайне надежно, минимум вреда для человека» [3].

Технические характеристики «Буран»:

- Масса модуля с держателем: 4.7 кг.;
- Продолжительность подачи огнетушащего порошка: не более 1.0 с.;
- Быстродействие: от 1 до 10 с.;
- Масса заряда огнетушащего порошка: 1,65 кг
- Температурные условия эксплуатации: от минус 50<sup>0</sup>С до плюс 95<sup>0</sup>С.



Рисунок 2 – Система пожаротушения «Буран»

«Система пожаротушения «Допинг» (см. Рисунок3) - это генератор огнетушащего аэрозоля, представлен как небольшой бочонок (существуют и более компактные форм-факторы чем на картинке), устанавливается совместно с датчиками, позволяющими определить очаг возгорания, дополнительно может комплектоваться принудительным пуском (кнопка в салоне). «Следует отметить, что габариты меньше порошковых модулей, на тот же защищаемый объем,

незначительно дороже порошковых, но ощутимо дешевле газовых установок. Данный факт является самой выгодной и удобной по установке системой» [4]. «Огнетушитель запускается от источника тока напряжением 12-36 В, от воздействия теплочувствительного шнура открытого пламени или температуры выше 200 ° С» [4].

Технические характеристики «Допинг-2»:

- «защищаемый объем на один огнетушитель: 2 куб.м.» [4];
- «время работы - не более 20 сек.» [4];
- «время тушения пожара- 4-10 сек.» [4];
- «масса: 1,3+0,2 кг.» [4];
- «температура эксплуатации от -50°С до +95°С» [4];
- «допускается кратковременное (до 8 часов) повышение температуры - до 120°С» [4];
- «ток запуска: от 1,5А до 3А» [4];
- «время запуска не более: 2 сек» [4].



Рисунок 3 – Система пожаротушения «Допинг»



«Система пожаротушения «Подкова» (см. Рисунок 4) - это автономная установка газового пожаротушения, представляет из себя гибкую трубку, заполненную газом в жидком состоянии, может срабатывать автономно (от воздействия огня или температуры), либо приводится в действие принудительным пуском (кнопка из салона авто). Плюсы данной системы нет необходимости в дополнительных источниках питания в автономном режиме, газ выходит в полном объеме. Одна из самых недорогих в сегменте газового пожаротушения, а вот минусы в том, что она одноразовая и необходим периодический контроль на целостность трубки и наличия газа в ней» [6].

Технические характеристики «Подкова»:

- «Длина корпуса установки:  $1,7 \pm 0,1$  м» [5];
- «Максимальный защищаемый объём не более:  $1,0$  м<sup>3</sup>» [5];
- «Температура срабатывания:  $160$  °С» [5];
- «Время тушения не более  $7$  с» [5];
- «Масса установки не более  $800$  г» [5];
- «Минимальный радиус изгиба:  $0,5$  м» [5];
- «Масса огнетушащего вещества:  $500 \pm 50$  г» [5];
- «Классы загораний и пожаров А, В, Е по ГОСТ 27331-87» [5];
- «Температура эксплуатации от:  $-40$  °С до  $+80$  °С» [5].



Рисунок 4 – Система пожаротушения «Подкова»

#### **1.4 История развития систем пожаротушения**

Огонь является не только процессом горения, но и достаточно опасным объектом для человека и имущества, что его окружает. Человек своими действиями может неправильно потушить различные очаги возгорания, а также может не вовремя среагировать. Поэтому, любая система пожаротушения является необходимой.

Одной из самых распространенных и эффективных классификаций систем пожаротушения являются те чьи действия направлены на использование огнетушащих аэрозолей. Они представляют собой установки и средства пожаротушения, в нужный момент выпускающие в разных областях аэрозоль с высокой огнетушащей способностью. По сравнению с другими методами и технологиями борьбы с возгораниями, аэрозоли, состоящие из горюче-связующего и окислителя, показывают весьма хорошие результаты.

«Техническая история в которой основным инструментом борьбы с возгоранием является аэрозоль, насчитывает почти два века. Ещё в 1814 году был

описан процесс, в ходе которого пламя гасит трехкомпонентная смесь из низкокачественного пороха (с крупными зёрнами, горящего медленно и обладающего высокой фугасностью, но малой бризантностью), воды и глины» [5]. Уже тогда было отмечено, что состав (Петр Шумлянский – «описан в книге «Дополнения к сочинению о способах против пожаров» [3]) несовершенен: получающаяся взвесь эффективно действует только в замкнутом пространстве.

«Неэффективность системы пожаротушения, разработанного Шумлянским, не смутила его идейных последователей. И первыми среди них были как известно не соотечественники: примерно 30 лет спустя примитивные, но довольно действенные способы борьбы с огнем были разработаны в Австрии и Саксонии» [3].

«В Австрийской империи автором методики пожаротушения с помощью дыма стал сам Эрцгерцог» [4]: он использовал простую рубленую солому, которой буквально устилались полы и цоколи помещений архивов. В Саксонии честь продолжить идеи Петра Шумлянского выпала инженеру Кюну. Он упростил смесь для пожаротушения до одного компонента — дымного пороха очень низкого качества. Стеклообразные сосуды с низкокачественным порошком показали высокую эффективность при тушении локальных возгораний в помещениях, которые можно было герметично закрыть.

«Чуть позже — на этот раз снова в России — по-настоящему научное обоснование пожаротушения с помощью газа предложил Колесник-Кулевич [70-е и 80-е гг. XIX века]» [6].

Неэффективность первых аэрозольных средств и систем пожаротушения привела к тому, что работы по направлению «аэрозольное пожаротушение» в России были практически свернуты, не успев начаться.

Последующие моменты - это поднятие идей про то что можно с пожарами справлять и с помощью аэрозольных систем пожаротушения, произошло только в конце века. «Именно тогда — в 80-е — совместные исследования ВНИИПО,

НИИПХ и СКТБ «Технолог» позволили по-новому взглянуть на не решенные проблемы аэрозольного пожаротушения». Среди них — разработка составов, которые работали бы в широком диапазоне условий, создание стационарных установок, которые защищали бы здания от огня, и обеспечение постоянной готовности таких устройств.

«В 90-е годы к работе присоединилось АО «Гранит-Саламандра». Работы АО, проводимые на основе весьма солидной научной базы, стали поворотным пунктом в развитии технологии аэрозольного пожаротушения в России» [6].

Современные установки пожаротушения, которые справляются с возгораниями путем впрыскивания в очаги возгорания огнетушащего аэрозоля, представляют собой высокоэффективные и надежные агрегаты. Выпускаются как стационарные устройства, работающие в автоматическом режиме, так и ручные, которые буквально забрасываются в очаги возгорания, где произошло возгорание.

Установки представляют собой целостное техническое решение, среди компонентов которого:

- генератор огнетушащего аэрозоля;
- аэрозолеобразующий огнетушащий состав (твердотопливный);
- система управления.

Выпускается несколько типов генераторов, отличающихся по следующим характеристикам:

- масса аэрозолеобразующего огнетушащего состава;
- температура аэрозольной смеси на срезе сопла генератора;
- огнетушащая способность аэрозоля (указывается в килограммах исходной смеси на кубический метр площади помещения);
- скорость, с которой расходуется аэрозоль.

Широкий диапазон габаритов генераторов, массы аэрозолеобразующего состава и скорости расхода аэрозоля позволяет подобрать модель генератора для помещений самых разных типов.

Существенным отличием системы пожаротушения, действие которой основано на использовании огнетушащего аэрозоля, от систем, борющихся с пожарами с применением газов и порошков, является их безопасность для защищаемого имущества и окружающей среды (в отношении инертных газов преимущества в данном случае нет). Как альтернатива системам, использующим хладоны, генераторы огнетушащих аэрозолей являются более безопасными и для человека, и для автотранспорта, и для окружающей среды. Более того, с решением проблемы факела пламени, появляющегося во время работы устройства, область использования генераторов аэрозоля весьма расширилась.

За годы производства разных систем пожаротушения, инженерам и помощникам по установке удалось уменьшить множество пожаров в различных условиях.

### **1.5 Обоснование выбора системы**

По результатам анализа была выбрана система пожаротушения «Допинг», так как в настоящее время нужна надежная и доступная система безопасности, как человека, так и автомобиля, данная система оптимальна для выбранного автомобиля, габариты меньше порошковых модулей, на тот же защищаемый объем, дешевле порошковых, но дешевле газовых установок и прост в установлении. Генератор огнетушащего аэрозоля «Допинг-2» разработан и назначение его защита и тушение пожаров автотранспортного средства. При его разработке были учтены все требования по производству систем пожаротушения, подбиты под все ГОСТы, предъявляемые к объекту.

«Запуск данной системы может происходить в автоматическом режиме, либо же с помощью кнопки установленной в салоне автомобиля на приборной панели (см. рисунок 5.). Называется принципом дублирования»[3].



Рисунок 5 – Пусковая кнопка ГОА

«Устанавливается данный генератор в пожароопасных местах автомобиля, например, в моторном отсеке, отсек отопителя, топливный отсек (см. Рисунок 6)» [4].

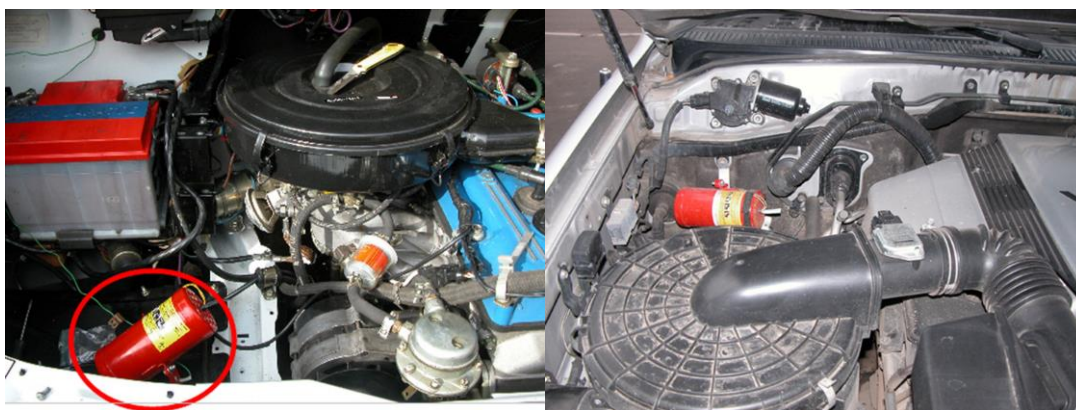


Рисунок 6 - Установка Допинга

«Для более полного ознакомления с системой и автомобилем определены тяговый расчет автомобиля. Произведена оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка общественности значимости проекта и определена стоимость всей системы пожаротушения и ее установки» [5].

Таким образом, по данному разделу изучили существующие системы пожаротушения, которые оптимально подойдут для данного автомобиля и была сформирована задача: определить детали, которые будут входить в данную конструкцию, а также наглядное изображение того, как будет выглядеть установка автоматической системы пожаротушения. В полной мере изучили историю создания системы пожаротушения и разобрали все их классификации, что является важным для исключения всех возможных недоработок, которые могли привести к неисправной работе, данной конструкции.

## 2 Расчётно-технологическая часть

Расчет тяговых и динамических характеристик автомобиля Lada GRANTA.

Для начала расчета необходимо предоставить данные об автомобиле Lada GRANTA (см. таблицу 1)

Таблица 1- Исходные данные

Колесная формула	4,2
Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводная
Длина ( в мм)	4350
Ширина (в мм)	1680
Высота (в мм)	1420
Снаряженная масса $m_0$ (в кг)	1088
Шины	185/65 R 14
Коэффициент сопротивления качению $f_0$	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x$	0,32
Передаточное число главной пары	3,9
Передаточное число коробки передач	1,95
Двигатель	1,6 л, 16 клапанов
$N_{e\max}$ , кВт/об/мин	74/5600
$M_{e\max}$ , Нм/об/мин	145/4000
$n_{e\min}$ , об/мин	800-1000
Максимальная скорость $V_{\max}$ , км/ч (м/с)	180 (50)
Коэффициент уклона	0,3
Количество мест	5
Максимальная частота вращения коленчатого вала — $\omega_{e\max}$	$630\text{ с}^{-1}$ (6016 об/мин)



## 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

### 2.1.1 Последовательность тягового расчета

Параметры, определяемые техническим заданием: тип автомобиля, грузоподъемность  $m_T$  или пассажировместимость, максимальная скорость  $V_{max}$  автомобиля и соответствующее значение коэффициента дорожного сопротивления  $[\psi_v]$ , максимальное сопротивление, преодолеваемое автомобилем на первой передаче,  $\psi_{max}$  (или  $D_{max}$ ), тип двигателя (с искровым зажиганием или дизель), колесная формула.

Выбираем параметры: снаряженная масса автомобиля  $m_0$ , лобовая площадь  $F$ , распределение массы по осям груженого автомобиля, угловая скорость коленчатого вала  $\omega_N$  двигателя при максимальной мощности  $N_{max}$ , механический коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии  $\eta_{тр}$ , коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$ . Величина этих параметров задается на основании экспериментов и статистических данных по существующим моделям автомобилей, аналогичным проектируемому, с учетом тенденции развития автомобильной техники и перспективного типажа автомобилей.

«Расчетные характеристики и зависимости» [6]: «максимальная мощность двигателя  $N_{max}$ » [6], «передаточное число главной передачи  $U_0$ » [6], «передаточные числа коробки передач  $U_k$  и раздаточной коробки  $U_d$ , а также зависимости» [6]:

### 2.1.2 Тягово-динамический расчет

Для выполнения тягового расчета необходимо определить снаряженную массу автомобиля  $m_0$ . На первом этапе проектирования ее находим ориентировочно, исходя из грузоподъемности, назначения, первоначально

задуманной конструктором компоновки автомобиля на основе накопленного статистического материала, то есть опираясь на среднюю величину отношения грузоподъемности  $m_r$  к снаряженной массе  $m_0$  автомобиля.

При отсутствии подробных данных по удельной грузоподъемности можно их принять по таблице 2.

$$\eta_m = m_r / m_0 \quad (1)$$

Таблица 2 - Удельная грузоподъемность автомобилей

Тип автомобилей	$\eta_m$
Легковые	
Особо малого класса	0,32 – 0,56
Малого класса	0,28 – 0,46
Среднего класса	0,26 – 0,30
Большого класса	0,21 – 0,25
Высшего класса	0,16 – 0,18

«Полная масса автомобиля находится по формуле»[7]:

$$\langle m_a = m_0 + m_{\text{ч}}(n) + m_{\delta} \rangle [8] \quad (2)$$

где « $m_0$  – снаряженная масса автомобиля, (кг)» [8];

« $m_{\text{ч}}$  – 75 кг масса человека;

$n$  – число пассажиров, включая водителя» [8];

« $m_{\delta}$  – вес багажа по 10,0 кг на  $y$  пассажира» [9].

$$m_a = 1088 + 375 + 50 = 1513 \text{ кг.}$$

«Для подбора шин необходимо знать нагрузку, приходящуюся на одно колесо, а для этого – распределение нагрузки по осям автомобиля» [9].

«У легковых автомобилей распределение нагрузки от полной массы по осям зависит в основном от компоновки: у автомобилей, имеющих классическую компоновку, на заднюю ось приходится 52-55% нагрузки от полной массы, у

автомобилей с задним расположением двигателя 56-60%, у переднеприводных 40-45%, у полноприводных 45-55%» [10].

«Зная размер шин, определяем статический радиус колеса»[10]:

$$r_{ст}=0.5*d+\lambda_z*H \quad (3)$$

« $d = 14$  – посадочный диаметр, дюймы ( $= 0.356$  м)» [10]

« $\lambda_z = 0.86$  – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин»[11]

« $H/V = 65$  –соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %»[12]

« $V = 0.185$  – ширина профиля шины, м»[12]

« $H = 65 * 0.185 = 0.120$  – высота профиля шины, м»[13]

$$r_{ст} = 0.5 * 0.356 + 0.86 * 0.120 = 0.28 \text{ м}$$

$$r_{ст} \approx r_d \approx r_k = 0.28 \text{ м}$$

«На дорогах с твердым покрытием  $r_{ст} \approx r_d \approx r_k$ , где  $r_d$  – динамический радиус колеса;  $r_k$  – радиус качения колеса»[15].

Затем выбираем параметры обтекаемости автомобиля: коэффициент аэродинамического сопротивления и лобовую площадь автомобиля.

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$  зависит от формы и качества окраски автомобиля.  $C_x=0,32$ .

