

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка задней независимой подвески автомобиля Lada VESTA

Обучающийся

И.И. Солдатов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.С. Соломатин

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема данного дипломного проекта - "Разработка задней независимой подвески автомобиля Lada VESTA". В мире, который становится все более сложным, автомобили должны не только соответствовать современному темпу жизни человека, но также и активно реагировать на все возрастающие требования к ним. Это означает, что автомобили должны иметь надежные системы зажигания, надежные рулевое управление и тормозную систему, плавную систему сцепления, динамическое ускорение и максимальную устойчивость и управляемость на любых дорогах и при любых погодных условиях.

Устойчивость на дороге, несложное и недорогое обслуживание, безопасное управление, значительный срок службы автомобиля, хорошая производительность всех систем, таким должен быть сегодня автомобиль.

Проект состоит из 102 страниц формата А4, включая введение, конструкторский, экономический, безопасности и технический разделы, а также приложения в виде графической части и спецификаций. Графическая часть дипломного проекта состоит из 9 страниц в формате А1.

В части 1 рассматривается конструкция разрабатываемого узла автомобиля, современные тенденции развития и классификация существующих типов конструкций.

Часть 2 посвящена расчетам конструкции транспортного средства. В этой части рассматривается динамический расчет автомобиля, расчет характеристик автомобиля и расчет конструкции.

В третьей части дипломного проекта рассматривается безопасность проекта на производственной зоне сборочного участка проектного узла.

Раздел 4 дипломного проекта является технологической частью.

Раздел 5 - экономическая часть. Данный раздел посвящен экономическим расчетам себестоимости и экономического эффекта.

## **Annotation**

The topic of this thesis is "Development of the rear independent suspension of the Lada VESTA car". In a world that is becoming increasingly complex, cars must not only meet the modern pace of human life, but also actively respond to the ever-increasing demands on them. This means that cars must have reliable ignition systems, reliable steering and braking systems, comfortable and quiet gearboxes, a smooth clutch system, excellent dynamic acceleration and maximum stability and handling on all roads and in all weather conditions.

Stability on the road, simple and cheap maintenance, safe driving, a significant service life of the car, the highest performance of all car systems should be today.

The work consists of 102 A4 pages, including an introduction, design, economic, safety and technical sections, as well as appendices in the form of a graphic part and specifications. The graphic part of the thesis consists of 9 pages of drawings in A1 format.

In part 1, the design of the car assembly being developed, current development trends and classification of existing types of structures are considered.

Part 2 is devoted to calculations of the vehicle design. In this part, the dynamic calculation of the car, the calculation of the characteristics of the car and the calculation of the design are considered.

The third part of the thesis examines the safety of the project in the production area of the assembly site of the project node.

Section 4 of the thesis is the technological part.

Section 5 - the economic part. This section is devoted to economic calculations of cost and economic effect.

## Содержание

Введение .....	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение подвески и её устройство.....	6
1.2 Классификация подвесок.....	7
1.3 Обоснование выбранного варианта подвески .....	15
2 Конструкторская часть .....	15
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	15
2.2 Расчет подвески автомобиля .....	30
3 Безопасность и экологичность объекта.....	38
4 Технологическая часть .....	63
5 Экономическая эффективность проекта.....	75
Заключение .....	93
Список используемых источников.....	94
Приложение А Графики тягового расчета .....	97

## Введение

Автомобильная промышленность как отрасль является одним из ведущих растущих секторов мировой экономики. Вся мировая промышленность развивается быстрыми темпами, где большое значение имеет появление новых технологий, разработок, инноваций и технологических решений. Для того чтобы ускорить развитие автомобильной промышленности, необходимо снизить сложность обслуживания автомобилей и уменьшить расход масла и топлива, которые имеют большое значение и являются основным направлением для дальнейшего развития технического состояния автомобилей. Также необходимо повысить и улучшить безопасность и надежность автомобилей, уменьшить выбросы выхлопных газов, снизить уровень шума автомобиля и уменьшить стоимость материалов, используемых при производстве автомобилей. Также необходимо улучшить аэродинамические характеристики и массу кузова автомобиля, что приведет к снижению расхода топлива. Возможен переход на метановое и дизельное топливо и установка более современных двигателей. Для более оптимальной работы автомобиля необходимы электронные технологии, что может быть достигнуто за счет широкого использования в конструкции автомобиля последних достижений науки.

Усовершенствованные технологии и технические решения также необходимы для проектирования всех компонентов и всех систем. Использование современных высокопрочных сталей, легированных сталей, пластиков, армированных углеродным волокном, алюминия, композитных материалов и многих других конструкционных материалов и новых технологий, позволяет снизить вес автомобиля и повысить эффективность использования топлива.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение подвески и её устройство

Система подвески легкового автомобиля играет решающую роль в обеспечении плавной и комфортной езды для пассажиров, а также в поддержании устойчивости и управляемости транспортного средства. Она служит связующим звеном между колесами и шасси, поглощая и демпфируя силы, создаваемые неровностями дороги, такими как ухабы, выбоины и волнистость. Основными назначениями подвески автомобиля являются следующие:

**Комфорт:** Система подвески сводит к минимуму передачу дорожных ударов и вибраций пассажирам автомобиля. Поглощая и рассеивая силу удара, она обеспечивает более плавную езду, уменьшая дискомфорт и усталость.[1]-[3]

**Управляемость и устойчивость:** Система подвески помогает поддерживать оптимальный контакт шин с дорожным покрытием, улучшая сцепление с дорогой. Это способствует устойчивости автомобиля при прохождении поворотов, торможении и ускорении, обеспечивая безопасную и предсказуемую управляемость.

**Управление транспортным средством:** Система подвески помогает поддерживать устойчивость и управляемость транспортного средства, управляя движениями кузова по крену. Это помогает равномерно распределить вес транспортного средства, предотвращая чрезмерную передачу веса во время маневров.

Общая схема системы подвески легкового автомобиля включает в себя несколько компонентов. К ним относятся:

**Пружины:** Пружины являются основным компонентом системы подвески. Они поглощают и накапливают энергию при сжатии и высвобождают ее для восстановления транспортного средства в исходное положение. Распространенные типы пружин, используемых в легковых

автомобилях, включают спиральные пружины и пластинчатые рессоры.

**Демпферы:** Демпферы, также известные как амортизаторы, работают совместно с пружинами для управления колебаниями системы подвески. Они помогают гасить движение пружин, обеспечивая шинам автомобиля постоянный контакт с дорожным покрытием.

**Рычаги подвески:** Рычаги подвески, соединяют компоненты подвески с шасси. Они обеспечивают вертикальное перемещение подвески при сохранении нужного положения колес.

**Стабилизаторы поперечной устойчивости:** Стабилизаторы поперечной устойчивости, используются для уменьшения крена кузова при прохождении поворотов. Они соединяют компоненты подвески на противоположных сторонах автомобиля, препятствуя чрезмерному наклону кузова. [4]

## **1.2 Классификация подвесок**

Подвески можно разделить на несколько типов в зависимости от их конструкции и компоновки. Распространенные классификации включают:

**Подвеска на листовой рессоре:**

Рессорная подвеска - это особый тип подвески, обычно используемый в определенных транспортных средствах, особенно в грузовиках, фургонах и некоторых внедорожниках. Эта конструкция основана на нескольких листах стальных пластин, соединенных вместе для образования гибкого и прочного пружинного узла. Её конструкция, преимущества, недостатки и применимость:

**Конструкция и компоненты:**

Подвески на листовых рессорах состоят из нескольких ключевых компонентов:

**Листовые рессоры:** Основным компонентом этой системы подвески является сама листовая рессора. Она состоит из множества стальных пластин, называемых листами, которые изогнуты и скреплены вместе с

обоих концов. Самый длинный и толстый лист называется основным, в то время как более короткие и тонкие листы называются вспомогательными. Эти листы работают вместе, обеспечивая поддержку и гибкость подвески.