Часто применяемый в литературе коэффициент обтекаемости  $k$  связан с  $C_x$  следующей зависимостью:

$$k=C_x \cdot \rho/2 \quad (4)$$

«где  $\rho$  –плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм рт.ст.)»[13],  $\rho=1,293$ .

$$k=0,32 \cdot 1,293/2=0,207 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4.$$

«При расчетах лобовую площадь  $F$  легковых автомобилей со стандартным кузовом определяют по приближенной формуле»[15]:

$$F=0,8 \cdot B_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}, \quad (5)$$

где  $B_{\Gamma}$  – общая ширина автомобиля, м;

$H_{\Gamma}$  - общая высота машины, м.

$$F=0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,42=1.908 \text{ м}^2$$

Среднее значение коэффициентов  $C_x$ ,  $k$  и площади  $F$  (см.таблицу 3)

Таблица 3 - Параметры обтекаемости автомобилей

Автомобили	F, м <sup>2</sup>	C <sub>x</sub>	k, Н·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>
Легковые	1,6 – 2,6	0,3 – 0,52	0,2 – 0,35

«Механический КПД всей трансмиссии может приниматься постоянным для всех передач, так как происходящее увеличение потерь мощности на преодоление трения в зубчатых зацеплениях при включении низших передач в коробке компенсируется одновременным уменьшением гидравлических потерь в агрегатах трансмиссии»[14].

«В расчетах могут приниматься следующие средние величины КПД для автомобилей»[15] (см. Таблица 4).

Таблица 4 - КПД трансмиссии автомобилей

Типы автомобилей	КПД
Легковые	0,92 – 0,90

«При малой скорости автомобиля (до 10-15 м/с) коэффициент сопротивления качению  $f$  можно считать постоянным». «При движении автомобиля с большой скоростью коэффициент возрастает из-за энергетических потерь в шине».

Для определения коэффициента сопротивления качению в зависимости от скорости можно воспользоваться эмпирической формулой:

$$f=f_0(1+V^2/2000), \quad (6)$$

«где  $f_0$  - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью»[16];

« $V$  – скорость автомобиля» [17], м/с.

$$f = 0,012 \cdot (1+50^2/2000)=0,027.$$

«При движении по мягкому грунту, песку и снегу, учитывая большое количество различных факторов, влияющих на величину коэффициента, в расчет вводят его средние значения (см. Таблица 5).

Таблица 5 - Коэффициент сопротивления качению

Тип и состояние дорог	f
Асфальтобетонное и цементобетонное шоссе:	
– в отличном состоянии	0,012 – 0,018
– в удовлетворительном состоянии	0,018 – 0,020
Булыжная мостовая	0,023 – 0,030
Дорога с гравийным покрытием	0,020 – 0,025
Грунтовая дорога:	
– сухая укатанная	0,025 – 0,035
– после дождя	0,050 – 0,15
Песок	0,10 – 0,30
Укатанный снег	0,03 – 0,05

«Коэффициент сцепления в продольном направлении  $\phi$  для разнообразных типов дорожного покрытия» [17] (см. Таблица 6).

Таблица 6 - Коэффициент сцепления колес с дорогой

Тип дорог	Состояние поверхности	
	Сухая	Мокрая
Асфальтобетонное и цементобетонное шоссе	0,7 – 0,8	0,35 – 0,6
Дорога с щебеночным покрытием	0,6 – 0,7	0,30 – 0,40
Грунтовая дорога	0,5 – 0,6	0,20 – 0,40
Лед	0,1 – 0,2	0,10 – 0,20
Снег	0,2 – 0,3	0,20 – 0,30

Продолжение таблицы 6

### 2.1.3 Расчет передаточный чисел

«Передаточное число главной передачи  $U_0$  определяется, исходя из максимальной скорости автомобиля»[18]:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}, \quad (7)$$

«Где  $\omega_{\max}$  – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя»[19];

« $U_k$  – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля» [20] (передаточное число дополнительных редукторов, если они есть, учитываются в знаменателе).

$$U_0 = \frac{0,28}{0,78} \times \frac{630}{50} = 4.523 \quad (8)$$

В дальнейшем  $U_0$  принимаем 3,9.

«Высшая передача в коробке передач заднеприводных автомобилей с передним расположением двигателя бывает прямой или повышающей. Для двухвальных коробок передач переднеприводных автомобилей и у заднеприводных с задним расположением двигателя обычно применяют повышающую передачу. Передаточное число повышающей передачи принимается 0,65-0,8»[21].

При определении  $U_0$  по максимальной скорости  $V_{max}$  задаются максимальной угловой скоростью  $\omega_{max}$ . Для легковых автомобилей  $\omega_{max}=650\dots400$  рад/с.

Правильность выбора передаточного числа  $U_0$  определяется по мощностному балансу автомобиля, при этом  $V_{max}$  должна быть в пределах  $(1,0\dots1,35) V_N$  – скорости, соответствующей максимальной мощности на ведущих колесах.

«Главные передачи заднеприводных легковых автомобилей имеют передаточные числа 3,1-4,9, а переднеприводные – 3,7-5,1»[21].

#### 2.1.4 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

«Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля  $N_v$  (в Вт) по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии» [22]:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \times \psi_v \times V_{max} + \frac{c_x}{2} \times \rho \times F \times V_{max}^3) \quad (9)$$

«где  $\psi_v$  – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля»[23];

«Для легковых автомобилей коэффициент суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэффициенту качения при максимальной скорости» [24].

$$\psi_v = f = 0.027$$

$$G_a = m_a * g \text{ – полный вес автомобиля, Н}$$

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

$$N_v = \frac{1}{0.92} \times (1513 \times 9.81 \times 0.027 \times 50 + 0.207 \times 1.908 \times 50^3) =$$

$$= 75442 \text{ Вт} \approx 75.44 \text{ кВт}$$

«Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа»:

$$N_{\max} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (10)$$

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

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

«Принимаем  $\lambda = 1.11$ »

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_V}{\lambda} = \frac{630}{1.11} = 568 \text{ с}^{-1}$$

Значения коэффициентов для расчета внешней скоростной характеристики (см. таблицу 7).

Таблица 7 Значения коэффициентов для расчета внешней скоростной характеристики

Тип двигателя	a	b	c
Карбюраторный	1	1	1

$$N_{\max} = \frac{75442}{1 \cdot 1.11 + 1 \cdot 1.11^2 - 1 \cdot 1.11^3} = 77419 \text{ Вт} \approx 77.42 \text{ кВт}$$

По полученным значениям  $N_{\max}$ ,  $N_V$  и формуле (11) рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя:

«Эффективная мощность двигателя»[25]:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[ a \times \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right) + b \times \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \times \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (11)$$

« $\omega_e$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала»[26]

« $N_e$  – текущее значение эффективной мощности двигателя, кВт» [26]



«Эффективный момент двигателя»[27]:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (12)$$

«Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала»[27]:

$$\omega_{\min} = 100 \text{ с}^{-1}$$

В дальнейшем применяем  $N_{\max}=74 \text{ кВт}$ ,  $M_{\max}=145 \text{ Нм}$ .

Результаты расчетов сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты расчетов частоты, эффективной мощности и эффективного момента, для построения графика внешнескоростной характеристики двигателя (см. Рисунок 7)

$\omega_e, \text{с}^{-1}$	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
$N_e, \text{кВт}$	15.61	24.96	34.57	44.06	53.05	61.18	68.05	73.29	76.53	77.38	75.47
$M_e, \text{Нм}$	156.1	163.1	167.8	170.1	170.0	167.6	162.8	155.6	146.0	134.1	119.8

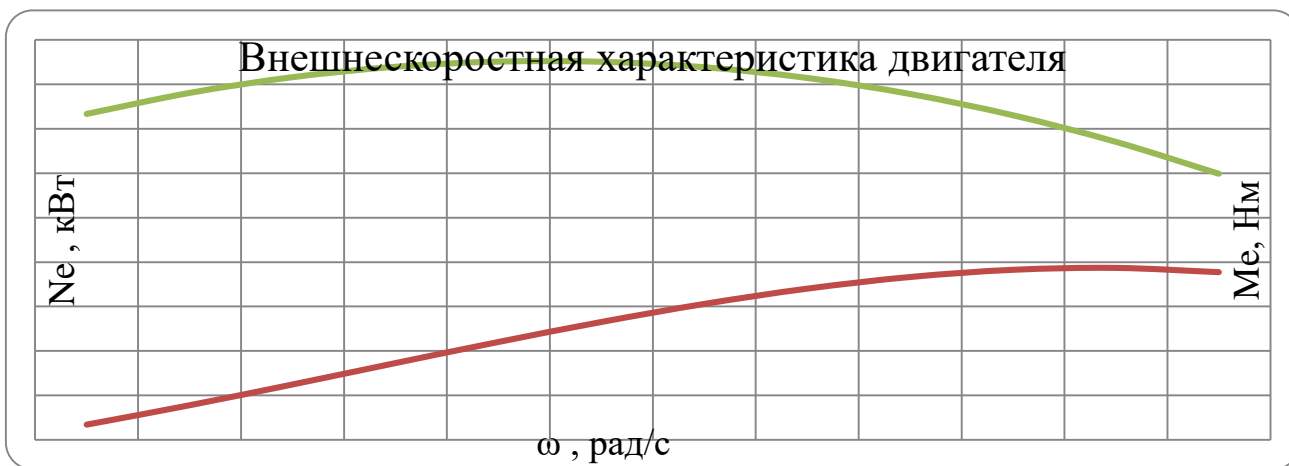


Рисунок 7 - Внешнескоростная характеристика двигателя

«При использовании данных следует помнить, что двигатель на стенде испытывают без глушителя, без генератора и других потребителей мощности. Например, в соответствии с требованиями ГОСТ 14846-81. Вследствие чего

мощность и момент, указываемые в заводских характеристиках, на 10...20% больше соответствующих параметров двигателя, установленного на автомобиле. Стендовые данные для двигателя проектируемого автомобиля» [28]:

$$N_{ст}=(1,10...1,20)N_{max} \quad (13)$$

$$N_{ст}=1,15 \cdot 74000=85,1 \text{ кВт.}$$

$$M_{ст}=(1,10...1,20)M_{max}, \quad (14)$$

«где  $N_{ст}$  и  $M_{ст}$  – стендовые мощность и момент двигателя проектируемого автомобиля» [29];

$M_{max}$  – максимальное значение момента, получаемое с внешней скоростной характеристики двигателя.

$$M_{ст}=1,15 \cdot 145=166,75 \text{ Нм.}$$

### 2.1.5 Расчет коробки передач

«Передаточное число главной передачи  $U_0$  определяется исходя из максимальной скорости автомобиля»[30].

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{max}}{V_{max}}, \quad (15)$$

«где,  $\omega_{max}$  – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя»[31].

« $U_k$  – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля»[31]:

$$U_0 = \frac{0,28}{0,78} \times \frac{630}{50} = 4.523$$

«где  $U_0$  – передаточное число главной передачи»[32];

«Для обеспечения возможности движения автомобиля при заданном максимальном дорожном сопротивлении тяговая на ведущих колесах  $P_T$  должна быть больше силы сопротивления дороги  $P_d$ , то есть:

$$U_1 \geq \frac{G_a \times \psi_{\max} \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{\text{тр}} \times U_0}, \quad (16)$$

«где,  $M_{\max}$  – максимальный эффективный момент двигателя, Нм»

« $\psi_{\max} = \alpha_{\max} + f_0 = 0.30 + 0.012 = 0.312$  – максимальный коэффициент сопротивления дороги»:

$$U_1 \geq \frac{14842.5 \times 0.312 \times 0.28}{170.1 \times 0.92 \times 4.523} \geq 1.832$$

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой»[33]:

$$U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \times \varphi \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{\text{тр}} \times U_0}, \quad (17)$$

где,  $G_{\text{сц}} = m_1 * G = 0.9 * 1513 = 13358$ ; Н – сцепной вес автомобиля;

$$U_1 \leq \frac{13358 \times 0.8 \times 0.28}{170.1 \times 0.92 \times 4.523} \leq 4.227$$

Сцепной вес автомобиля  $G_{\text{сц}}$  определяется по весу, приходящемуся на ведущие колеса, с учетом коэффициента перераспределения нагрузки по осям автомобиля при разгоне.

«Для автомобилей с приводом на передние и задние колеса сцепной вес автомобиля можно определить по формуле»[26]:

$$G_{\text{сц}} = m_1 G_1 \text{ или } G_{\text{сц}} = m_2 G_2, \quad (18)$$

где  $G_1$  и  $G_2$  – вес, приходящийся соответственно на переднюю и заднюю оси автомобиля;

$m_1$  и  $m_2$  – коэффициенты перераспределения нагрузки соответственно на передние и задние колеса.

«В расчете можно принять  $m_1=0,8\dots0,9$ ;  $m_2=1,05\dots1,12$ ;  $\varphi=0,8$  (сухое асфальтированное шоссе в хорошем состоянии).

Принимаем  $U_1 = 3.63$  и определим передаточные числа остальных передач»[36]

$$U_{II} = 2.36$$

$$U_{III} = 1.53$$

$$U_{IV} = 1$$

$$U_V = 0.78$$

$$U_{зх} = 1.3 * U_1 = 1.3 * 3.4 = 4.42$$

« В соответствии с принятыми числами произведем расчет скорости автомобиля на разных передачах»[35]:

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

Результаты сведем в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты расчетов для построения графика скорости автомобиля на различных передачах (см. Рисунок 8)

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955	1,71	2,62	4,03	6,19	7,94
1461	2,61	4,01	6,16	9,47	12,14
1967	3,51	5,4	8,3	12,75	16,35
2473	4,42	6,79	10,43	16,03	20,56
2979	5,32	8,18	12,57	19,31	24,76
3486	6,22	9,57	14,7	22,6	28,97
3992	7,13	10,96	16,84	25,88	33,17
4498	8,03	12,34	18,97	29,16	37,38

Продолжение таблицы 9

5004	8,94	13,73	21,11	32,44	41,59
5510	9,84	15,12	23,24	35,72	45,79
6016	10,74	25,38	39	50	

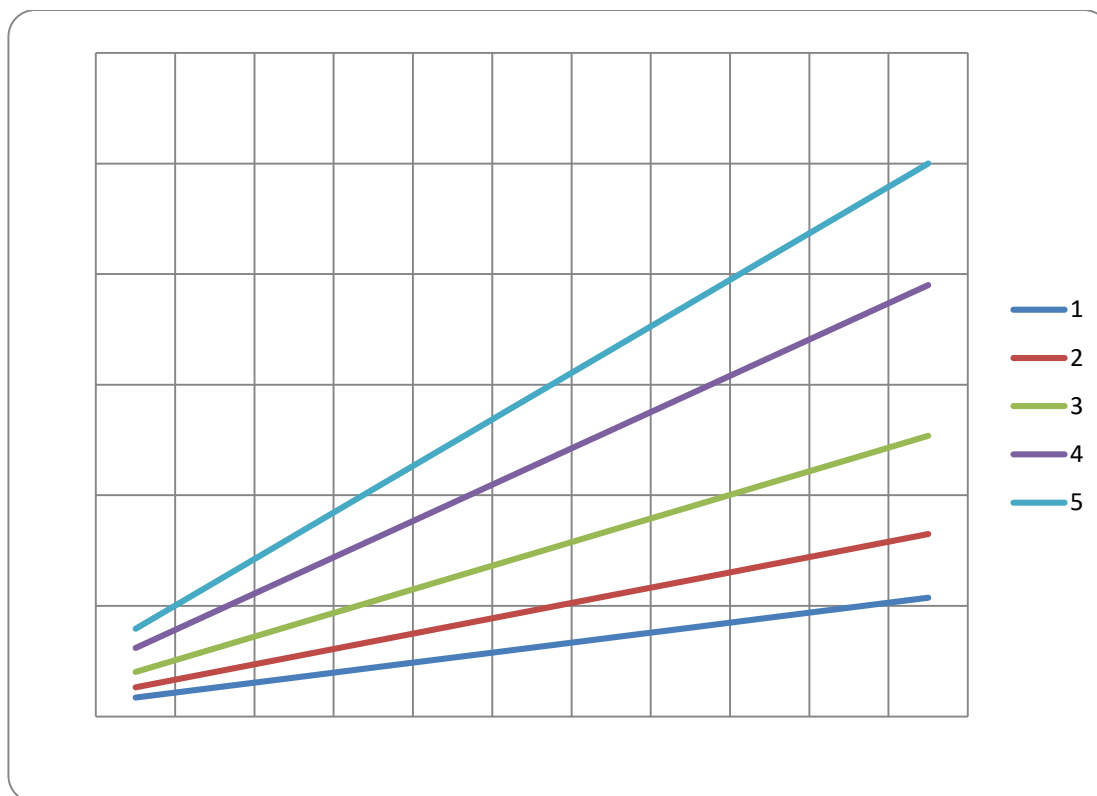


Рисунок 8 - Скорость автомобиля на разных передачах

### 2.1.6 Расчет тягового баланса автомобиля

«К данному этапу расчета основные параметры автомобиля уже определены, а перед разработчиком стоит задача получить наглядные графики характеристик проектируемого автомобиля, овладеть методами их анализа и проверить правильность рассчитанных параметров автомобиля. Из уравнения движения автомобиля, связывающего все силы, действующие на автомобиль во время, легко получить уравнение силового баланса»[36]:

$$P_T = P_{д+} P_{в+} P_{\Sigma} \quad (20)$$

« $P_T$  – сила тяги ведущих колес» [37];

« $P_D$  – сила дорожного сопротивления» [37];

« $P_B$  - сила сопротивления воздуха» [38];

« $P_\Sigma$  – сила сопротивления разгону автомобиля» [38] .