**Монтажные кронштейны:** Пластинчатые рессоры крепятся к раме или оси транспортного средства с помощью кронштейнов и болтов. Кронштейны надежно удерживают листы на месте и обеспечивают контролируемое перемещение во время работы подвески. [9]-[12]

**Скобы:** Скобы используются для соединения листовых рессор с шасси автомобиля. Они обеспечивают точку поворота, которая позволяет листам изгибаться и перемещаться при работе подвески вверх и вниз.

**Преимущества рессорной подвески:**

**Грузоподъемность:** Рессоры хорошо известны своей способностью выдерживать большие нагрузки. Они обеспечивают отличную поддержку груза, что делает их подходящими для грузовых автомобилей, коммерческих транспортных средств и применений, требующих значительных возможностей по перевозке грузов.

**Долговечность:** Рессоры известны своей долговечностью и способностью выдерживать суровые условия эксплуатации. Они могут работать на пересеченной местности и в тяжелых условиях эксплуатации, что делает их идеальными для внедорожников и коммерческих автомобилей.

**Боковая устойчивость:** Рессоры обеспечивают присущую им боковую устойчивость благодаря своей конструкции. Многочисленные листы действуют как единое целое, сопротивляясь боковым воздействиям и уменьшая крен кузова при прохождении поворотов.

**Экономичность:** Подвески на листовых рессорах, как правило, дешевле в изготовлении и обслуживании по сравнению с более сложными системами подвески. Они предлагают экономичное решение для транспортных средств, в которых приоритет отдается грузоподъемности.

**Недостатки подвески на листовых рессорах:** [13]-[17]

**Комфорт при езде:** Подвески на листовых рессорах, как правило,

обеспечивают более жесткую езду по сравнению с другими типами подвесок. Они могут передавать больше дорожных вибраций и ударов пассажирам, что приводит к снижению комфорта езды, особенно по неровной поверхности.

Требования к весу и занимаемому пространству: Подвески на листовых рессорах увеличивают вес автомобиля из-за своей конструкции. Этот дополнительный вес может повлиять на топливную экономичность. Кроме того, конструкция подвесок на листовых рессорах может потребовать большего пространства под автомобилем, что ограничивает дорожный просвет.

Применимость:

Подвески на листовых рессорах обычно используются в транспортных средствах, для которых важна грузоподъемность, таких как грузовики, микроавтобусы и некоторые внедорожники. Они предпочтительны в тех областях применения, где важны долговечность, неприхотливость и грузоподъемность, таких как коммерческие автомобили, внедорожники и большегрузные грузовики. Подвески на листовых рессорах, менее распространены в современных легковых автомобилях, в которых часто используются независимые подвески для повышения комфорта езды и точности управления.

В итоге следует отметить, что подвески на листовых рессорах обладают заметными преимуществами с точки зрения несущей способности, долговечности и поперечной устойчивости. Однако им приходится идти на компромиссы с точки зрения комфорта.

Смотри на рисунке 1. [18]-[21]



Рисунок 1 – Рессорная подвеска

Теперь про зависимую подвеску: Зависимая подвеска соединяет оба колеса на одной оси, часто используя цельную ось или торсионную балку. Эти подвески проще и дешевле, но обеспечивают меньшую изоляцию от неровностей дороги. Зависимые подвески обычно встречаются в грузовых автомобилях и некоторых легковых автомобилях прошлых лет.

Зависимая подвеска показана на рисунке 2. [22]-[24]

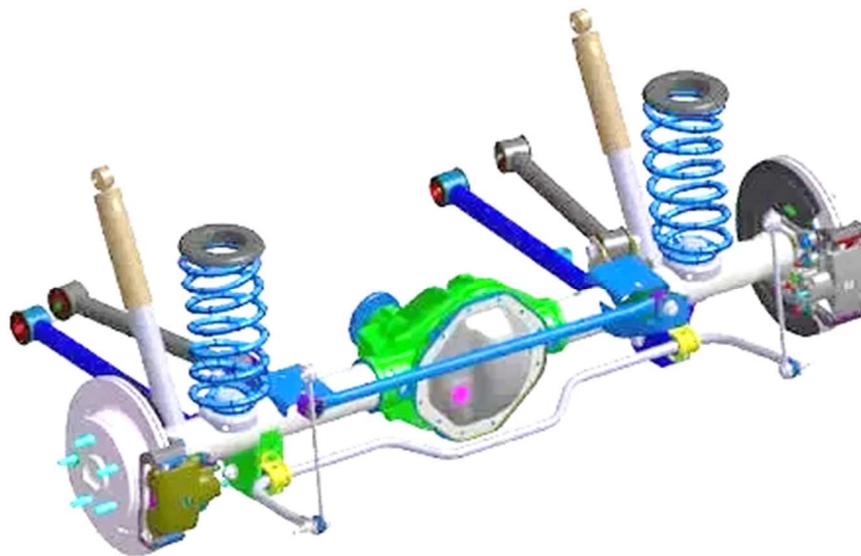


Рисунок 2 – Зависимая пружинная подвеска

Далее независимая подвеска, рисунок 4: В независимой подвеске каждое колесо может свободно перемещаться по вертикали независимо от

другого. Этот тип подвески обеспечивает повышенный комфорт при езде, управляемость и хорошее сцепление с дорогой. Примерами независимых подвесок являются стойка Макферсона, двойной поперечный рычаг и многорычажные подвески.

**Пневматическая подвеска:** В системах пневмоподвески используются пневматические пружины вместо обычных цилиндрических пружин или листовых рессор. Они обладают регулируемой высотой подъема и хорошими амортизационными характеристиками, что обеспечивает повышенный комфорт и управляемость. Пневмоподвески часто встречаются в автомобилях класса люкс и внедорожниках премиум класса. [25]-[27]

**Активная подвеска:** В активных подвесках используются электронные датчики, приводы и системы управления для непрерывной регулировки характеристик подвески в режиме реального времени. Эти подвески могут обеспечить повышенный комфорт при езде, активно реагируя на дорожные условия и действия водителя.

Каждый тип конструкции подвески имеет свои преимущества и недостатки:

**Подвеска MacPherson, рисунок 3:** Этот тип независимой подвески отличается простотой, компактностью и экономичностью. Это обеспечивает хорошую управляемость и устойчивость, особенно в компактных автомобилях. Однако стойки MacPherson могут ограничивать ход колес и немного снижать комфорт езды по сравнению с другими конструкциями.

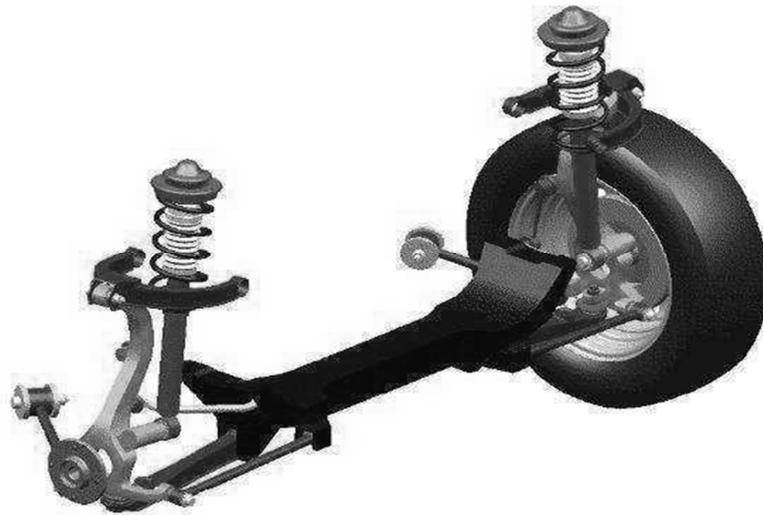


Рисунок 3 – Подвеска Мак-Ферсон

Подвеска на двойных поперечных рычагах: Подвеска на двойных поперечных рычагах обеспечивает превосходную управляемость, устойчивость и комфорт при езде. Они обеспечивают широкий диапазон хода колес, обеспечивая лучшее сцепление с неровной поверхностью. Однако они более сложны, дороги и требуют дополнительного пространства. [28]-[29]

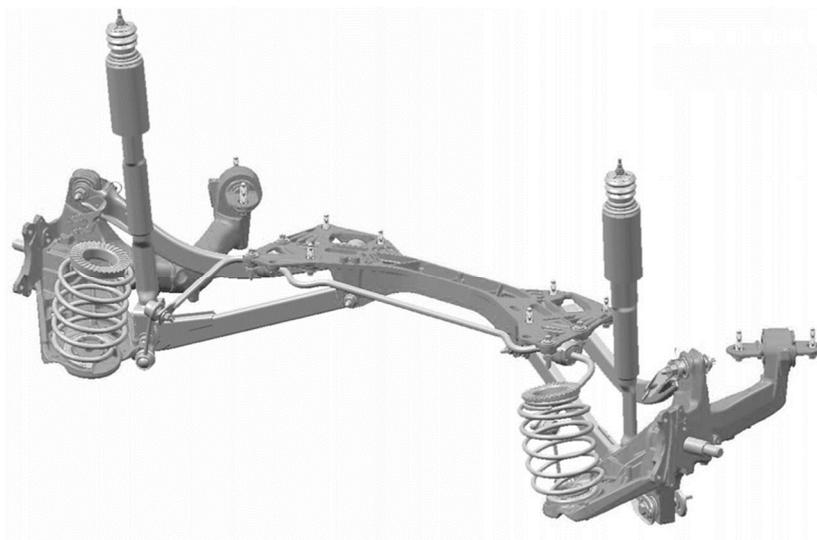


Рисунок 4 – Задняя независимая подвеска с продольными рычагами

Многорычажная подвеска, рисунок 5: Многорычажные подвески сочетают в себе преимущества стоек MacPherson и подвесок на двойных поперечных рычагах. Они обеспечивают отличную управляемость,

устойчивость и комфорт при езде, а также повышенную гибкость при настройке различных характеристик подвески. Однако они более сложны и дорогостоящи в изготовлении.

Подвеска на торсионной балке: Подвески на торсионной балке просты, компактны и экономичны. Они обеспечивают достойный комфорт при езде и подходят для применения в легких условиях эксплуатации. Однако они могут иметь ограничения в управляемости и независимом перемещении колес.

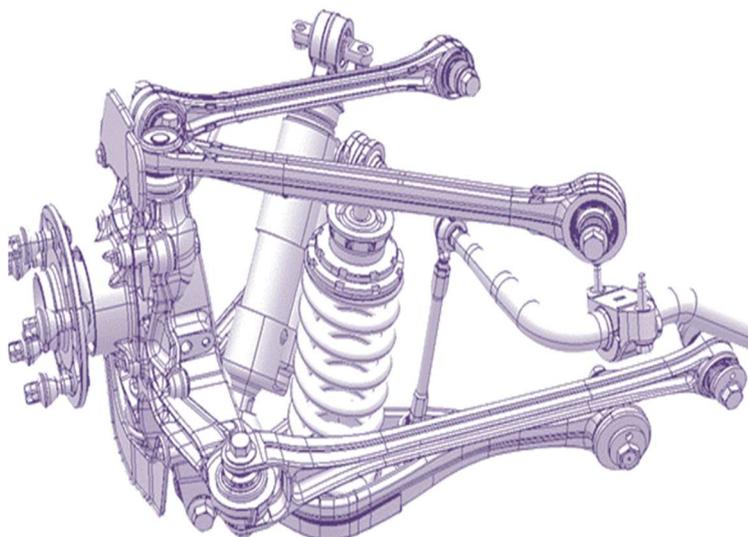


Рисунок 5 – Многорычажная подвеска

И в заключении следует добавить, что система подвески легкового автомобиля играет жизненно важную роль в обеспечении комфорта, управляемости и устойчивости. Конструкция подвески, будь то независимая, зависимая, пневматическая или активная, определяет общую производительность и характеристики транспортного средства. Каждый тип подвески имеет свои преимущества и недостатки, что позволяет производителям выбирать наиболее подходящую конструкцию, исходя из стоимости, эксплуатационных характеристик и целевого рынка. В конечном счете, хорошо продуманная система подвески обеспечивает баланс между комфортом и управляемостью, улучшая общее впечатление от вождения для водителя и пассажиров. [30]

### **1.3 Обоснование выбранного варианта подвески**

При совершенствовании конструкции подвески или разработке подвесок для новых автомобилей всегда стремятся к максимальной унификации производства, чтобы использовать компоненты подходящие для более старых поколений или автомобилей более ранних периодов производства, которые используются водителями в течение более длительного периода времени. При использовании этого принципа также снижаются затраты на проектирование.

Важной особенностью разработанной подвески является сохранение общей компоновки по сравнению с серийной версией, которая зарекомендовала себя как технически надежная, долговечная и высокопроизводительная. В частности, не было внесено существенных изменений в конструкцию задней подвески автомобиля. При этом новая независимая подвеска имеет ряд преимуществ перед серийными аналогами. Прежде всего, это - обеспечение более мягкого хода и лучшей управляемости автомобиля. Кроме того, подвеска обеспечивает лучшую маневренность автомобиля на дороге, что особенно важно для эксплуатации в городе. Подвеска автомобиля разработана с учетом требований, предъявляемых к транспортным средствам данного класса.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### Исходные данные

«Число ведущих колес .....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг .....	$m_o = 1200$
Количество мест .....	5
Максимальная скорость, м/с .....	$V_{max} = 51,67$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с .....	$\omega_{max} = 680,7$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с .....	$\omega_{min} = 88$
Коэффициент аэродинамического сопротивления .....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема .....	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии .....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению .....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач .....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось .....	51
задняя ось .....	49
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л .....	$\rho_t = 0,72$ »[22]

#### Подготовка исходных данных для тягового расчёта

«а) Определение полного веса и его распределение по осям»[22]

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (1)$$

«где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;»[22]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1200 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 12063 + 3678 + 490 = 16231 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 16231 \cdot 0,51 = 8278 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 16231 \cdot 0,49 = 7953 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

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

На автомобиле установлены радиальные шины 195/65 R15.»[22]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 195$  – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,65$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 381$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины.»[22]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (9)$$

Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (10)$$

«где  $U_k$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,784.»[22]

$$U_0 = (0,294 \cdot 680,7) / (0,784 \cdot 51,67) = 3,938 \quad (11)$$

Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении.»[22]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (12)$$

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

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что:»[22]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (13)$$

$$\psi_v = 0,012 \cdot (1 + 51,67^2 / 2000) = 0,023$$

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 =$$

95983 Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (14)$$

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ).»[22]

$$N_{MAX} = 95983 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 96478 \text{ Вт} \quad (15)$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:»[22]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (16)$$