«Первым шагом стоит построить тяговую характеристику автомобиля – зависимость силы тяги на ведущих колесах  $P_T$  от скорости автомобиля  $V$  для каждой из передач в коробке передач. Силу тяги на разных передачах рассчитываются по формуле»[39]:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{TP}}{r_k}, \quad (21)$$

где,  $U_k$  - передаточное число коробки передач;

$M_e$  – величина эффективного момента двигателя (Нм)

«Рекомендуется пользоваться выбранными выше значениями  $\omega_e$  ( при расчете внешней скоростной характеристики), приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах»[40]:

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k} \quad (22)$$

«При движении автомобиль приобретает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле»[41]:

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2 \quad (23)$$

«Сила сопротивления качению автомобиля»[41]:

$$P_D = G_a \times \psi, \text{ где } \psi = f \quad (24)$$

«Суммарная сила сопротивления движению автомобиля» [41]:

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

Результаты сведем в таблицу 9 и 10.

Таблица 10 Результаты расчетов для построения графика силового баланса (см. Рисунок 9)

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P <sub>B</sub>	P <sub>Д</sub>	P <sub>Σ</sub>
955	8419,71	5478,50	3564,73	2319,48	1664,495	24,89	178,11	203
1461	8800,22	5726,09	3725,82	2424,30	1739,727	58,19	192,95	251,14
1967	9052,68	5890,36	3832,71	2493,85	1789,573	105,55	207,76	313,35
2473	9177,1	5971,31	3885,39	2528,13	1814,148	166,9	222,63	389,54
2479	9173,47	5968,96	3883,85	2527,13	1813,452	242,05	237,48	479,53
3479	9041,81	5883,28	3828,11	2490,86	1787,486	331,36	252,32	583,68
3996	8782,1	5714,3	3718,15	2419,31	1736,134	434,41	282	716,42
4498	8394,35	5461,99	3553,99	2312,49	1659,395	551,68	296,85	848,53
5004	7878,55	5126,38	3335,61	2170,40	1557,501	682,94	326,54	1009,48
5510	7234,72	4707,45	3063,03	1993,04	1430,221	827,84	371,06	1198,90
6016	6462,84	4205,21	2736,23	1780,39	1277,67	987,07	400,75	1387,82

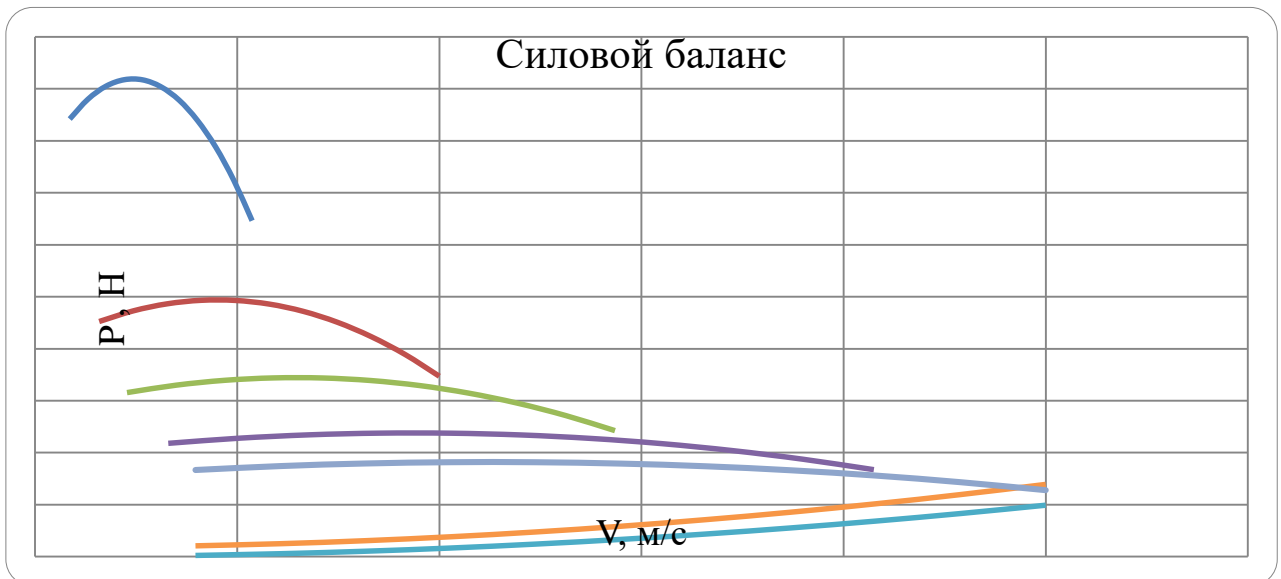


Рисунок 9 – Силовой баланс

Таблица 11 - Результаты расчетов для построения графика силового баланса

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P <sub>B</sub>	V, м/с	P <sub>B</sub>	V, м/с	P <sub>B</sub>	V, м/с	P <sub>B</sub>	V, м/с	P <sub>B</sub>
1,71	1,15	2,62	2,71	4,03	6,41	6,19	15,13	7,94	24,89
2,61	2,69	4,01	6,35	6,16	14,98	9,47	35,41	12,14	58,19
3,51	4,86	5,4	11,51	8,3	27,2	12,75	64,18	16,35	105,55
4,42	7,71	6,79	18,2	10,43	42,95	16,03	101,45	20,56	166,9
5,32	11,17	8,18	26,42	12,57	62,38	19,31	147,22	24,76	242,05
6,22	15,28	9,57	36,16	14,7	85,32	22,6	201,66	28,97	331,36
7,13	20,07	10,96	47,43	16,84	111,97	25,88	264,44	33,17	434,41
8,03	25,46	12,34	60,12	18,97	142,08	29,16	335,72	37,38	551,68
8,94	31,56	13,73	74,43	21,11	175,95	32,44	415,5	41,59	682,94
9,84	38,23	15,12	90,26	23,24	213,24	35,72	503,77	45,79	827,84
10,74	45,54	16,51	107,62	25,38	254,33	39	600,53	50	987,07

### 2.1.7 Динамическая характеристика автомобиля

«Динамическим фактором D автомобиля ( рисунок называют отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля»[42]:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (23)$$

«По формуле и по данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах и при полной загрузке автомобиля , данные расчета заносят в таблицу и представляют графически»[43].

Результаты сведены в таблицу 12.

Таблица 12 - Результаты расчетов для построения графика динамического фактора (см. Рисунок 10)

n, об/ми н	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V



Продолжение таблицы 12

955	0,5672	0,3045	0,212	0,1457	0,1105	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1461	0,5927	0,3179	0,2208	0,1508	0,1133	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
1967	0,6096	0,3265	0,2262	0,153	0,1135	0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
2473	0,6178	0,3303	0,228	0,1524	0,111	0,012	0,012	0,013	0,014	0,015
2979	0,6173	0,3294	0,2262	0,1488	0,1059	0,012	0,013	0,013	0,015	0,016
3486	0,6082	0,3237	0,2209	0,1424	0,0981	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017
3992	0,5903	0,3132	0,212	0,1331	0,0877	0,012	0,013	0,014	0,017	0,019
4498	0,5638	0,2979	0,1997	0,1209	0,0746	0,012	0,013	0,015	0,018	0,02
5004	0,5287	0,2778	0,1837	0,1058	0,0589	0,012	0,014	0,015	0,019	0,022
5510	0,4849	0,2529	0,1643	0,0878	0,0406	0,013	0,014	0,016	0,036	0,025
6016	0,4324	0,2233	0,1413	0,067	0,0196	0,013	0,014	0,017	0,00	0,027

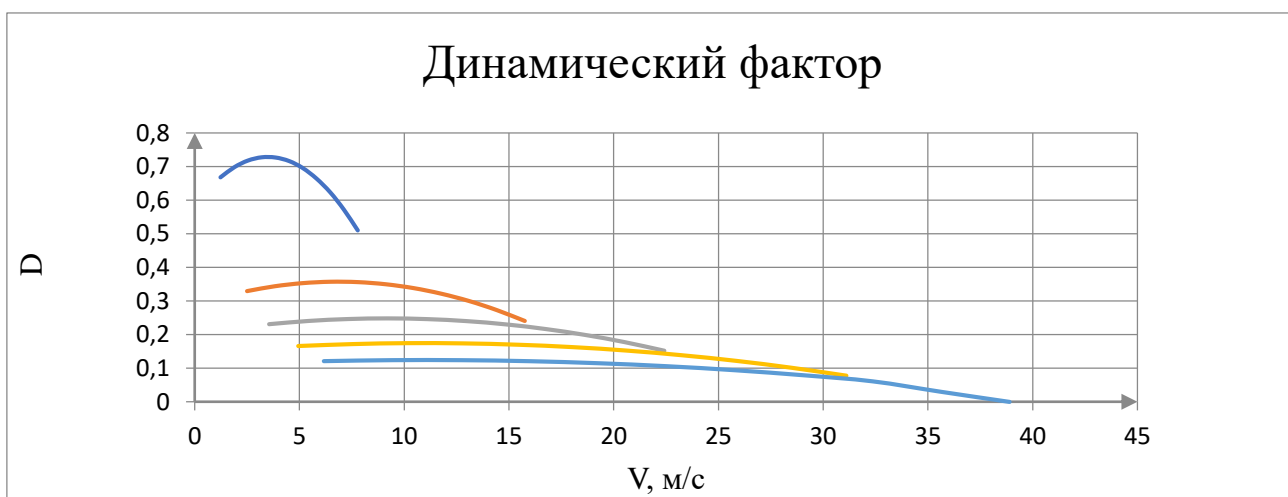


Рисунок 10 – Динамический фактор

### 2.1.8 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес»[44]. Ускорение находят:

$$J = \frac{(D-f) \times g}{\delta_{вп}}, \text{ где} \quad (24)$$

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

где  $I_M$  – момент инерции вращающихся деталей двигателя;

$U_{тр} = U_0 * U_k$  – передаточное число трансмиссии;

$I_k$  – суммарный момент инерции ведущих колес.

«Если точное значение  $I_M$  и  $I_k$  неизвестно то,  $\sigma_{вр}$  определяют по формуле»[45]:

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 * U_k^2); \quad (25)$$

где  $U_k$  – передаточное число коробки передач на данной передаче

$\delta_1$  – коэффициент учета вращающихся масс колес

$\delta_2$  – коэффициент учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 - 0.05$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

$$\text{I передача} - \delta_{вр} = 1.791$$

$$\text{II передача} - \delta_{вр} = 1.334$$

$$\text{III передача} - \delta_{вр} = 1.140$$

$$\text{IV передача} - \delta_{вр} = 1.094$$

$$\text{V передачи} - \delta_{вр} = 1.036$$

Результаты сведены в таблицу 13.

Таблица 13 - Максимальные ускорения на различных передачах

Тип автомобиля	Ускорение на 1-й передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на высшей передаче, м/с <sup>2</sup>
Легковые	2,5...3,5	0,80...1,20

Таблица 14 Результаты расчетов и обратных ускорений

n, об/мин	Ускорение на передачи м/с <sup>2</sup> :					Величина, обратная ускорению на передаче, с <sup>2</sup> /м :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	3,187	2,635	1,912	1,278	0,894	0,314	0,432	0,582	0,834	1,119
1461	3,334	2,756	1,999	1,328	0,92	0,3	0,413	0,558	0,804	1,087
1967	3,431	2,835	2,053	1,353	0,922	0,291	0,402	0,544	0,791	1,085
2473	3,478	2,872	2,074	1,351	0,899	0,288	0,397	0,539	0,794	1,112
2979	3,475	2,867	2,062	1,323	0,853	0,288	0,398	0,544	0,816	1,172
3486	3,423	2,819	2,017	1,268	0,782	0,292	0,406	0,557	0,855	1,279
3992	3,32	2,73	1,94	1,188	0,687	0,301	0,42	0,582	0,921	1,456
4498	3,168	2,598	1,83	1,081	0,568	0,316	0,442	0,62	1,025	1,761
5004	2,966	2,424	1,687	0,947	0,426	0,337	0,476	0,678	1,189	2,347
5510	2,715	2,208	1,512	0,787	0,26	0,368	0,525	0,765	1,471	3,846
6016	2,413	1,95	1,303	0,602	0,0	0,414	0,598	0,901	2,028	14,493

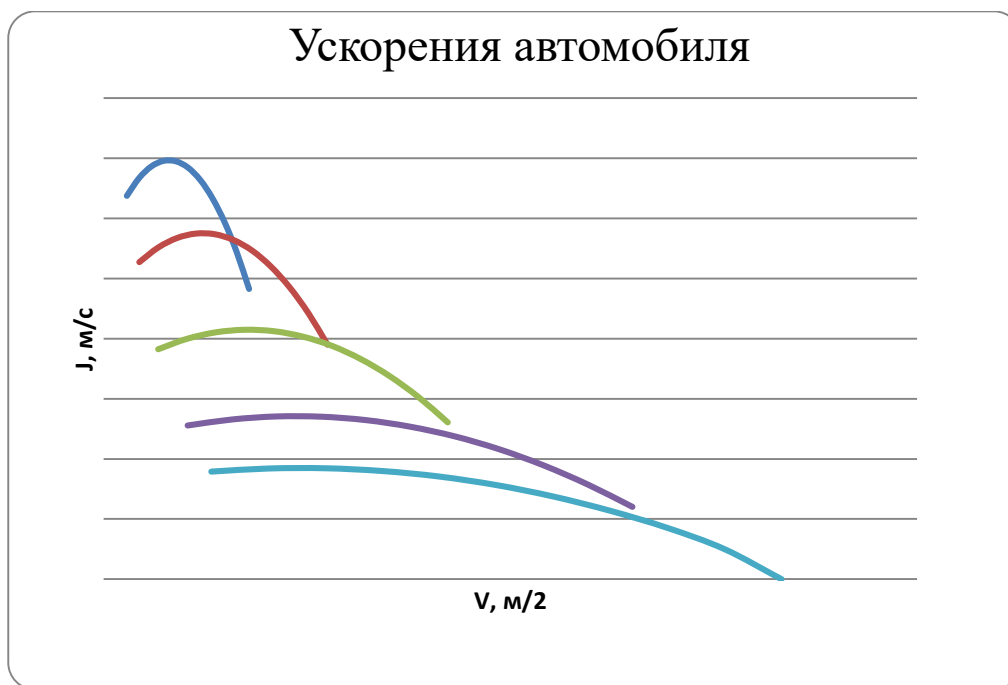


Рисунок 11 – Ускорение автомобиля

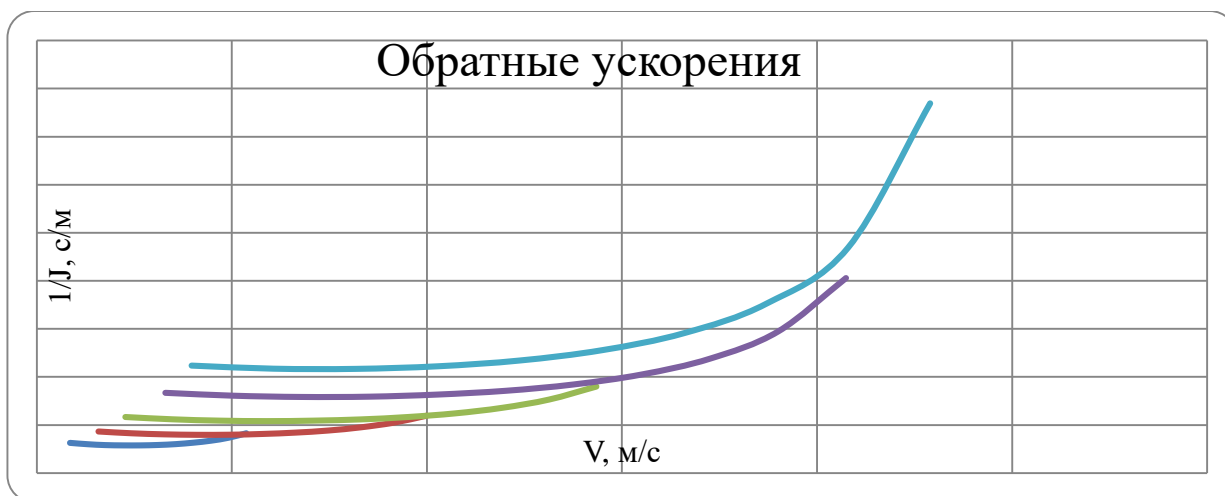


Рисунок 12 – Обратные ускорения

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой конечных величин»[47]:

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times dV \approx \left( \frac{1}{j_{cp}} \right) \times (V_2 - V_1) \quad (27)$$

Результаты расчетов приведены в таблицах 15

Таблица 15 - Результаты расчетов для построения графиков времени разгона (см. Рисунок 13), пути разгона (см. Рисунок 14) и пути торможения (см. Рисунок 15)

t, с	0	2.06	4.14	7.04	11.12	16.18	23.98	35.41	50.8
V, м/с	0	1.71	8.28	14.85	21.42	27.99	34.57	41.13	46
$\Delta S$	0	1.76	18.61	77.31	194.55	388.68	734.01	1316.4	2177.56
S	0	1.76	20.38	95.92	271.86	583.23	1122.69	2050.4	3493.96

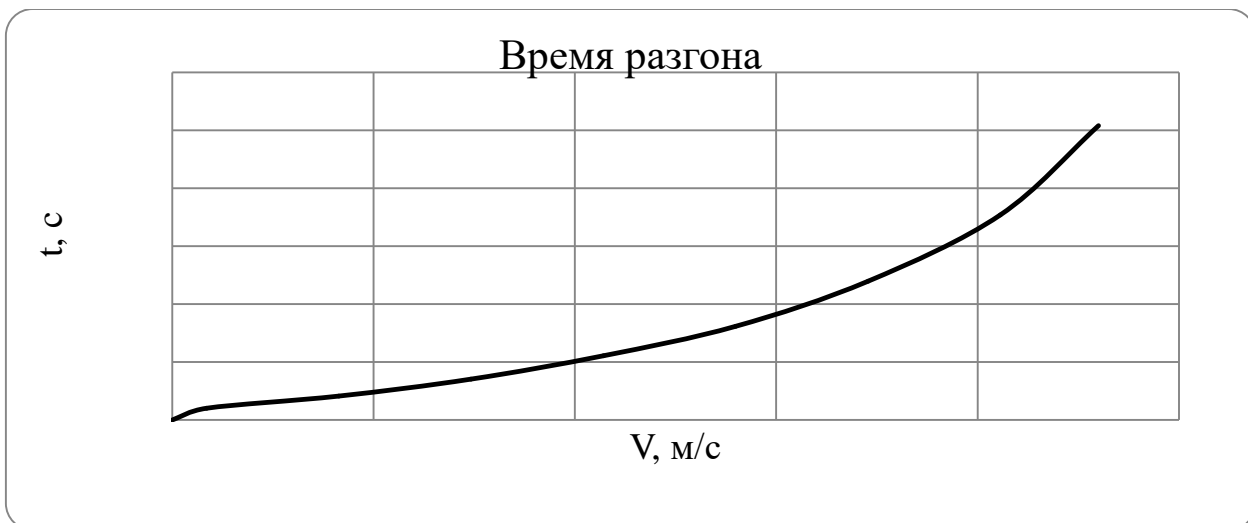


Рисунок 13 – Время разгона

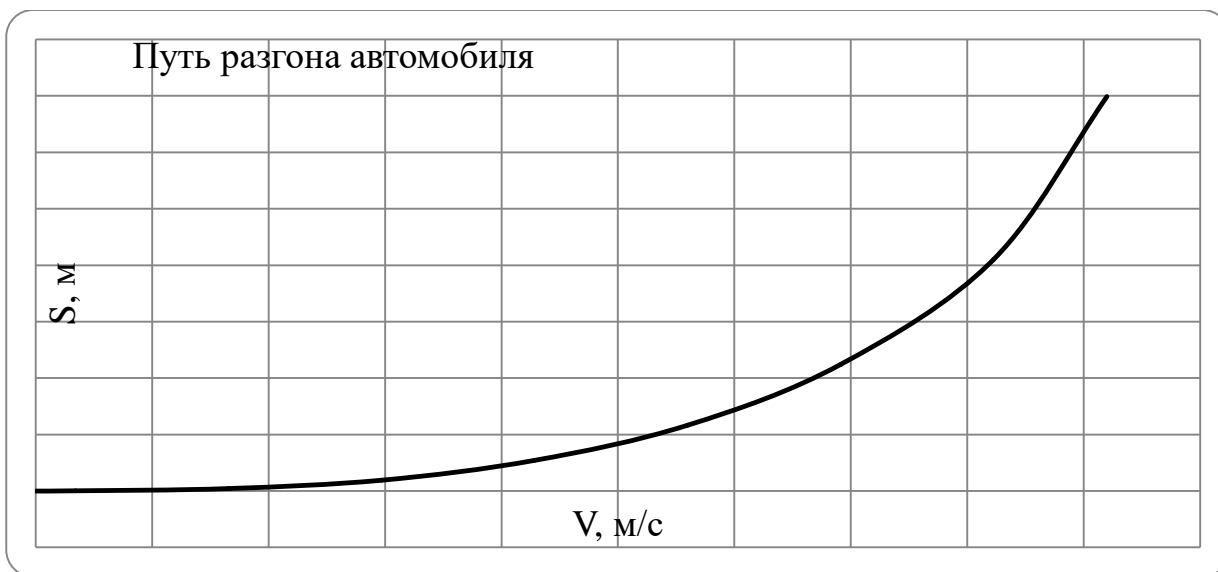


Рисунок 14 – Путь разгона автомобиля

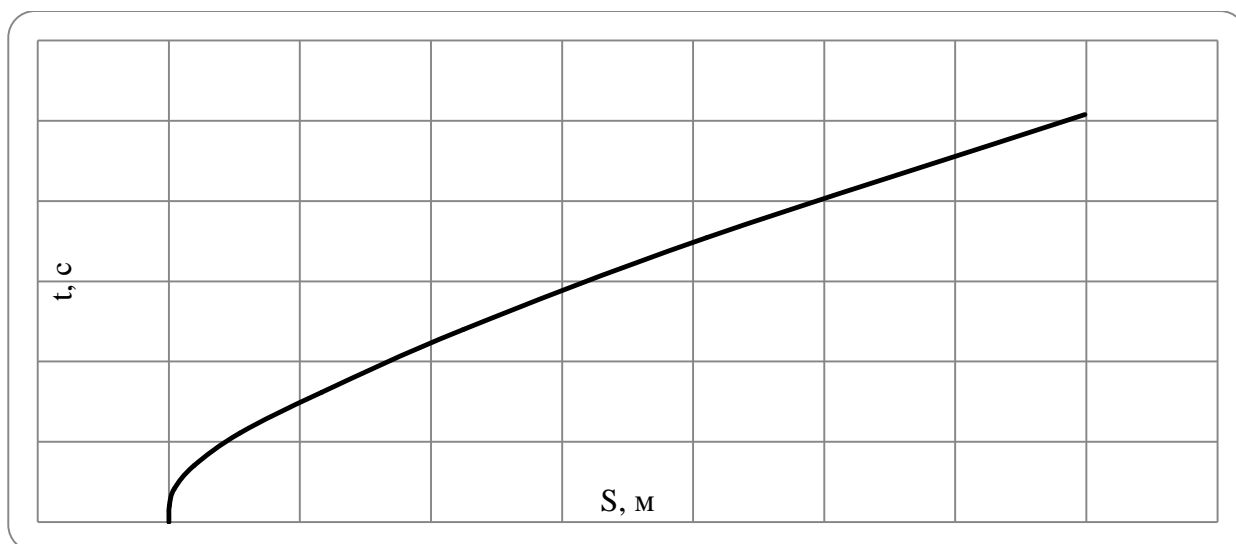


Рисунок 15 - Путь торможения автомобиля

Мощностной баланс автомобиля:

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

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

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

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

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

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

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

$N_{д} = P_{д} * V = N_f + N_{п}$  – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги»[47].

Результаты расчетов сводим в таблицу 16.

Таблица 16 – результаты расчетов для построения графиков мощностного баланса (см. Рисунок 16 и Рисунок 17)

$V_{max}$	7,94	12,14	16,35	20,56	24,76	28,97	33,17	37,38	41,59	45,79	50
$N_e$	15,61	24,96	34,57	44,06	53,05	61,176	68,046	73,28	76,52	77,38	75,47
$N_t$	14,36	22,96	31,80	40,53	48,81	56,28	62,60	67,42	70,40	71,18	69,44
$N_B$	0,197	0,71	1,73	3,43	5,99	9,60	14,41	20,62	28,40	37,91	49,3
$N_D$	1,46	2,32	3,30	4,44	5,76	7,33	9,16	11,31	13,81	16,71	20,0
$N_B+N_D$	1,66	3,03	5,03	7,87	11,75	16,92	23,57	31,93	42,22	54,61	69,3
$(N_B+N_D)/N_t$	0,12	0,13	0,16	0,19	0,24	0,30	0,38	0,47	0,60	0,77	0,99

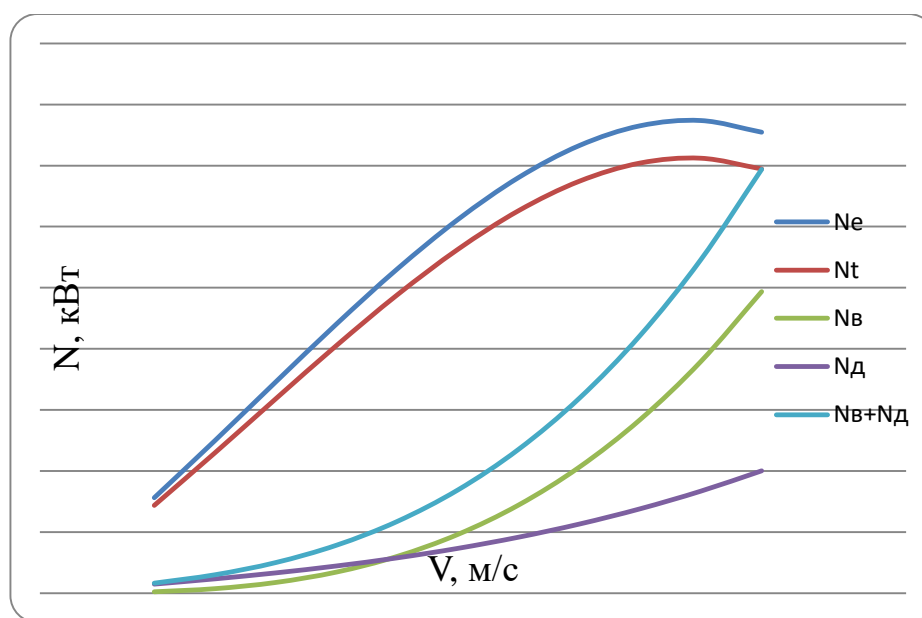


Рисунок 16 – Мощной баланс

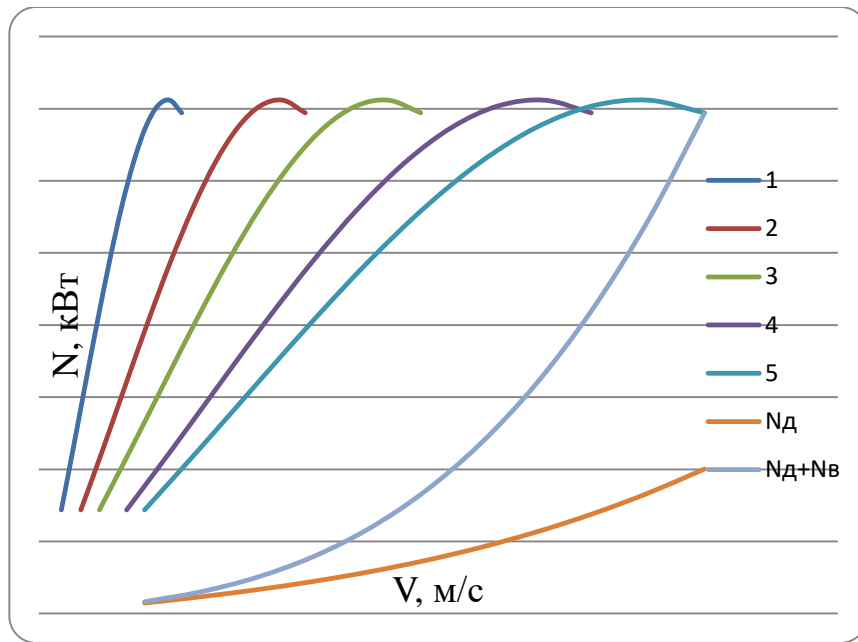


Рисунок 17 – Мощной баланс в различных передачах

## 2.2 Экономический расчет характеристик топлива автомобиля

«Для определения топливно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной» [48].

Путевой расход топлива:

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

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

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

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

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



Рассчитанные данные сводим в таблицу 17

Таблица 17 Результаты расчетов для построения графика топливно – экономической характеристики автомобиля (см. Рисунок 18)

V	16,35	20,56	24,76	28,97	33,17	37,38	41,59
$k_H$	1,35	1,3	1,2	1,12	1	0,98	0,8
I	0,158	0,194	0,241	0,301	0,376	0,473	0,599
$k_{ск}$	1,1	0,95	0,88	0,8	0,79	0,8	0,9
$\omega_e/\omega_N$	0,363	0,456	0,549	0,643	0,736	0,829	0,923
$g_n$	7,063	7,310	7,755	8,097	8,682	10,3596	11,306

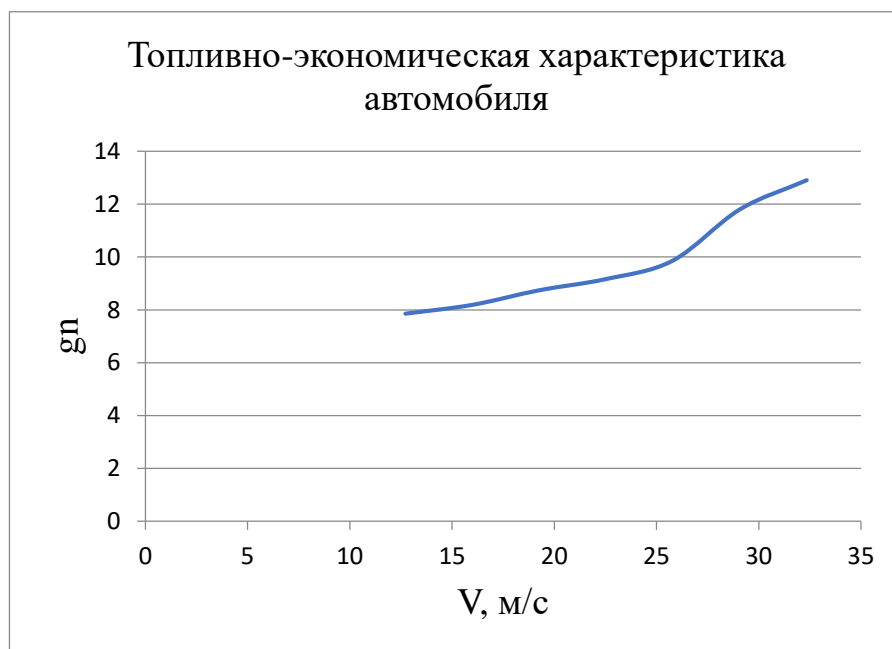


Рисунок 18 – Топливо-экономическая характеристика

Таким образом, при расчете тягово-динамических характеристик, можно прийти к выводу о том, что автомобиль может с легкостью принять установку по пожаротушению, скорость и габариты автомобиля при применении данной установки почти не изменятся.

### 3 Меры безопасности при установке системы пожаротушения

Данная система включает в себя: генератор без электровоспламенителя, электровоспламенитель, кронштейн в сборе.

«Для установки системы пожаротушения на автомобиль применяется поточная форма производства с применением конвейерной линии. Конвейером называют машину, осуществляющую перемещение объектов труда. Участок установки подвески конвейерной линии имеет специализированные инструменты и приспособления специфичные для данной работы. При этом геометрия конвейерной линии обеспечивает оптимальный уровень удобства выполнения работниками своих обязанностей» [49].