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

Определение значений крутящего момента производится по формуле и заносится в таблицу 1:»[22]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (17)$$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
840	88	14,6	166,3
1290	135	23,4	173,4
1740	182	32,6	178,9
2190	229	41,9	182,8
2640	276	51,2	185,2
3090	324	60,2	186,0
3540	371	68,7	185,3
3990	418	76,4	182,9
4440	465	83,2	179,0
4890	512	88,9	173,5
5340	559	93,1	166,5
5790	606	95,7	157,8
6240	653	96,5	147,6
6690	701	95,2	135,8
6500	681	95,0	134,0

« $n_e$  - обороты двигателя, об/мин;»[22]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (18)$$

Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:»[22]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (19)$$

«Где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ( $\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ ).»[22]

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,30 = 0,323 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 16231 \cdot 0,323 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (21)$$

«где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$  Н,  $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).»[22]

$$u_{\leq} = 7450 \cdot 0,8 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 3,636$$

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 3,600$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен:»[22]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (22)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (23)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (24)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (25)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (26)$$

Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов коленвала:»[22]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (27)$$

Расчетные данные в таблице 2 и таблице 3.

Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
840	1,8	2,7	3,9	5,7	8,4
1290	2,8	4,1	6,0	8,8	12,9
1740	3,8	5,5	8,1	11,9	17,4
2190	4,8	7,0	10,2	14,9	21,9
2640	5,7	8,4	12,3	18,0	26,4
3090	6,7	9,8	14,4	21,1	30,9
3540	7,7	11,3	16,5	24,1	35,3
3990	8,7	12,7	18,6	27,2	39,8
4440	9,7	14,1	20,7	30,3	44,3
4890	10,6	15,6	22,8	33,4	48,8
5340	11,6	17,0	24,9	36,4	51,3
5790	12,6	18,4	27,0	39,5	-
6240	13,6	19,9	29,1	42,6	-
6690	14,5	21,3	31,2	45,6	-
6500	14,1	20,7	30,3	44,3	-

Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (28)$$

Таблица 3 - Тяговый баланс

Обороты дв-ля об/мин	сила тяги на передаче, кН				
840	7287	4978	3401	2323	1587
1290	7598	5191	3546	2422	1655
1740	7840	5356	3659	2499	1707
2190	8013	5474	3740	2555	1745
2640	8118	5545	3788	2588	1768
3090	8153	5569	3805	2599	1776
3540	8119	5546	3789	2588	1768
3990	8017	5476	3741	2556	1746
4440	7845	5359	3661	2501	1708
4890	7605	5195	3549	2424	1656
5340	7295	4984	3404	2326	1589
5790	6917	4725	3228	2205	1506
6240	6470	4420	3019	2063	1409
6690	5954	4067	2778	1898	1297
6500	6180	4222	2884	1970	1346

Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху:»[22]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (29)$$

«Сила сопротивления качению:»[22]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (30)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (31)$$

«Полученные данные заносим в таблицу 4 и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.»[22]

Таблица 4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	162	162
5	12	164	177
10	49	170	220
15	111	181	291
20	197	195	391
25	307	213	520
30	442	235	678
35	602	262	864
40	786	292	1078
45	995	327	1322
50	1228	365	1594
55	1486	408	1894
60	1769	454	2223
65	2076	505	2581

Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (33)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является

графическим изображением зависимости динамического фактора  $D$  от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу 5 и представляют графически.»[22]

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
840	0,449	0,307	0,209	0,142	0,096
1290	0,468	0,319	0,217	0,147	0,097
1740	0,483	0,329	0,223	0,150	0,096
2190	0,493	0,336	0,227	0,151	0,093
2640	0,499	0,340	0,229	0,150	0,088
3090	0,501	0,340	0,228	0,147	0,081
3540	0,498	0,338	0,225	0,142	0,071
3990	0,492	0,333	0,220	0,135	0,060
4440	0,481	0,324	0,213	0,126	0,046
4890	0,465	0,313	0,203	0,116	0,030
5340	0,445	0,298	0,191	0,103	0,012
5790	0,421	0,281	0,177	0,089	-
6240	0,393	0,260	0,160	0,072	-
6690	0,360	0,237	0,142	0,054	-
6500	0,375	0,247	0,150	0,062	-

Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (34)$$

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

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.»[22]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ).»[22]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (35)$$

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$ .»[22]

Расчетные данные в таблице 6 таблице 7 и таблице 8.

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta_{BP}$	1,419	1,211	1,115	1,070	1,048

Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 2ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 3ей передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 4ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 5ой передаче, м/с <sup>2</sup>
840	3,03	2,40	1,75	1,21	0,80
1290	3,17	2,50	1,82	1,25	0,81
1740	3,27	2,58	1,88	1,28	0,79
2190	3,34	2,64	1,91	1,28	0,75
2640	3,38	2,67	1,92	1,27	0,70
3090	3,39	2,67	1,91	1,23	0,62
3540	3,37	2,65	1,88	1,18	0,51
3990	3,33	2,60	1,83	1,11	0,39
4440	3,25	2,54	1,76	1,02	0,24
4890	3,14	2,44	1,67	0,92	0,07
5340	3,01	2,32	1,57	0,79	-0,12
5790	2,84	2,18	1,44	0,65	-0,33
6240	2,64	2,01	1,29	0,49	-0,56
6690	2,42	1,82	1,12	0,31	-0,82
6500	2,51	1,90	1,19	0,39	-0,71

Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 2ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 3ей передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 4ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 5ой передаче, с <sup>2</sup> /м
840	0,33	0,42	0,57	0,83	1,25
1290	0,32	0,40	0,55	0,80	1,24
1740	0,31	0,39	0,53	0,78	1,26
2190	0,30	0,38	0,52	0,78	1,33
2640	0,30	0,38	0,52	0,79	1,44
3090	0,29	0,37	0,52	0,81	1,62
3540	0,30	0,38	0,53	0,85	1,95
3990	0,30	0,38	0,55	0,90	2,57
4440	0,31	0,39	0,57	0,98	4,12
4890	0,32	0,41	0,60	1,09	13,44
5340	0,33	0,43	0,64	1,26	-8,63
5790	0,35	0,46	0,70	1,54	-3,05
6240	0,38	0,50	0,78	2,05	-1,78
6690	0,41	0,55	0,90	3,26	-1,22
6500	0,40	0,53	0,84	2,59	-1,41

## Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:»[22]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (36)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = const$ , которому соответствуют значения  $(1/j) = const$ . Эти величины можно определить следующим образом:»[22]

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (37)$$

«где  $k$  – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой  $(1/j)$  в интервале  $\Delta V_k$  на значение площади прямоугольника со сторонами  $\Delta V_k$  и  $(1/j_{CP})_k$ , переходим к приближённому интегрированию:»[22]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (38)$$

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

«где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ , [6]

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

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице 9:»[22]

Таблица 9 - Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Время, с
0-5	152	0,8
0-10	457	2,3
0-15	824	4,1
0-20	1279	6,4
0-25	1861	9,3
0-30	2603	13,0
0-35	3527	17,6
0-40	4685	23,4
0-45	6130	30,6

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

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

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

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом :»[22]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39)$$

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

Путь разгона от скорости  $V_0$

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

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

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу 10:»[22]

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Путь, м
0-5	38	2
0-10	266	13
0-15	725	36
0-20	1522	76
0-25	2832	142
0-30	4873	244
0-35	7875	394
0-40	12217	611
0-45	18358	918

#### Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением:»[22]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (40)$$

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

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

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

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

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.»[22] Расчетные данные в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Мощностной баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
840	13,3
1290	21,3
1740	29,7
2190	38,2
2640	46,6
3090	54,8
3540	62,5
3990	69,5
4440	75,7
4890	80,9
5340	84,7
5790	87,1
6240	87,8
6690	86,6
6500	87,3

Таблица 12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,1	0,8	0,9
10	0,5	1,7	2,2
15	1,7	2,7	4,4
20	3,9	3,9	7,8
25	7,7	5,3	13,0
30	13,3	7,1	20,3
35	21,1	9,2	30,2
40	31,4	11,7	43,1
45	44,8	14,7	59,5
50	61,4	18,3	79,7
55	81,7	22,4	104,2
60	106,1	27,3	133,4
65	134,9	32,8	167,8

## Топливоно-экономическая характеристика

«Для получения топливоно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.»[22]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (41)$$

«Где  $g_{E \min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.»[22]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (44)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу 13 и представляют в виде графика.»[22]

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	$I$	$E$	$K_{II}$	$K_E$	$Q_s$
840	8,4	0,128	0,136	1,321	1,185	4,3
1290	12,9	0,155	0,208	1,282	1,143	5,1
1740	17,4	0,196	0,281	1,228	1,107	6,2
2190	21,9	0,250	0,354	1,163	1,077	7,4
2640	26,4	0,317	0,426	1,091	1,052	8,7
3090	30,9	0,398	0,499	1,017	1,033	10,1
3540	35,3	0,496	0,572	0,949	1,020	11,5
3990	39,8	0,613	0,645	0,896	1,012	13,1
4440	44,3	0,754	0,717	0,875	1,010	15,4
4890	48,8	0,922	0,790	0,909	1,013	19,0
5340	53,3	1,127	0,863	1,038	1,022	25,7
5790	57,8	1,378	0,935	1,329	1,036	38,7
6240	62,3	1,692	1,008	1,898	1,056	64,7

Все графики, построенные на основе данных таблиц этого подраздела, можно найти в Приложении А и на листе А1 данного проекта.



«Кинематическое передаточное число можно определить как отношение перемещения колеса к перемещению пружины. Его определяем из кинематического расчёта. В нашем случае  $i_k = 4.23/3.14 = 1.347$  (при полной нагрузке).»[11]

### 2.2.2 Расчет пружины

«Исходя из рекомендаций, принимаем желаемую собственную частоту колебаний подрессоренных масс для задней подвески  $f = 1.5 \dots 1.7$  Гц. Тогда жесткость подвески, приведенная к колесу будет:»[11]

$$C = m_{\text{п}} 4\pi^2 f^2 = 405 \cdot 47\pi^2 (1.5 \dots 1.7)^2 = 11,451 \dots 14,71 \text{ кг/см} \quad (50)$$

«Приведём жесткость подвески к пружине.»[11]

$$C_{\text{пр}} = C \cdot f \cdot i_k = (11.451 \dots 14.71) \cdot 1.353 \cdot 1.347 = 20,869 \dots 26,81 \text{ кг/см} \quad (51)$$

где  $C$  – жесткость подвески;

$f$  – собственная частота колебаний подрессоренных масс;

$i_k$  – кинематической передаточное число;

«Расчёт пружины ведется методом последовательных приближений.

При расчёте использовались следующие данные:»[11]

Требуемая жесткость пружины  $C_{\text{пр}} = 20,869 \dots 26,81 \text{ кг/см}$

Модуль упругости II рода  $G = 781000$

Полная нагрузка в расчёте на колесо  $P_{\text{ст}} = 405 \text{ кг}$

Длина пружины при полной нагрузке (из компоновки)  $L_{\text{ст}} = 223 \text{ мм}$

Динамический ход сжатия  $f_{\text{дин}} = 75 \text{ мм}$

Диаметр прутка  $d_{\text{пр}} = 8 \dots 15 \text{ мм}$

Число рабочих витков  $i_{\text{р}} = 3 \dots 15$

Диаметр пружины средний (по центру прутка)  $D_{\text{ср}} = 55 \dots 130 \text{ мм}$ .

Путем изменения параметров  $d_{np}$ ,  $i_p$ ,  $D_{сп}$ , получили следующие результаты:

$$d_{np} = 11.7 \text{ мм}, i_p = 9,7 \text{ мм}, D_{сп} = 90 \text{ мм}, C_{сп} = 24.15 \text{ кг/см},$$

межвитковый зазор  $S = 1,653 \text{ мм}$ , статический прогиб  $167,7 \text{ мм}$ ,

жесткость подвески, приведенная к колесу

$$C_{п} = 24,15 / (1.353 - 1.347) = 13.25 \text{ кг/см}$$

2.2.3 Проверка целесообразности применения стабилизатора поперечной устойчивости

«Данная подвеска имеет малую жесткость, поэтому следует проверить целесообразность применения стабилизатора поперечной устойчивости.»[11]

«В случае необходимости его применения следует определить его жесткость, приведенную к колесу.

Стабилизаторы служат для снижения крена кузова, уменьшения «отрывов», повышения устойчивости на поворотах. В аналогичных подвесках в мировой практике применяются П-образные стабилизаторы различных конфигураций. В нашем случае стабилизатор должен шарнирно крепиться к кузову центральной частью, а концевые участки должны крепиться к рычагам подвески.

Определим угловую жесткость задней подвески, приведенную к колесу. Определим положение центра крена задней подвески при полной нагрузке: используем расчетную схему, изображенную на (рис. .2.2), найдем положение оси крена.

Исходные данные:»[11]

Высота центра крена задней подвески  $46 \text{ мм}$ ,  
высота центра масс  $560 \text{ мм}$ ,

недостающие данные возьмём из компоновки.

Схема нахождения центра крена подвески на рисунке 7.

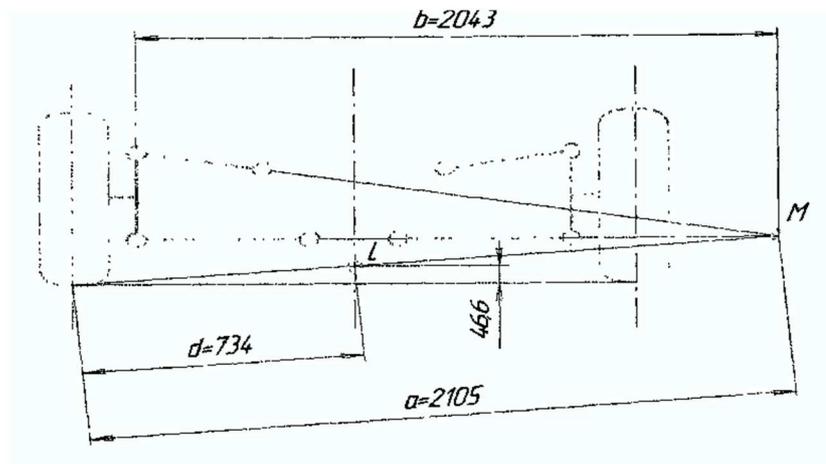


Рисунок 7 - Схема нахождения центра крена подвески

Высота центра крена равна 46,6 мм.

Угловая жесткость задней подвески нашего типа находится по формуле:

$$C_{\alpha_{зад}} = 2 \cdot C_n \cdot g \cdot (b \cdot d / a)^2, \quad (52)$$

«где  $C_{\alpha}$  - угловая жесткость задней подвески, приведенная к колесу;

$C_n$  - приведенная к колесу вертикальная жесткость задней подвески;

$b, d, a$  - плечи.