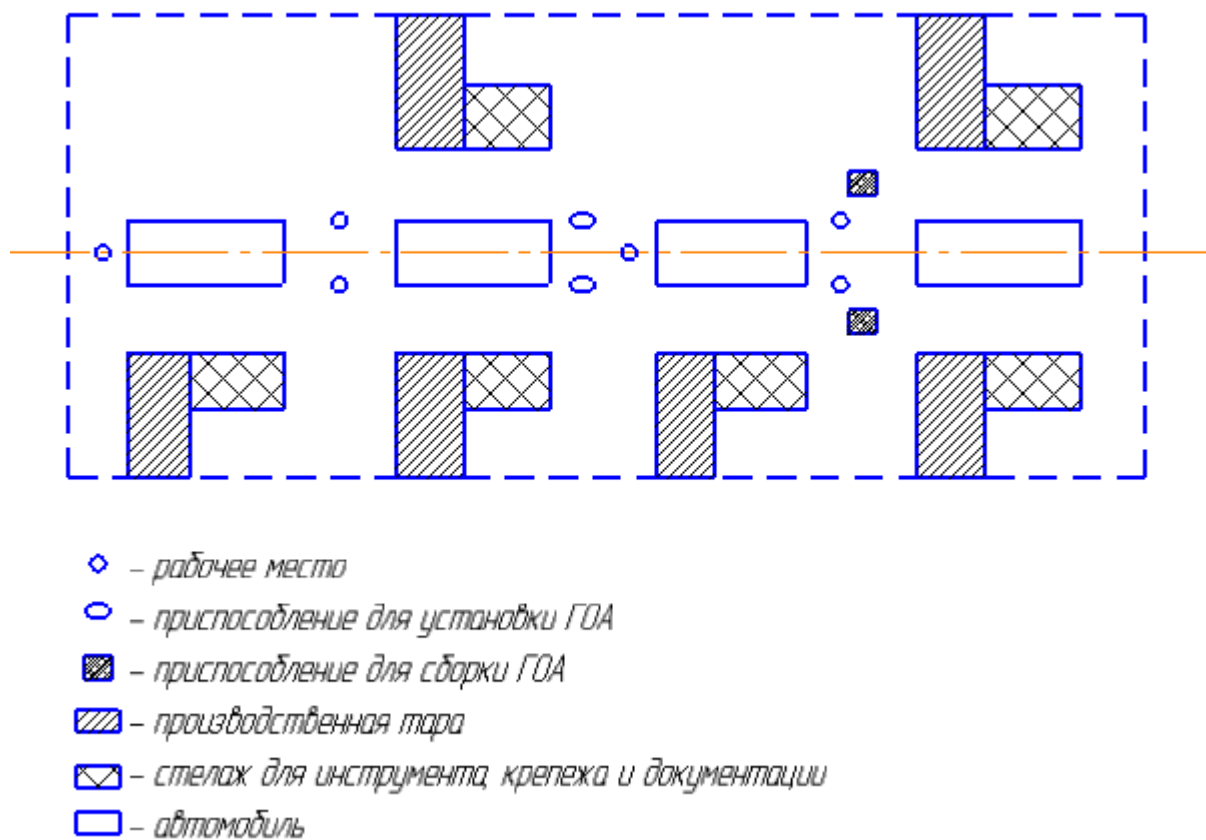


Рисунок 19 – Схема участка установки ГОА

«Опасные производственные факторы — это частные случаи факторов окружающей среды и деятельности, вызванные или связанные с трудовой деятельностью человека. Опасные производственные факторы могут стать причиной возникновения травм у работников, а вредные могут быть причиной появления и развития у них профессиональных заболеваний». «Вредные и опасные производственные факторы классифицируются на химические, физические; психофизиологические; биологические» [49].

Таблица 18 – Идентификация возможных производственных рисков участка монтажа системы пожаротушения

Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	«Опасный и /или вредный производственный фактор»	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3
Установка системы пожаротушения	Травмирование	Движущийся транспорт, подвижные элементы конвейерной линии и специальных приспособлений
Установка системы пожаротушения	Высокий уровень шума	Гайковерты, конвейерная линия
Установка системы пожаротушения	Высокий уровень температуры воздуха	Система вентиляции и кондиционирования (ее неисправность, недостаточная производительность)

Физические опасные производственные факторы составляют наибольший риск для работников на участке монтажа. Такими факторами являются:

- цеховой транспорт;
- движущиеся детали конвейерной линии и приспособлений [25].

Психофизиологическими вредными факторами на данном участке является:

- физические, нервно-психические перегрузки
- перенапряжение анализаторов
- монотонность труда

Таблица 19 – Организационно-технические методы и технические средства устранения и снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Средства снижения фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Травмирование	Специальные ограждения, дорожная разметка, кожаные рукавицы, инструктаж по охране труда	Спец.одежда
Высокий уровень шума	Звукоизоляционное покрытие, акустические барьеры, глушители	Специальные наушники, беруши
Высокий уровень температуры воздуха	Система вентиляции и кондиционирования	-

«Инструктаж персонала по охране труда представляет собой основное мероприятие, которое непосредственно направлено на снижение травматизма в производстве»[26]. «Проводить учебные занятия которые позволят определить зоны для движения погрузчиков и персонала, обозначение зон движения для них, и вдобавок установить специальные кожаные рукавицы и ограждения для обеспечения изоляции персонала от движущихся деталей станков и приспособлений могут позволить сохранить здоровье работников» [25]. Для того, чтобы снизить воздействие шума на рабочий персонал требуется использовать специальные звукоизоляционные покрытия, технические средства подавления шумов.

Персонал должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты:

- специальная одежда и обувь;
- берушами;
- очками.
- перчатками

Таким образом была выявлена идентификация возможных производственных рисков участка монтажа системы пожаротушения и организационно-технические методы, и технические средства устранения и снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов. В данном разделе дипломного проекта были рассмотрены меры безопасности на производстве при установке системы пожаротушения и какими средствами защиты пользоваться.

## 4 Технико-экономическое обоснование проекта

Технико-экономическая оценка проекта важный этап при разработке проекта, известно, что на других этапах рассматривается оценка функций и технических решений. В данном разделе рассматривается анализ целесообразности с экономической точки зрения.

При установке системы пожаротушения выбирается несколько решений, перспективных с точки зрения потребительских свойств. На основании технико-экономического анализа выбирается оптимальное решение для установки.

Проведен анализ варианта установки автоматической системы пожаротушения на предмет возможности внедрения его в массовое производство.

### 4.1 Себестоимость системы пожаротушения

«Под себестоимостью понимают сумму всех затрат на производство и сбыт одной единицы продукции. Понятие себестоимости также может быть применимо и к сфере реализации услуг» [23].

Результатом расчетов, представленных в этом пункте, будет являться отпускная цена изделия, а также величины влияющих на нее затрат.

Исходные данные были получены из источников открытого доступа (интернет). Для данной работы годовую программу установки изделий примем в количестве 10000 единиц в год.

Затраты на покупные изделия [23]

$$P_i = C_i * n_i * (1 + K_{ТЗ}/100), \quad (33)$$

где,  $C_i$  – оптовая цена покупных комплектующих изделий  $i$ -го вида, руб.[17]

« $n_i$  – количество покупных изделий  $i$ -го вида, шт.» [17]

« $K_{ТЗ}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов»[24].

«Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 13»[13].

Таблица 20 – Расчет расходов на покупные комплектующие проекта

Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб	Сумма, руб
Устройство ручного пуска	1	732	732
Генератор огнетушащего аэрозоля	1	3110	3110
Кронштейн	1	238	238
ИТОГО:			4080
«Транспортно-заготовительные расходы»		3%	124
ВСЕГО:			4202

Основная заработная плата: [25]

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{ПРЕМ}}{100}\right), \quad (34)$$

где:  $Z_T$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле: [23]

$$Z_T = C_p \cdot T \quad (35)$$

где:  $C_p$  – часовая тарифная ставка, руб.; [23]

$T$  – трудоемкость выполнения операции, час; [23]

$K_{ПРЕМ}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %. [23]

Таблица 21 - Расчет основной заработной платы производственного персонала

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Сборочные	4	0,25	90,87	22,71
Контрольные	5	0,05	101,87	5,09
ИТОГО:				27,8
Премияльные доплаты	35%			9,73
коэффициент доплат за профмастерство	10%			2,78
коэффициент доплат за вечерние и ночные часы	7,6%			2,1
коэффициент доплат за условия труда	4%			1,1
Основная заработная плата (сложить Итого и все доплаты)				43,51

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = Z_o \cdot K_{\text{вып}}, \quad (36)$$

где,  $K_{\text{вып}}$  – коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве, %. [23]

Принимаем  $K_{\text{вып}}$  равным 10%

$$Z_{\text{доп}} = 43,51 \cdot 0,1 = 4,351 \text{ руб.}$$

Страховые взносы:

$$C_{\text{с.в.}} = (Z_o + Z_{\text{доп}}) \cdot K_c, \quad (37)$$



где:  $K_C$  – коэффициент социальных отчислений, %. [25]

Примем  $K_C$  равным 30%

$$C_{С.В.} = (43,51+4,351) * 0,3=14,36 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: [25]

$$C_{С.ОБОР} = Z_O \cdot E_{С.ОБОР}, \quad (38)$$

где:  $E_{С.ОБОР}$  – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %. [23]

Примем  $E_{С.ОБОР}$  равным 200%

$$C_{С.ОБОР} = 43,51*2=87,02 \text{ руб.}$$

Цеховые расходы: [25]

$$C_{ЦЕХ} = Z_O \cdot K_{ЦЕХ}, \quad (39)$$

где:  $K_{ЦЕХ}$  – коэффициент цеховых расходов, %. [23]

Примем  $E_{ЦЕХ}$  равным 172,21%

$$C_{ЦЕХ} = 43,51*1,7221=74,93 \text{ руб.}$$

Расходы на инструмент и оснастку: [25]

$$C_{ИНСТ} = Z_O \cdot E_{ИНСТ}, \quad (40)$$

где:  $E_{ИНСТ}$  – коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %. [25]

Примем  $E_{ИНСТ}$  равным 3%

$$C_{ИНСТ} = 43,51*0,03=1,31$$

Цеховая себестоимость: [25]

$$C_{ЦЕХ.С/С} = П_И + Z_O + Z_{ДОП} + C_{СТР.ВЗН.} + C_{С.ОБОР} + C_{ЦЕХ} + C_{ИНСТ}, \quad (41)$$

$$C_{ЦЕХ.С/С} = 4020+ 43,51 + 4,351 + 14,36 + 87,02 + 74,93 + 1,31 = 4245,48 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы: [25]

$$C_{\text{ОБ.ЗАВ}} = 3_0 \cdot K_{\text{Зав}}, \quad (42)$$

где:  $K_{\text{Зав}}$  – коэффициент заводских расходов, %. [25]

Примем  $K_{\text{Зав}}$  равным 197,46%

$$\text{Соб.зав.} = 43,51 * 1,97 = 85,7 \text{ руб.}$$

Общезаводская себестоимость: [25]

$$C_{\text{ОБ.ЗАВ.С/С}} = C_{\text{ЦЕХ.С/С}} + C_{\text{ОБ.ЗАВ}}, \quad (43)$$

$$C_{\text{ОБ.ЗАВ.С/С}} = 4245,48 + 85,7 = 4331,18 \text{ руб.}$$

Коммерческие расходы: [25]

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВ.С/С}} \cdot E_{\text{КОМ}}, \quad (44)$$

где:  $E_{\text{КОМ}}$  – коэффициент коммерческих расходов, %.

Примем  $E_{\text{КОМ}}$  равным 5%

$$C_{\text{КОМ}} = 4331,18 * 0,05 = 216,56 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость: [25]

$$C_{\text{ПОЛ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВ.С/С}} + C_{\text{КОМ}}, \quad (45)$$

$$C_{\text{ПОЛ}} = 4331,18 + 216,56 = 4547,74 \text{ руб.}$$

Отпускная цена изделия: [25]

$$Ц_{\text{ОТП.}} = C_{\text{ПОЛ.}} \cdot (1 + K_{\text{РЕНТ}}), \quad (46)$$

где:  $K_{\text{РЕНТ}}$  – коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %. [25]

Принимаем  $K_{\text{РЕНТ}}$  равным 12 % с учетом НДС.

$$Ц_{\text{ОТП.}} = 4547,74 * (1 + 0,12) = 5093,46 \text{ руб.}$$

## 4.2 Точка безубыточности производства системы

Для определения объема продаж, при котором организация будет способна покрыть все свои расходы, без получения прибыли используя аналитический и графический методы определения критического объема производства.

Математическая формула безубыточности производства основана на том факте, что в структуре полных затрат доля условно-постоянных расходов (расходов на содержание управления, общецеховых, общезаводских, коммерческих и т. д.) при изменении объемов производства либо остается постоянной, либо изменяется незначительно. При этом маржинальная прибыль (прибыль от всего объема производства) увеличивается. Доля же переменных затрат (затраты на сырье, материалы, полуфабрикаты, заработную плату рабочих и т. д.) изменяется пропорционально изменению объема производства продукции.

В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные ( $Z_{\text{пер}}$ ) и постоянные ( $Z_{\text{пост}}$ ) издержки.

Для данного проекта годовую программу выпуска устанавливаемых изделий ( $V_{\text{год}}$ ) примем в количестве 10000 единиц в год. В году 247 рабочих дней, одна система пожаротушения устанавливается примерно 30 минут. В одном дне две рабочие смены. Плюс работа в выходные и праздничные дни

Необходимую величину продаж для обеспечения безубыточности проекта можно вычислить по формуле:

$$V_{\text{кр}} = \frac{Z_{\text{пост.уд.}} * V_{\text{max}}}{C_{\text{опт}} - Z_{\text{пер.уд.}}}, \quad (48)$$

где,  $V_{max}$  - максимальный объем выпуска изделия, шт.; [23]

$C_{отп.}$  – отпускная цена изделия, руб.; [23]

$Z_{пост.уд.}$  – постоянные удельные издержки на изготовление единицы изделия, руб.; [23]

$Z_{пер.уд.}$  – переменные удельные издержки на изготовление единицы изделия, руб. [23]

«Определение переменных затрат на изготовление единицы продукции»:[23]:

$$Z_{пер.уд.} = \Pi_{и} + Z_{о} + Z_{доп.} + C_{с.в} \quad (49)$$

$$Z_{пер.уд.} = 4202 + 43,51 + 4,351 + 14,36 = 4264,22$$

Определение переменных издержек:

$$Z_{пер} = Z_{пер.уд.} \cdot V_{год}, \quad (50)$$

$$Z_{пер} = 4264,22 \cdot 10000 = 42\,642\,200$$

Установим годовую программу выпуска устанавливаемых изделий ( $V_{год}$ ) примем в количестве 10000 единиц в год.

Амортизационные отчисления: [23]

$$A_{м.уд} = (C_{с.обор} + C_{инст}) \cdot H_A / 100, \quad (51)$$

где:  $H_A$  – доля амортизационных отчислений, %, принимаем  $H_A = 13\%$ .

$$A_{м.уд} = (87,02 + 1,31) \cdot 13 / 100 = 11,48 \text{ руб.}$$

Определение постоянных издержек на производство: [23]

$$Z_{пост.уд} = (C_{с.обор} + C_{инст}) \cdot (100 - H_A) / 100 + C_{цех} + C_{об.зав} + C_{ком} + A_{м.уд}, \quad (52)$$

$Z_{\text{ПОСТ.УД.}} = (87,02 + 1,31) * (100 - 13)/100 + 74,93 + 85,7 + 216,56 + 11,48 = 465,51$  руб.

Постоянные издержки на годовую программу выпуска изделия: [23]

$$Z_{\text{ПОСТ.}} = Z_{\text{ПОСТ.УД.}} \cdot V_{\text{ГОД}}, \quad (53)$$

$Z_{\text{ПОСТ.}} = 465,51 * 10\,000 = 4\,655\,100$  руб.

Полная себестоимость годовой программы выпуска:

$$C_{\text{ПОЛ.Г.}} = C_{\text{ПОЛ.}} * V_{\text{ГОД}} \quad (54)$$

$C_{\text{ПОЛ.Г.}} = 4547,74 * 10\,000 = 45\,477\,400$  руб.

Расчет выручки от реализации изделия: [23]

$$\text{Выручка} = C_{\text{ОПТ.}} \cdot V_{\text{ГОД}}, \quad (55)$$

Выручка =  $5093,46 * 10\,000 = 50\,934\,600$  руб.