Подставим данные в (5) и получим:»[11]

$$C_{\alpha_{зад}} = 2 \cdot 1325 \text{ кг/м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot (2.043 \text{ м} \cdot 0.743 \text{ м} / 2.105 \text{ м})^2 = 13450 \text{ Н} \cdot \text{м/рад}$$

«Допустимый угол крена должен находиться в пределах 4 градусов при относительной боковой силе  $\mu=0,4$  (данные УПШ).

Найдем положение центра масс а/м. Его расположение будет пропорционально нагрузкам на оси.»[11]

$$M_{\text{пер}} = M_{\text{снар}} - M_{\text{зад}} = 1550 - 2405 = 740 \text{ кг}, \quad (53)$$

$$l_2 = M_{\text{пер}} / M_{\text{снар}} \cdot L = 740 / 1550 \cdot 2492 = 1190 \text{ мм} \quad (54),$$

«где:  $M_{\text{пер}}$  - нагрузка на переднюю ось;  $M_{\text{снар}} = 1550 \text{ кг}$  - снаряженная масса а/м Lada Vesta,  $L = 2492 \text{ мм}$  - база а/м,  $l_2$  - расстояние центра масс от задней оси.

Для усиления склонности а/м к недостаточной поворачиваемости угловая жесткость передней подвески должна быть больше угловой жесткости задней подвески.»[11]

$$C_1 = C_{\text{пер}} + C_{\text{пер стаб}} \quad (55)$$

$$C_2 = C_{\text{зад}} + C_{\text{зад стаб}} \quad (56)$$

$$S = C_1 / C_2, \quad (57)$$

«где  $C_{\text{пер}}$ ,  $C_{\text{зад}}$  - приведенные к колесу угловые жесткости передней и задней подвесок;  $C_{\text{пер стаб}}$  - жесткость переднего стабилизатора,  $C_{\text{зад стаб}}$  - жесткость заднего стабилизатора. Соотношение  $S$  должно быть 1,3.

У модернизированного а/м на базе Lada Vesta предполагается использование задней подвески с угловой жесткостью  $C = 16000 \text{ Нм/рад}$ .

Зная положения центров крена передней и задней подвесок, а так же положения центра масс можно найти положение оси крена.

Зная положение центров крена передней и задней подвесок, найдем положение оси крена а/м:»[11]

$$h_{\text{сд}} = \frac{h_g - (h_1 \cdot l_2 + h_2 \cdot l_1)}{L} \quad (58)$$

«где  $h_g$  - высота центра масс а/м, 560 мм,  $h_1$  - высота центра крена передней подвески,  $h_2$  — высота центра крена задней подвески,  $l_2$  - расстояние от задней оси до центра масс,  $l_1$  - расстояние от передней оси до центра масс,  $L$  - база а/м.

Подставим значения в, получим:»[11]

Схема нахождения оси крена а/м на рисунке 8.

$$L_{\text{кр}} - 560 - (46 \cdot 1190 + 46,6 \cdot 1302) / 2492 = 513,7 \sim 514 \text{ мм},$$

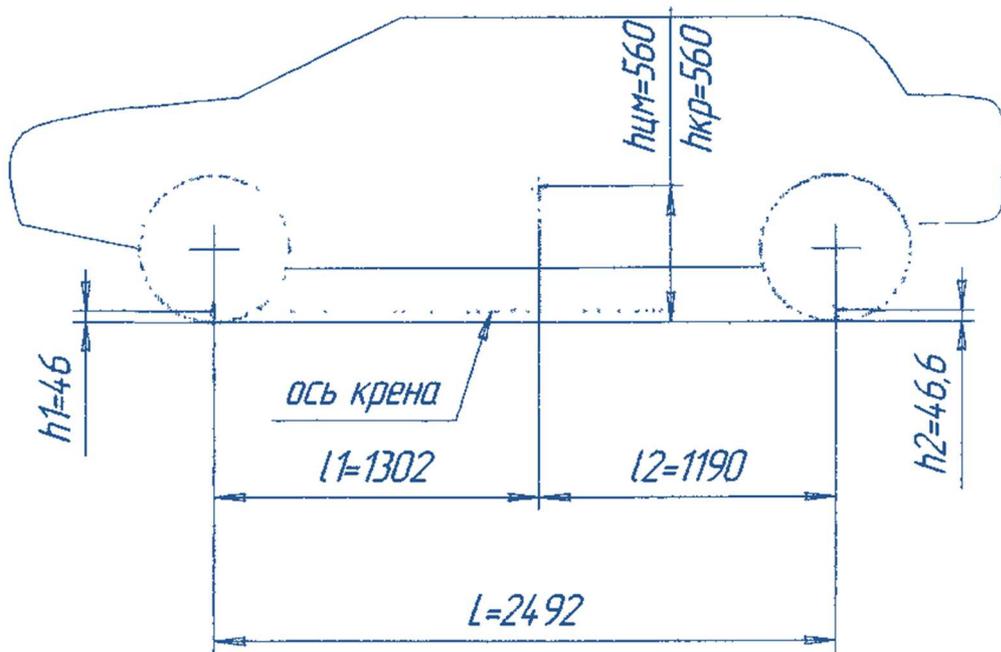


Рисунок 8 - Схема нахождения оси крена а/м

Найдем угол крена:

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{\text{кк}}}{C\beta_{\text{пш}} + C\beta_{\text{зш}} - G \cdot h_{\text{кк}}}$$

«где  $\beta$  - угол крена,  $\mu$  - значение относительной боковой силы равное 0,4;  $G$  - подрессоренная масса а/м 14504 Н;  $h_{\text{кр}}$  - плечо крена, равное 0,514 м;

$C_{\beta_{пш}}$  - угловая жесткость передней подвески с учетом жесткости шин;  $C_{\beta_{зш}}$  - угловая жесткость задней подвески с учетом жесткости шин.

Найдем угловую жесткость шин:»[11]

$$C_{\beta_{ш}} = 2C_{ш}, \quad (59)$$

«где  $C_{ш}$  - жесткость шины, принимаем равной 167000 Нм;  $d$  - расстояние от центра крена до пятна контакта колеса с дорогой, в нашем случае принимаем равным 0,734 м.

По формуле получим:»[11]

$$C_{\beta_{ш}} = 2 \cdot C_{ш} d^2 = 2 \cdot 167000 \text{ Нм} (0,734 \text{ м})^2 = 179945 \text{ Нм/рад}$$

«Найдем угловые жесткости подвесок с учетом жесткости шин:»[11]

$$C_{\beta_{иш}} = \frac{C_{\beta_i} \cdot C_{\beta_{ш}}}{C_{\beta_{ш}} + C_{\beta_{ш}}}$$

«где  $C_{\beta_i}$  - угловая жесткость подвески без учета жесткости шин,  $C_{\beta_{ш}}$  - угловая жесткость шин.

Подставим значения. Получим значения угловой жесткости подвесок.

Передней:»[11]

$$C_{\beta_{иш}} = \frac{16000 \cdot 179945}{(16000 + 179945)} = 14693 \text{ Нм/рад}$$

Задней:

$$C_{\beta_{зш}} = \frac{13450 \cdot 179945}{(13450 + 179945)} = 12515 \text{ Нм/рад}$$

«Подставим полученные данные в формулу (12) для расчёта угла крена.