Расчет маржинального дохода: [25]

$$D_{\text{МАРЖ.}} = \text{Выручка} - Z_{\text{ПЕР.}} \quad (56)$$

$D_{\text{МАРЖ.}} = 50\,934\,600 - 42\,642\,200 = 8\,292\,400$  руб.

Расчет критического объема продаж: [23]

$$A_{\text{КРИТ.}} = \frac{Z_{\text{ПОСТ.}}}{C_{\text{ОПТ.}} - Z_{\text{ПЕР.УД.}}}, \quad (57)$$

$A_{\text{КРИТ.}} = 4\,655\,100 / (5093,46 - 4264,22) = 5614$  шт.

Графический метод определения критической точки объема производства устанавливаемой системы представлен на Рисунке 35.



Рисунок 20 - Графический метод нахождения точки безубыточности

### 4.3 Коммерческая эффективность установки ГОА

В данной части раздела будет определены такие показатели как чистый доход. Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на:

$$\Delta = \frac{V_{MAX} - A_{КРИТ}}{n - 1}, \quad (58)$$

где:  $V_{MAX} = V_{ГОД}$  – максимальный объем продукции, шт.; [23]

$A_{КРИТД}$  – критический объем продаж, шт.; [22]

$n$  – количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки [23]

$$\Delta = (10000 - 5614)/(6-1) = 877 \text{ шт.}$$

Выручка от продаж: [23]

$$\text{Выручка}_i = C_{\text{ОПТ}} \cdot V_{\text{ПРОД}_i}, \quad (59)$$

где:  $V_{\text{ПРОД}_i}$  – объем продаж в  $i$ -м году, шт. [23]

Объем продаж:

$$V_{\text{ПРОД}_i} = V_{\text{КРИТ}} + \Delta, \quad (60)$$

Для второго года и последующих лет  $V_{\text{КРИТ}}$  заменяется объемом продаж предыдущего года.

$$V_{\text{ПРОД}_1} = 5614 + 877 = 6491 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД}_2} = 6491 + 877 = 7368 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД}_3} = 7368 + 877 = 8245 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД}_4} = 8245 + 877 = 9122 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД}_5} = 9122 + 877 = 9999 \text{ шт.}$$

Выручка: [23]

$$\text{Выручка}_1 = 5093,46 \cdot 6491 = 33\,061\,648,86 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка}_2 = 5093,46 \cdot 7368 = 37\,528\,613,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка}_3 = 5093,46 \cdot 8245 = 41\,995\,577,7 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка}_4 = 5093,46 \cdot 9122 = 46\,462\,542,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка}_5 = 5093,46 \cdot 9999 = 50\,929\,506,54 \text{ руб.}$$

Переменные затраты по годам: [23]

$$Z_{\text{ПЕР}_i} = Z_{\text{ПЕР.УД}} \cdot V_{\text{ПРОД}_i}, \quad (61)$$

$$Z_{\text{перП1}} = 4264,22 \cdot 6491 = 27\,679\,052,02 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перП2}} = 4264,22 \cdot 7368 = 31\,418\,772,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перП3}} = 4264,22 \cdot 8245 = 35\,158\,493,9 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перП4}} = 4264,22 \cdot 9122 = 38\,898\,214,84 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.П5}} = 4264,22 * 9999 = 42\,637\,935,78 \text{ руб.}$$

Постоянные затраты по годам: [23]

$$Z_{\text{пост}} = Z_{\text{пост.уд}} \cdot V_{\text{max}}, \quad (62)$$

$$Z_{\text{пост}} = 465,51 * 10\,000 = 4\,655\,100 \text{ руб.}$$

Амортизация: [23]

$$A_M = A_{M.уд} \cdot V_{\text{max}}, \quad (63)$$

$$A_M = 11,48 * 10\,000 = 114\,800 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам: [23]

$$C_{\text{пол.}i} = Z_{\text{пер.}i} + Z_{\text{пост}}, \quad (64)$$

$$C_{\text{пол.П1}} = 27\,679\,052,02 + 4\,655\,100 = 32\,334\,152,02 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол.П2}} = 31\,418\,772,96 + 4\,655\,100 = 36\,073\,872,96 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол.П3}} = 35\,158\,493,9 + 4\,655\,100 = 39\,813\,593,9 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол.П4}} = 38\,898\,214,84 + 4\,655\,100 = 43\,553\,314,84 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол.П5}} = 50\,929\,506,54 + 4\,655\,100 = 47\,293\,035,78 \text{ руб.}$$

$$\Sigma C_{\text{пол.п.}} = 196\,307\,588,5 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам: [23]

$$\text{Пр}_{\text{обл.}i} = V_{\text{выручка}} - C_{\text{пол.}i} \quad (65)$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.П1}} = 33\,061\,648,86 - 32\,334\,152,02 = 727\,496,84 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.П2}} = 37\,528\,613,28 - 36\,073\,872,96 = 1\,454\,740,32 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.П3}} = 41\,995\,577,7 - 39\,813\,593,9 = 2\,181\,983,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.П4}} = 46\,462\,542,12 - 43\,553\,314,84 = 2\,909\,227,28 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр}_{\text{обл.П5}} = 50\,801\,758,32 - 47\,293\,035,78 = 3\,508\,722,54 \text{ руб.}$$



Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам: [25]

$$H_{ПРi} = П_{Р.ОБЛi} \cdot 0,2, \quad (66)$$

$$H_{ПР.П1} = 727\,496,84 \cdot 0,2 = 145\,499,4 \text{ руб.}$$

$$H_{ПР.П2} = 1\,454\,740,32 \cdot 0,2 = 290\,948,1 \text{ руб.}$$

$$H_{ПР.П3} = 2\,181\,983,8 \cdot 0,2 = 436\,396,7 \text{ руб.}$$

$$H_{ПР.П4} = 2\,909\,227,28 \cdot 0,2 = 581\,845,4 \text{ руб.}$$

$$H_{ПР.П5} = 3\,508\,722,54 \cdot 0,2 = 701\,744,5 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам: [23]

$$П_{Р.Чi} = П_{Р.ОБЛi} - H_{ПРi}, \quad (67)$$

$$П_{Р.Ч1П} = 727\,496,84 - 145\,499,4 = 581\,997,44 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.Ч2П} = 1\,454\,740,32 - 290\,948,1 = 1\,163\,792,22 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.Ч3П} = 2\,181\,983,8 - 436\,396,7 = 1\,745\,587,1 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.Ч4П} = 2\,909\,227,28 - 581\,845,4 = 2\,327\,381,88 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.Ч5П} = 3\,508\,722,54 - 701\,744,5 = 2\,806\,978,04 \text{ руб.}$$

#### **4.4. Общественный эффект, получаемый в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП**

Среднестатистический автомобиль проезжает в год 20 тыс км. Исходя из годовой программы выпуска, получаем:

$$L_i = L_{ср} \cdot V_i, \text{ км} \quad (68)$$

$$L1 = 20\,000 \cdot 6491 = 129\,820\,000 \text{ км}$$

$$L2 = 20\,000 \cdot 7368 = 147\,360\,000 \text{ км}$$

$$L3 = 20\,000 \cdot 8245 = 164\,900\,000 \text{ км}$$

$$L_4=20\,000*9122=182\,440\,000 \text{ км}$$

$$L_5=20000*9999=199\,980\,000 \text{ км}$$

Где:  $L_{cp}$  – величина пробега среднестатистического автомобиля в год, км:

$L_i$  – величина пробега реализованных в  $i$ -м году автомобилей:

$V_i$  – объем реализации автомобилей в  $i$ -м году.

Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров через 380000 км (ДТПр), со смертельным исходом для одного из участников – через 1400000 км. (ДТПс)

Следовательно:

$$Ч_p = L_i / \text{ДТП}_p, \text{ чел} \quad (69)$$

$$Ч_{p1}=129\,820\,000 / 380\,000 = 342$$

$$Ч_{p2}=147\,360\,000 / 380\,000=388$$

$$Ч_{p3}=164\,900\,000 / 380\,000=434$$

$$Ч_{p4}=182\,440\,000 / 380\,000=480$$

$$Ч_{p5}=199\,980\,000 / 380\,000=526$$

Где:  $Ч_p$  – возможное количество человек, получающих ранения в результате ДТП, чел:

$$Ч_{с.i} = L_i / \text{ДТП}_с, \text{ чел} \quad (70)$$

$$Ч_{с.1}=129\,820\,000 / 1400000=93 \text{ чел.}$$

$$Ч_{с.2}=147\,360\,000 / 1400000=105 \text{ чел.}$$

$$Ч_{с.3}=164\,900\,000 / 1400000=118 \text{ чел.}$$

$$Ч_{с.4}=182\,440\,000 / 1400000=130 \text{ чел.}$$

$$Ч_{с.5}=199\,980\,000 / 1400000=143 \text{ чел.}$$

Где:  $Ч_{с.i}$  – возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел.

Расчет возможных травм и смертей из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля:

$$\text{Чр.м.}i = \text{Чр.}i \cdot k_{\text{с.т.}}, \text{ чел.} \quad (71)$$

$$\text{Чр.м.}1 = 342 \cdot 0,85 = 291 \text{ чел.}$$

$$\text{Чр.м.}2 = 388 \cdot 0,85 = 330 \text{ чел.}$$

$$\text{Чр.м.}3 = 434 \cdot 0,85 = 369 \text{ чел.}$$

$$\text{Чр.м.}4 = 480 \cdot 0,85 = 408 \text{ чел.}$$

$$\text{Чр.м.}5 = 526 \cdot 0,85 = 447 \text{ чел.}$$

Где:  $k_{\text{с.т.}}$  – доля статистических травм людей, попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля.

$$\text{Чс.м.}i = \text{Чс.}i \cdot k_{\text{с.с.}}, \text{ чел.} \quad (72)$$

$$\text{Чс.м.}1 = 93 \cdot 0,75 = 70 \text{ чел.}$$

$$\text{Чс.м.}2 = 105 \cdot 0,75 = 79 \text{ чел.}$$

$$\text{Чс.м.}3 = 118 \cdot 0,75 = 89 \text{ чел.}$$

$$\text{Чс.м.}4 = 130 \cdot 0,75 = 98 \text{ чел.}$$

$$\text{Чс.м.}5 = 143 \cdot 0,75 = 107,3 \text{ чел.}$$

Где:  $k_{\text{с.с.}}$  – доля статистических смертей людей, попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля.

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека:

$$\Delta H_{\text{д}} = (\Pi_{\text{р}} / \text{Ч}_{\text{т.н.}}) (L_2 - L_1), \text{ руб.} \quad (73)$$

$$\Delta H_{\text{д}} = (8\,544\,000\,000 / 75\,000\,000) \cdot (60 - 35) = 2848$$

где  $\Pi_{\text{р}}$  - прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб.;

$\text{Ч}_{\text{т.н.}}$  – количество трудоспособного населения, млн.чел.;

$L_1 = 35$  – средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

$L_2 = 60$  – пенсионный возраст.

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести:

- 1) Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней;
- 2) Тяжелые ранения – телесные повреждения, вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %;
- 3) Смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта (Эдтп) представим в виде таблицы.

Таблица 22.1 – Первый год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, т. р.	Экономия по группам ранений, т.р.
		до мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100 %	291	67	224			
Легкие	71 %	207	48	159	0,015	2848	6792
Тяжелые	29 %	84	19	65	0,36	2848	66 643
Смертельные		70	7	63	1	2848	179 424
Итого:							252 859

Таблица 22.2 – Второй год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, т. р.	Экономия по группам ранений, т.р.
		до мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100 %	330	66	264			
Легкие	71 %	234	47	187	0,015	2848	7989
Тяжелые	29 %	96	19	77	0,36	2848	78 947
Смертельные		79	8	71	1	2848	202 208
Итого:							289 144

Таблица 22.3 – Третий год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, т. р.	Экономия по группам ранений, т.р.
		до мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100 %	369	74	295			
Легкие	71 %	262	53	209	0,015	2848	8928
Тяжелые	29 %	107	21	86	0,36	2848	88 174
Смертельные		89	9	80	1	2848	227 840
Итого:							324942

Таблица 22.4 – Четвертый год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, т. р.	Экономия по группам ранений, т.р.
		до мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100 %	408	82	326			
Легкие	71 %	290	58	231	0,015	2848	9868
Тяжелые	29 %	118	24	95	0,36	2848	97 402
Смертельные		98	10	88	1	2848	250 624
Итого:							357 894

Таблица 22.5 – Пятый год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, т. р.	Экономия по группам ранений, т.р.
		до мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100 %	447	89	358			
Легкие	71 %	317	63	254	0,015	2848	10 581
Тяжелые	29 %	130	26	104	0,36	2848	106 629
Смертельные		107	11	96	1	2848	273 408
Итого:							390 618

Текущий чистый доход: [23]

$$\text{ЧД}_i = \text{Пр.чп} + A_M + \text{Эдтп}_i \quad (71)$$

$$\text{ЧД}_1 = 581\,997,44 + 114\,800 + 252\,859 = 949\,656,44 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧД}_2 = 1\,163\,792,22 + 114\,800 + 289\,144 = 1\,567\,736,22 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧД}_3 = 1\,745\,587,1 + 114\,800 + 324\,942 = 2\,185\,329,1 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧД}_4 = 2\,327\,381,88 + 114\,800 + 357\,894 = 2\,800\,075,88 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧД}_5 = 2\,806\,978,04 + 114\,800 + 390\,618 = 3\,312\,396,04 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных построим график зависимости прибыли от объема продаж (см. Рисунок 21 )

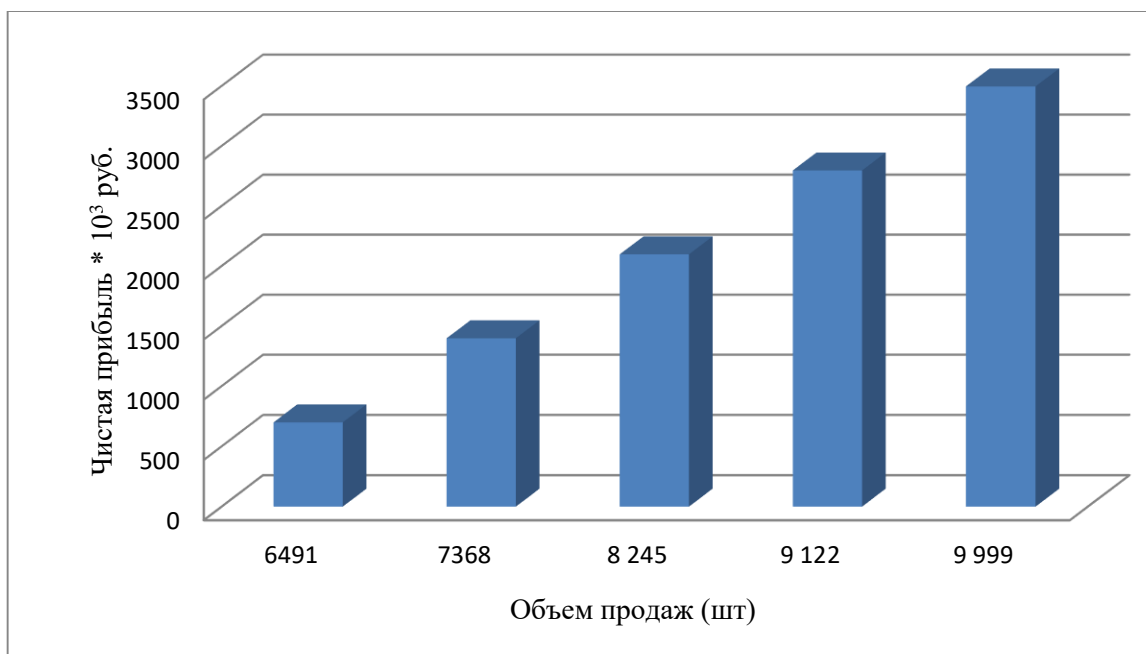


Рисунок 21 - График зависимости прибыли от объема продаж

На основании проведенного технико-экономического анализа предлагаемого варианта устанавливаемой системы можно с уверенностью утверждать о коммерческой эффективности установленной системы пожаротушения [27].

Все значения, рассчитанные в экономической части данного проекта, доказывают экономическую целесообразность данной системы.

## Заключение

Целью данного дипломного проекта является правильная установка и выбор системы пожаротушения. В заключении подведем итоги об использовании системы пожаротушения. Системы пожаротушения должны влиться как неотъемлемая часть нашей жизни, она способна сохранить жизни людей. Так как при возникновении пожаров в различных местах автотранспорта срабатывает человеческий фактор, например, при возникновении пожара в моторном отсеке человек не способен работать быстро и эффективно, так как на это способна система пожаротушения, автоматическая либо с помощью кнопки в салоне автомобиля. По результатам анализа была выбрана система пожаротушения «Допинг», так как в данное время требуется надежная и доступная гражданам система безопасности. Данная система оптимальная для выбранного автомобиля, габариты меньше порошковых модулей, на тот же защищаемый объем, незначительно дороже порошковых и прост в установке. Генератор огнетушащего аэрозоля «Допинг-2» разработан для эффективного и оперативного устранения очагов возгорания в автотранспортном средстве. При его разработке были учтены все требования по установке систем пожаротушения.

В разделе «Меры безопасности при установке системы пожаротушения» были рассмотрены меры безопасности на производстве при установке системы пожаротушения. Были выявлены возможные опасные и вредные производственные факторы,

В разделе «Технико-экономическое обоснование проекта» происходит построение и расчет параметров сетевого графика процесса, производится расчет затрат на заработную плату, отчисления на социальное страхование.



## Список используемой литературы и используемых источников

1. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля. Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40с.
2. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория. – м.: Высш. шк., 1986. – 208с.
3. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478с.:ил.
4. Павлов, В.В. Тяговый расчёт многоцелевых гусеничных и колесных машин с ГМТ: метод. указания к расчётной лабораторной работе для студентов, изучающих курс «Теория движения» / В.В. Павлов. – М.: МАДИ, 2018. – 30 с.
5. Грузинов, В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пос. для вузов. 2-е изд., доп. / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов – М.: Финансы и статистика, 2016. – 207 с.
6. А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 2016. -240 с.
7. Бронштейн Я.И. Проходимость Автомобиля - Букинистическое издание. М.: 2015. – 310 с.
8. Integrated Publishing, Inc [Электронный курс] / Basic Machines - Intro to machines and motion theories. URL: <http://enginemechanics.tpub.com/14037/css/Classification-Of-Engines-96.htm>
9. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора: справочник /Р.И. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 2017. – 464 с
10. Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машино-строителя: в 3-х томах: т. 3 – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: машиностроение, 2016. – 557 с.
11. Хусаинов А.Ш. Селифонов В.В. ТЕОРИЯ АВТОМОБИЛЯ. У.: 2015, 55-63 с.
12. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М: Высшая школа, 2016. -416 с.

13. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2016. – 478с.: ил.
14. Surface Vehicle Recommended Practice - J1952 - All-Wheel Drive System Classification". SAE International. October 2018
15. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебник / В. О. Евсеев [и др.]; под ред. Е. И. Холостовой, О. Г. Прохоровой. - Москва: Дашков и К°, 2018. - 456 с.
16. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / Л. А. Михайлов [и др.]; под ред. Л. А. Михайлова. - 2-е изд.; гриф УМО. - Санкт-Петербург: Питер, 2018. - 460 с.: ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 456-460.
17. Technical sciences / Mobilo L. V./ National University of water and environmental engineering / Том 1, № 81 (2018); 154-158
18. Walczak, Jim. "4WD vs 2WD: The Differences Between 4×4 And 4×2". about.com. Retrieved 7 August 2016.
19. Hyde, Charles K. (2017). Arsenal of Democracy: The American Automobile Industry in World War II. Wayne State University Press. pp. 147–148. ISBN 9780814339527.
20. Экономическое обоснование дипломных проектов технологического профиля: метод. указания / Сост. Л.Г. Кухтинова, Л.А. Прошкина. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2016. – 50 с.
21. Ипатов, М.И. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачев и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой. - М.: Высш.шк., 2017. - 367 с.
22. Методические рекомендации, по оценке эффективности инвестиционных проектов. (Утверждены Госстроем, Министерством экономики, Министерством финансов и Госкомпромом РФ №ВК 477 от 21 июня 1999 г.)

23. Грузинов, В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пос. для вузов. 2-е изд., доп. / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов – М.: Финансы и статистика, 2016. – 207 с.

24. Глущенко, В.Ф. Экономика предприятия. Часть 4. Организация производства. Учеб. пособие / В.Ф. Глущенко, Г.А. Краюхин, А.И. Михайлушкин и др.: СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2015. – 101 с.

25. Система пожаротушения <https://epotos.ru/produksiya/aerazolnoe-rozharotushenie/doping-2-160p/>.

26. Методические рекомендации, по оценке эффективности инвестиционных проектов. (Утверждены Госстроем, Министерством экономики, Министерством финансов и Госкомпромом РФ №ВК 477 от 21 июня 1999 г.)