Получим»[11]

$$\beta = \frac{\mu \cdot G \cdot h_{кк}}{C_{\beta_{иш}} + C_{\beta_{зш}} - G \cdot h_{кк}} = \frac{0,4 \cdot 14504 \cdot 0,514}{14693 + 12515 - 1480 \cdot 0,514} = 0,151 \text{ рад} = 8,652 \text{ град}$$

«Полученный угол крена больше допустимого значения ( $4^\circ$ ). Требуется установка стабилизаторов поперечной устойчивости.»[11]

Расчёт приведенной к колесу жесткости стабилизаторов поперечной устойчивости. «Исходя из формулы и допустимого угла крена  $4^\circ$  (0.0698 рад

), а так же желаемого соотношения угловых жесткостей передней и задней подвесок  $S=1,3$ , получим уравнения:»[11]

$$C\beta_{ми} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зи} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta}$$

Отсюда:

$$1.3 \cdot C\beta_{зис} = \frac{(-\beta \cdot C\beta_{зи} + \beta \cdot G \cdot h_{кк} + \mu \cdot G \cdot h_{кк})}{\beta} \quad (60)$$

«Из (15) выразим угловую жесткость задней подвески со стабилизатором:»[11]

$$C\beta_{зис} = 14504 \cdot 0.514 \cdot \frac{G \cdot h_{кк}(\mu + b)}{1.3 \cdot \beta}, \text{ н·м/рад}$$

«Подставим в данные, получим:»[11]

$$C\beta_{зис} = 14504 \cdot 0.514 \cdot \frac{(0.0698 + 0.4)}{1.3 \cdot 0.0698} = 21816, \text{ н·м/рад}$$

«Отсюда угловая жесткость передней подвески со стабилизатором.»[11]

$$C\beta_{пшс} = 1.3 \cdot C\beta_{зис} = 28361$$

«Найдем требуемую угловую жесткость переднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C\beta_{пшс} = C\beta_{пшс} - C\beta_{пш} = 28361 - 14694 = 13667 \text{ н·м/рад} \quad (61)$$

«Рассчитаем требуемую жесткость заднего стабилизатора, приведенную к колесу:»[11]

$$C\beta_{зшс} = C\beta_{зшс} - C\beta_{зш} = 21816 - 12515 = 9301 \text{ н·м/рад} \quad (62)$$

«Далее следует уточнить жесткости стабилизаторов в процессе дорожных испытаний.»[11]

#### Вывод

Расчетные данные показывают что все критерии оценки работоспособности проектного узла отвечают всем требуемым необходимым нормам.

### **3 Безопасность и экологичность объекта**

Интенсивная экономическая деятельность по освоению новых территорий, "преобразованию природы" и созданию искусственных экосистем, таких как города, неизбежно привела к ухудшению качества экологической среды и, соответственно, качества жизни человека.

Автомобильная промышленность, в силу своего состава, расположения и функционирования в индустриальную эпоху, считается технологическим ресурсом во всех густонаселенных районах.

Уникальность автомобильной промышленности с точки зрения охраны труда заключается в большом количестве производственных циклов в ограниченном пространстве, во время которых выполняются ремонт, очистка, покраска, сборка, испытания и другие операции.

Эти операции сопряжены с определенными экологическими нагрузками, такими как опасные и неблагоприятные производственные факторы, воздействующие на людей на рабочем месте, отходы, дождевая вода, выбросы в атмосферу из вентиляционных систем, автобусных остановок, транспортных средств и лабораторий с горячей продукцией.

Поэтому необходимы четкие инженерные решения для обеспечения безопасности людей во время производства и снижения воздействия автотранспортных предприятий на окружающую среду. Выполняя свою работу, люди подвергаются воздействию предметов труда, рабочих инструментов и других людей. Кроме того, они подвергаются воздействию всех аспектов производственной среды, в которой происходит их деятельность: тепла, влажности, движения воздуха, звука, вибрации и опасных веществ.

Все это в целом характеризует конкретные условия труда человека. Во многом от условий труда зависит здоровье человека, его работоспособность, отношение к работе и производительность труда. Плохие условия труда приводят к плохому выполнению работы и создают условия для

профессиональных травм и заболеваний.

Схема рабочего места показана на рисунке 9. Таблица 14 Факторы риска.

### 3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

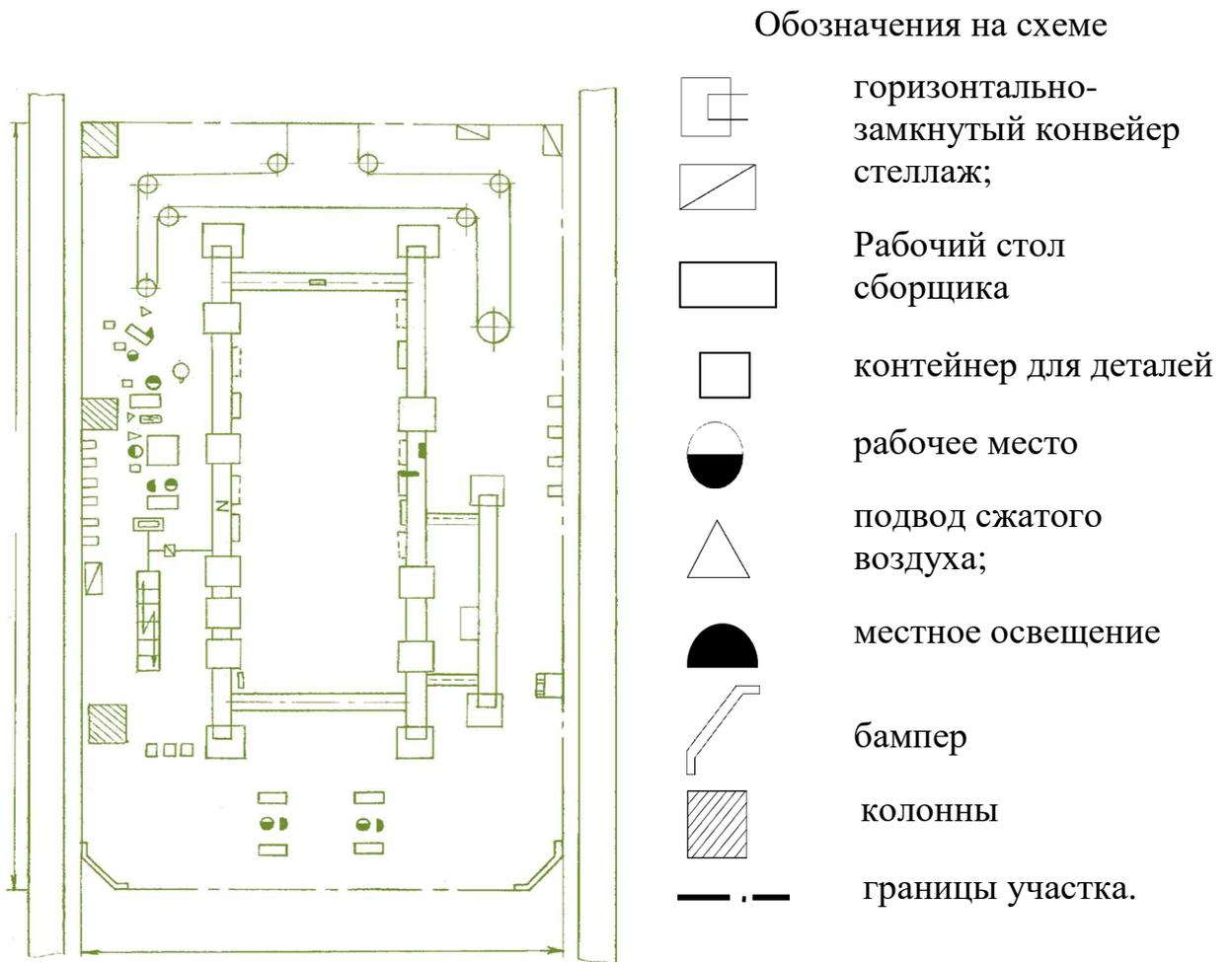


Рисунок 9 – План участка сборки

## Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
Монотонность труда	Оказывает негативное влияние на здоровье человека и приводят к расшатыванию психики человека, умственным и эмоциональным перевозудкам
Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока	Использование только местного освещения не разрешается, т.к. резкий контраст между ярко освещёнными и неосвещёнными местами вредно отражается на зрении рабочих, замедляет скорость работы, а иногда и является причиной несчастных случаев. Пульсация светового потока оказывает негативное влияние на глаза человека, вызывает боль, раздражение и ведёт к снижению зрения.
Подвижные детали	Травматизм. Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное напряжение стресс.
Химические вещества, раздражающие вещества, смазка, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания
Воздушная среда Повышенная запыленность и загрязненность воздуха	Воздействие на органы дыхания, утомляемость