## Приложение А

### Чертеж общего вида автомобиля Lada GRANTA с установленной системой пожаротушения

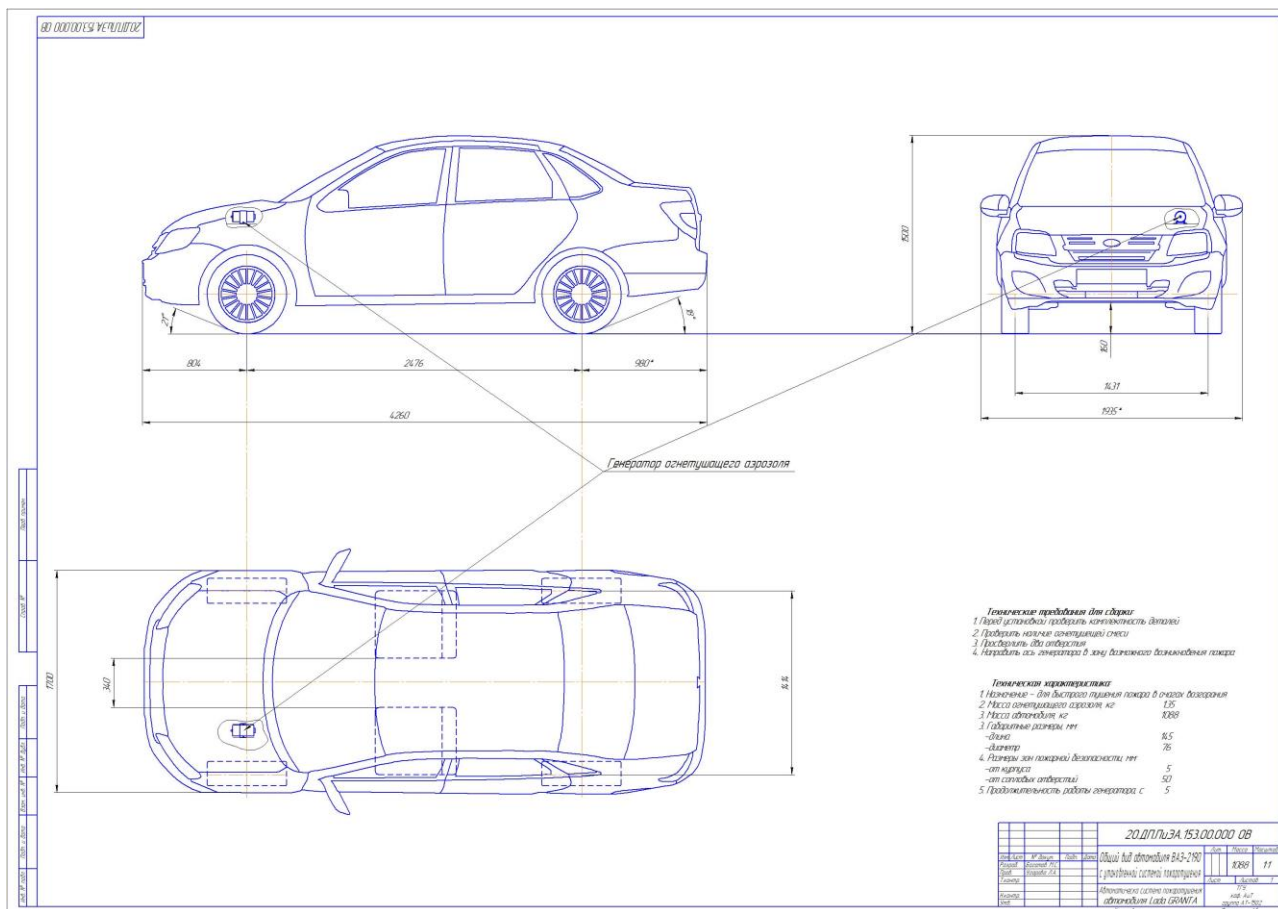


Рисунок 22 - Lada GRANTA с установленной системой пожаротушения

## Приложение Б

### Генератор огнетушащего аэрозоля сборочный чертеж

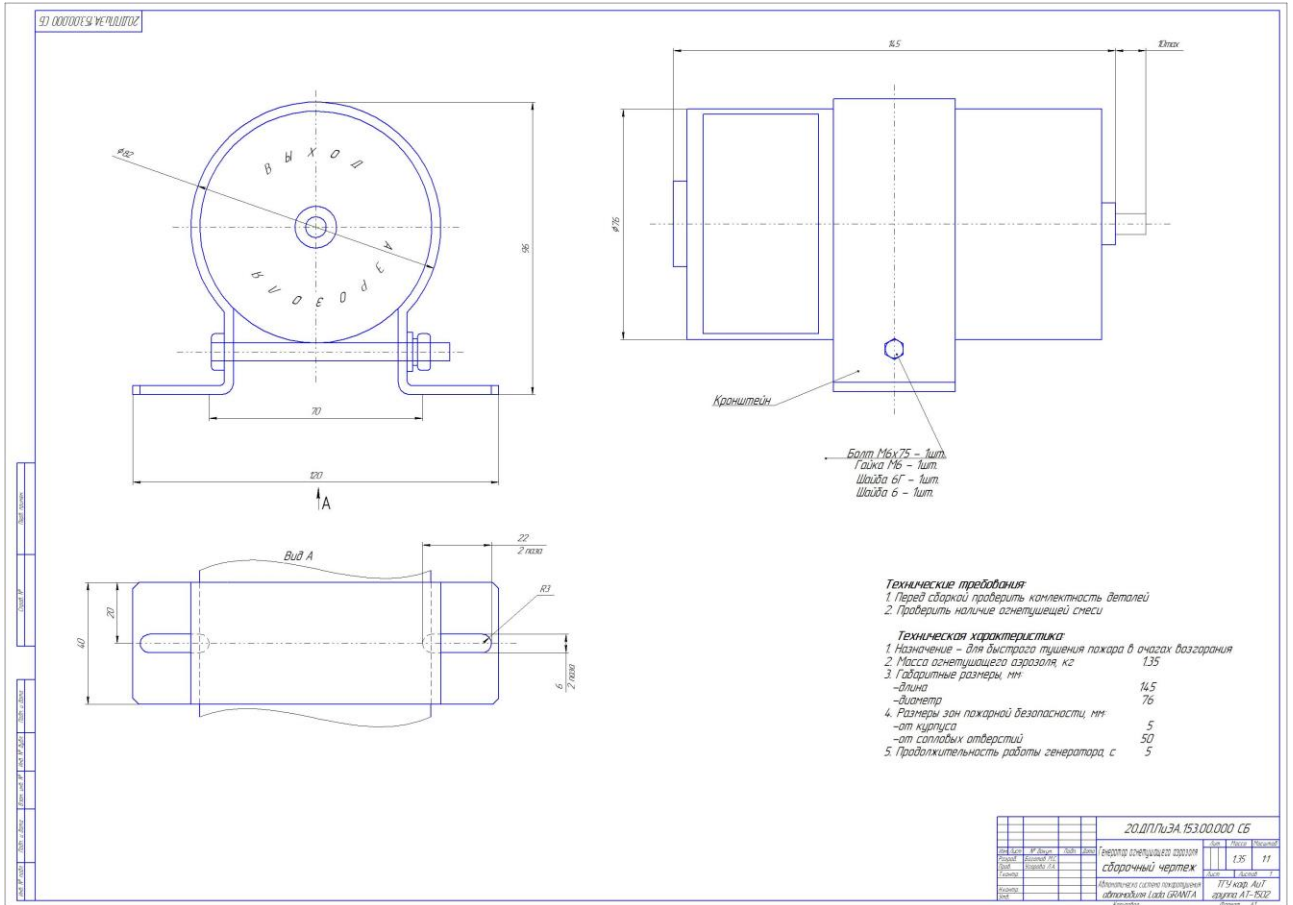


Рисунок 23 – Генератор огнетушащего аэрозоля сборочный чертеж

## Приложение В

### Чертеж генератора огнетушащего аэрозоля в разрезе

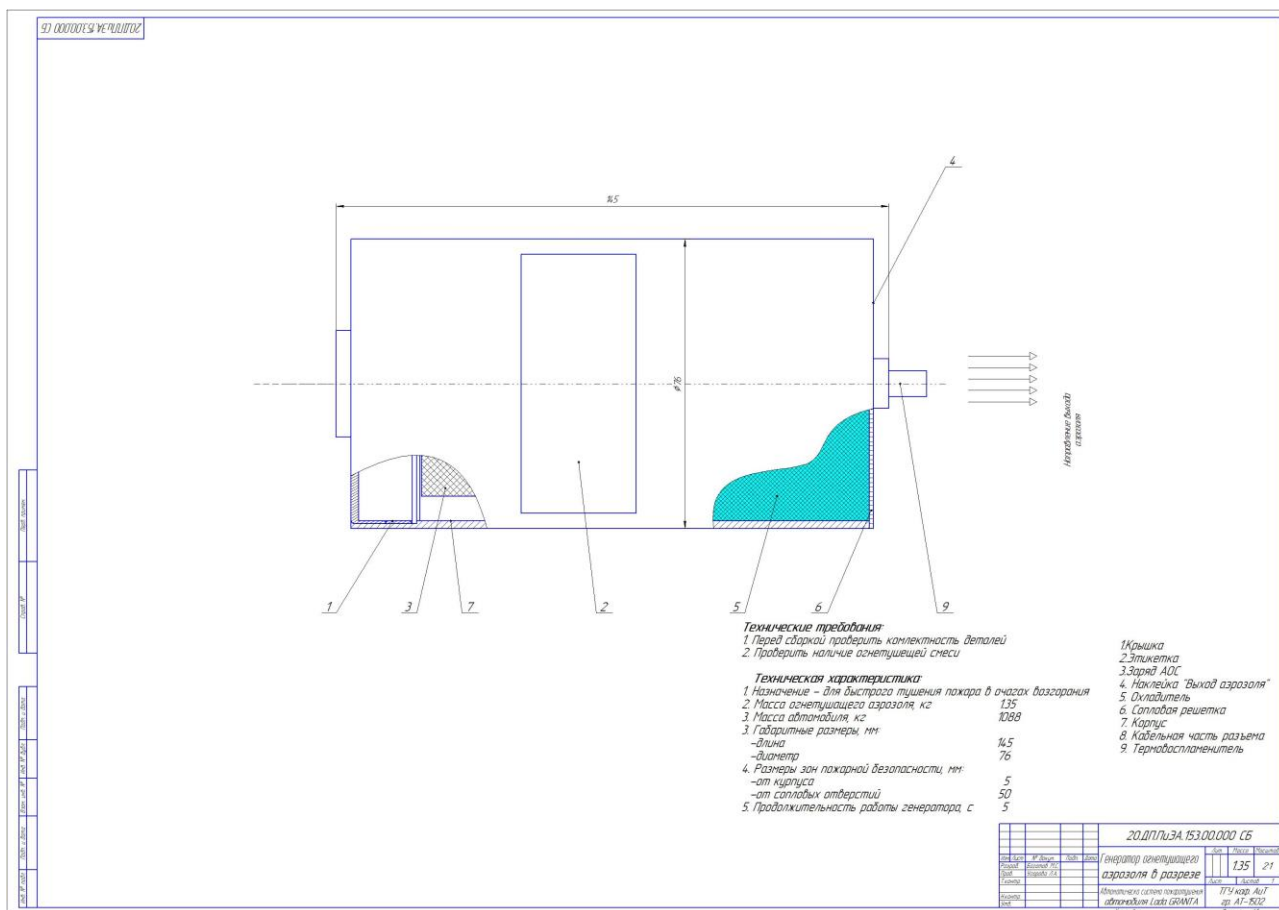


Рисунок 24 - Генератора огнетушащего аэрозоля в разрезе

# Приложение Г

## Чертеж электровоспламенителя

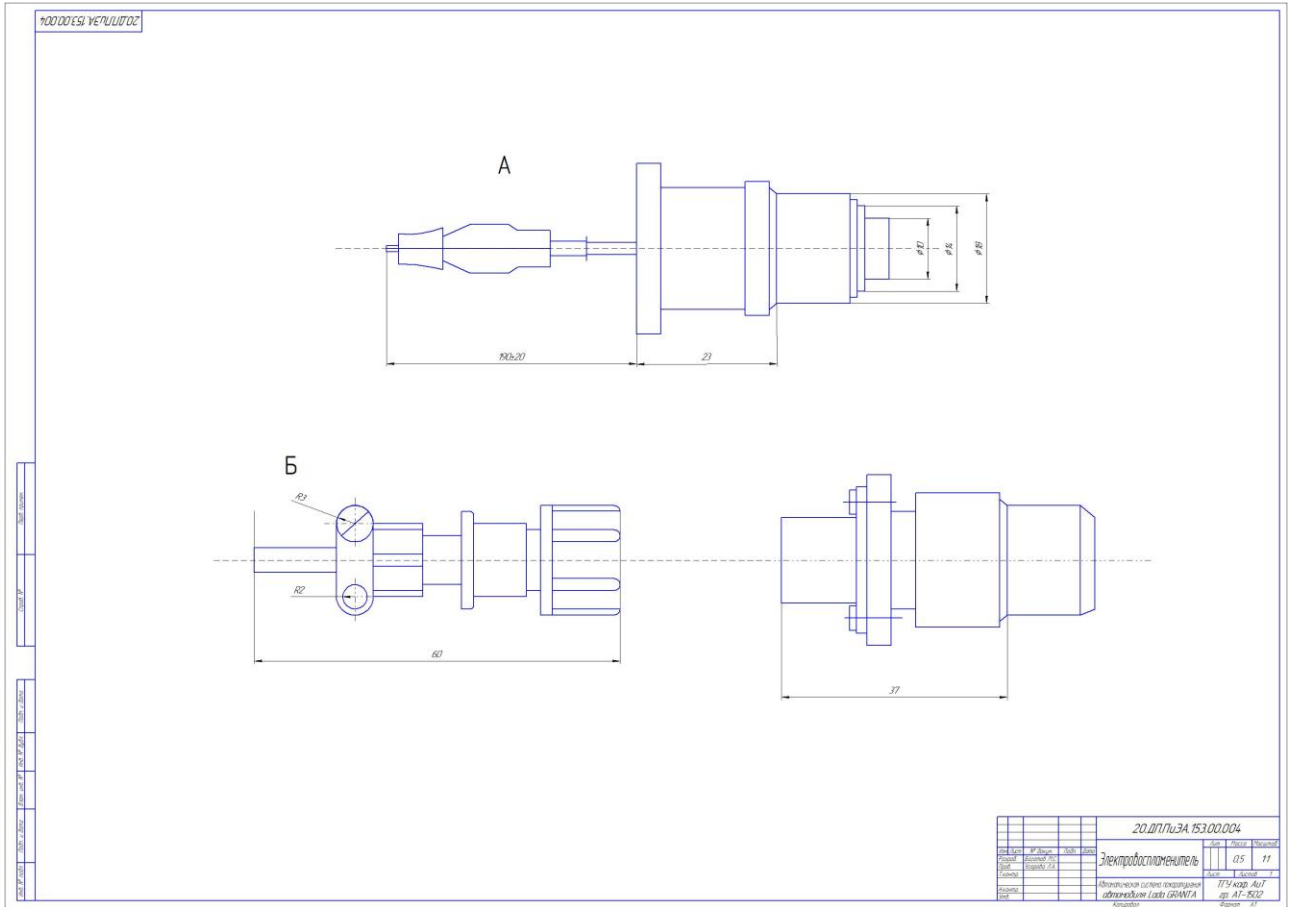


Рисунок 25 – Электровоспламенитель

# Приложение Д

## Обеспечение безопасности на производстве

ПчЗА 200.02.00.000

*Идентификация возможных производственных рисков участка монтажа гусеничного движителя*

Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	«Опасный и /или вредный производственный фактор»	Источник опасного и /вредного производственного фактора
1	2	3
Установка системы пожаротушения	Травмирование	Двигающийся транспорт, подвижные элементы конвейерной линии и специальных приспособлений
Установка системы пожаротушения	Высокий уровень шума	Гайковерты, конвейерная линия
Установка системы пожаротушения	Высокий уровень температуры воздуха	Система вентиляции и кондиционирования (ее неисправность, недостаточная производительность)

*Организационно-технические методы и технические средства устранения и снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов*

Опасный и / или вредный производственный фактор	Средства снижения фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Травмирование	Специальные ограждения, дорожные разметки, инструктаж по охране труда	Спец одежда
Высокий уровень шума	Звукоизоляционное покрытие, акустические барьеры, глушители	Специальные наушники, беруши
Высокий уровень температуры воздуха	Система вентиляции и кондиционирования	-

○ видны места  
○ производственные зоны (объекты) ПЧ  
■ производственные зоны ПЧ  
■ производственные зоны  
■ объекты для установки, хранения и транспортировки  
■ объекты

ПчЗА 200.02.00.000

Изм. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Богданов М.С.			<i>Обеспечение безопасности на рабочем месте</i>		
Проект.	Сараева Л.А.					
Технический						
Инженер				Лист	Листов	1
Синд.				ТГУ Каф. АиТ гр. АТ-1502		

Копировать Формат А3

Рисунок 26 - Обеспечение безопасности



# Приложение Е

## Графики тягово-динамического расчета

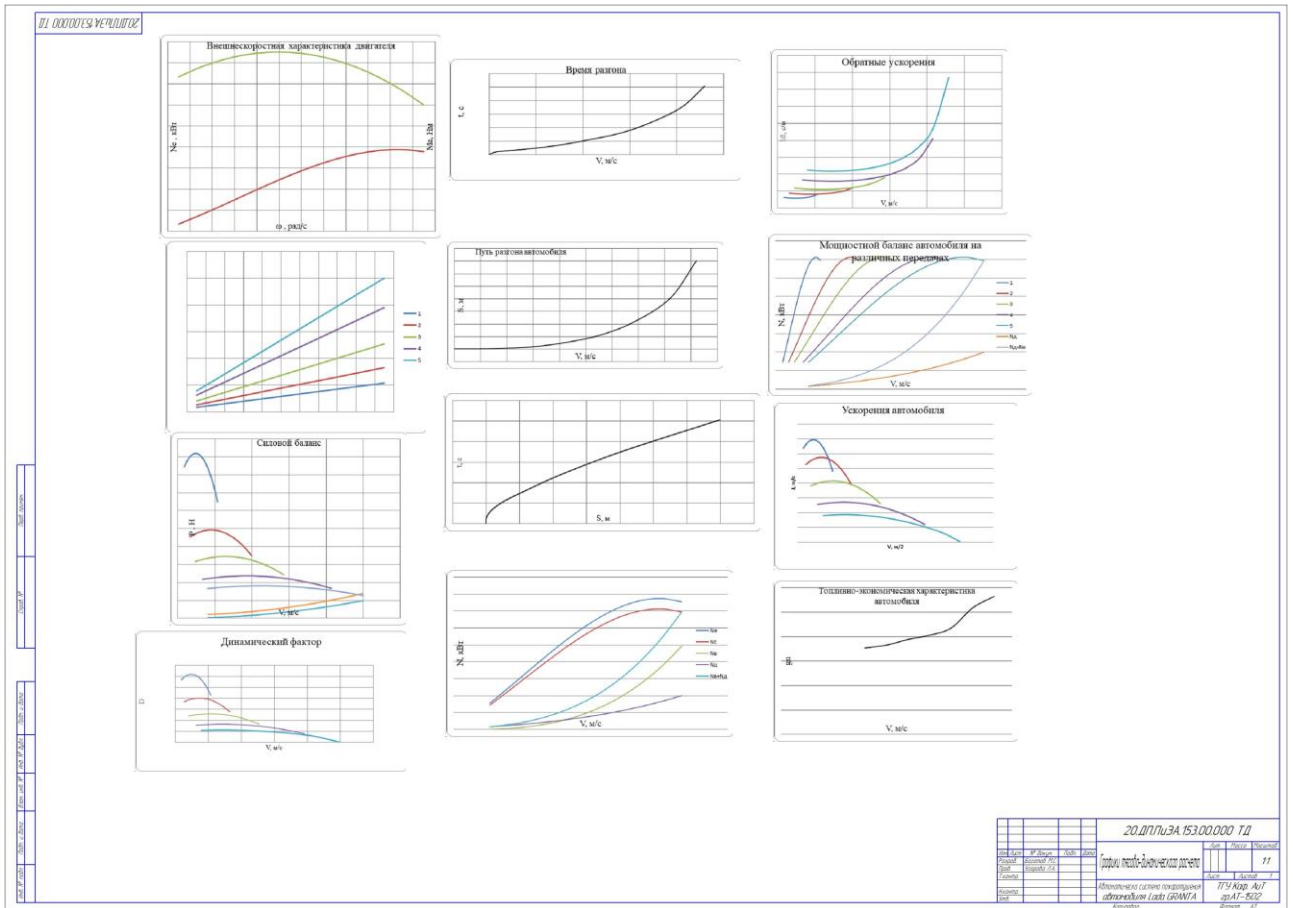


Рисунок 27 - Графики тягово-динамического расчета



## Приложение И

### Чертеж генератора огнетушащего аэрозоля

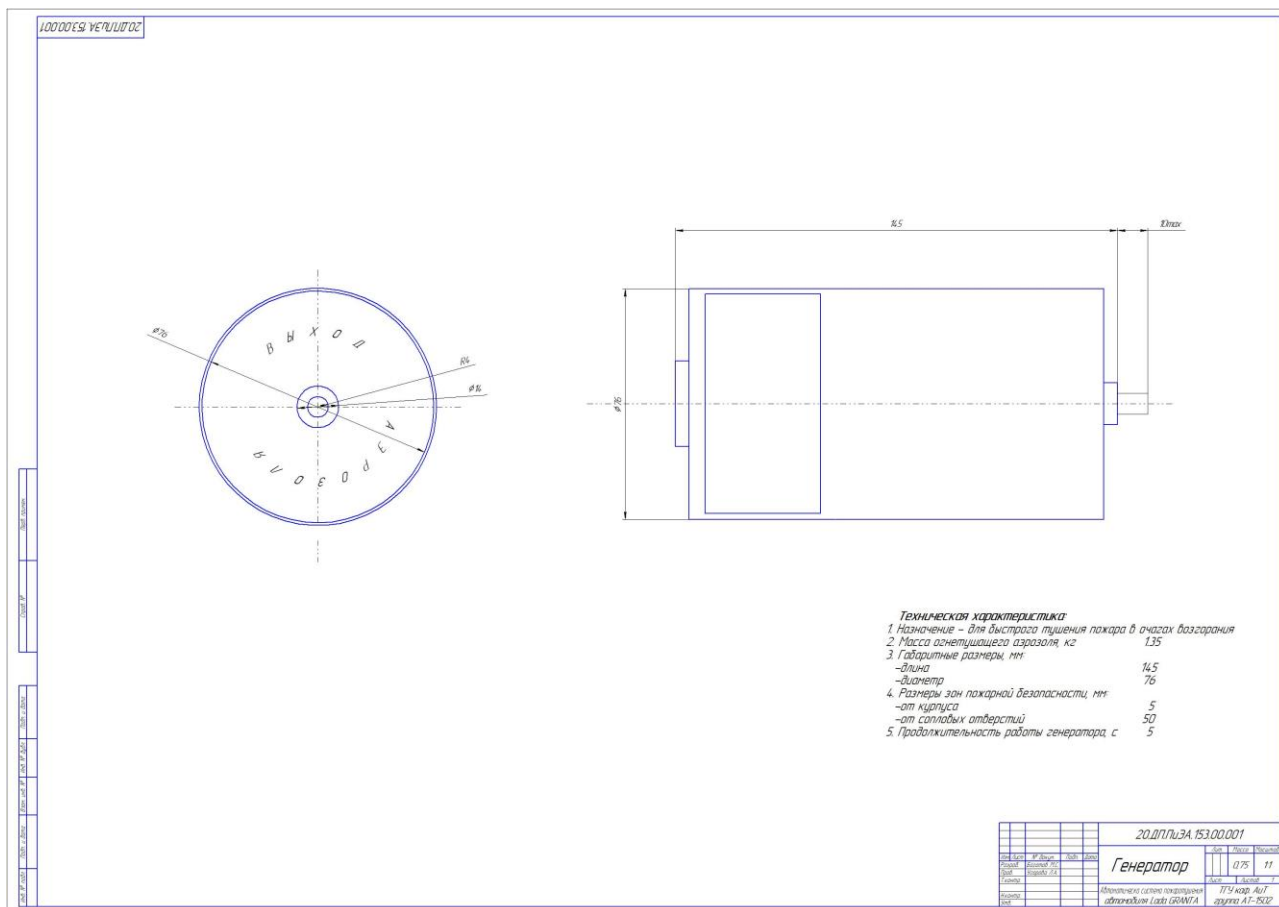


Рисунок 29 - Генератора огнетушащего аэрозоля

# Приложение К

## Чертеж кронштейна

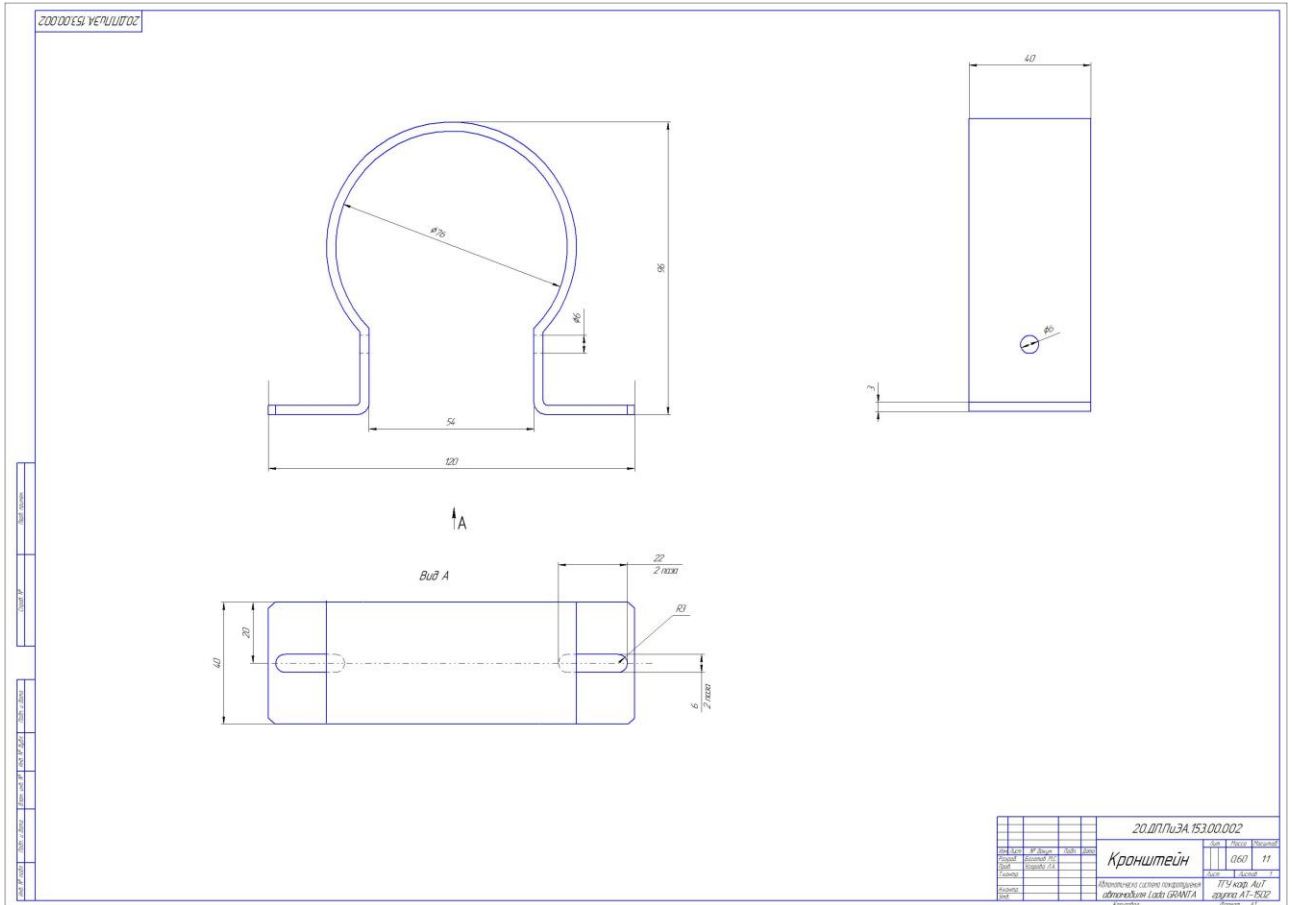


Рисунок 30 – Чертеж кронштейна