Воздействие вредных и опасных факторов производства на работников.

Движение машин и механизмов, перемещение частей машин, изделий и заготовок может привести к переломам, ушибам и ссадинам различных органов и конечностей человека, если не соблюдать должную осторожность.

Повышенная влажность воздуха и сырость на рабочем месте.

Пыль негативно влияет на дыхательную систему, кожу, зрение и органы пищеварения. Воспаление верхних дыхательных путей на

начальных стадиях сопровождается зудом, а длительное обострение приводит к кашлю и выделению грязной мокроты. Если частицы пыли попадают в дыхательные пути, возникает патологическое состояние, называемое пневмонией.

«При повышении температуры поверхности оборудования повышается и температура поверхности человека.

Повышенный уровень шума и вибрации.

Во-первых, шум влияет на человеческий разум. Второе воздействие оказывается на слуховую систему: при давлении  $2 \times 10^2$  Па, интенсивности  $J$  10 Вт и частоте 1000 Гц человек почувствует боль, т.е. существует частотный порог восприятия боли. Человек может воспринимать звуковые колебания от 20 Гц до 20 000 Гц. Самая низкая частота звука составляет  $R_0$   $2 \cdot 10^{-5}$  Па и  $J_0$  10-12 Вт/м<sup>2</sup> при частоте 1000 Гц. Третьичное облучение затрагивает гипофиз человека. Запрещается кратковременное пребывание в восьмигранном поле, где звуковое давление превышает 135 дБ.

Повышенное напряжение в электрических цепях.

Повышенный уровень статического электричества. Электрический ток, проходящий через тело человека, оказывает следующие эффекты - Электролитический: он разрушает плазму и кровь.

- термический: нагревает ткани, кровеносные сосуды и нервы, вызывая ожоги; - биологический: стимулирует и возбуждает живые ткани в организме,»[7] вызывая непроизвольные сокращения мышц, что приводит к остановке дыхания и дыхания; - химический: стимулирует и возбуждает организм. «Повышенная влажность в сочетании с пониженной температурой делает его очень холодным, а в сочетании с высокой температурой - очень жарким.

Недостаток или отсутствие естественного света и освещения»[7] на рабочем месте, повышенный пульс светового потока.

Естественное освещение имеет высокую биологическую и медицинскую ценность, оказывает значительное влияние на психологию человека и, в конечном итоге, на несчастные случаи на производстве и производительность труда. Поэтому количество несчастных случаев значительно снижается осенью и зимой из-за большего использования естественного освещения в летние месяцы. Для предотвращения слепоты, вызванной прямыми солнечными лучами и отражениями от блестящих участков, световые проемы закрашиваются тоньше, а обычное стекло заменяется матовым. «Использование только местного освещения не допускается, так как резкий контраст между яркими и неосвещенными участками может повлиять на зрение оператора, замедлить его работу и иногда стать причиной несчастных случаев.»[7] Импульсный свет может повредить глаз человека, вызывая боль, воспаление и потерю зрения, такой свет не допускается.

Химикаты и промышленная пыль.

Токсичные вещества попадают в организм человека через дыхательные пути, кишечник и кожу. Токсины вдыхаются с воздухом на рабочем месте и попадают в легкие. Затем они всасываются в кровь и распространяются по органам и тканям, вызывая отравление всего организма и органов. Токсины попадают в пищеварительную систему, достигая слизистых оболочек рта. Затем они направляются в печень, где некоторые из них нейтрализуются, но большинство распространяется по всему организму. Жирорастворимые вещества, такие как бензол и тетраэтиллат олова, могут проникать через кожу. Некоторые токсины остаются в желудке, мышцах, селезенке и костях, вызывая болезни.

Промышленная пыль в этом районе - это железная пыль.

Мельчайшие дисперсные частицы пыли наиболее вредны для человеческого организма. Частицы длиной 0,2-0,5 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях. «Вред, наносимый пылью при инфекциях верхних дыхательных путей, сопровождается воспалением на начальных

стадиях, а длительное воздействие вызывает кашель и отхаркивание загрязненной мокроты. Мелкие частицы размером менее 0,1 мкм наиболее вредны для организма, так как они не остаются в верхних дыхательных путях, а попадают и оседают внутри легких, вызывая патологические процессы.»[7]

Список веществ, которые могут присутствовать в воздухе на рабочем месте: бензин 100 мкг/м<sup>3</sup> керосин 300 мкг/м<sup>3</sup> бензол 15 мкг/м<sup>3</sup> туле 50 мкг/м<sup>3</sup> креолин 50 мкг/м<sup>3</sup>.

Климатические параметры.

Определение температуры воздуха зависит от количества теплового излучения, возникающего при нагревании металла. Согласно гигиеническим нормам, это помещение считается "теплым", так как здесь нет теплового излучения выше 23 г/м<sup>3</sup>, что влияет на температуру воздуха.

Влажность воздуха составляет 70 %. Воздушный поток ниже 0,2 м/с. Статические и динамические нагрузки, визуальные и акустические нагрузки, монотонная работа могут повредить здоровью и вызвать расфокусированные мысли, умственные и психологические нагрузки.

### **3.2 Мероприятия для обеспечения безопасного труда**

«Необходимость воздуховодов Для обеспечения чистого воздуха и нормализации параметров микроклимата производственного оборудования следует предусмотреть общую приточно-вытяжную вентиляционную систему в дополнение к местному отсасывающему оборудованию для удаления вредных веществ из зон сгорания пыли, мелкого мусора и смазочно-охлаждающих жидкостей.

Условия освещения.

Естественное и искусственное освещение в производственных помещениях должно соответствовать классу 8 для зрительной работы в

соответствии с СН, Р23-05-95. Для местного освещения должны использоваться светодиодные лампы с неотражающими отражателями и углом защиты не менее 30°.»[7] Следует также принять меры по снижению плотности отражений. Требования к процедуре технического обслуживания.

Меры по защите людей от профессиональных опасностей и рисков могут включать следующее

- Все движения и вращения машин, механизмов и оборудования защищены для предотвращения травмирования работников.

- Для предотвращения травм глаз следует также использовать светозащитные экраны из прозрачных материалов.

- Зажимные устройства используются для предотвращения травм от разлетающихся деталей.

- Для предотвращения травм от разлетающихся частей должны использоваться зажимные устройства.

- Его обслуживание основано на принципе жесткого крепления оборудования для предотвращения шума и вибрации, а также на использовании подкладок и материалов для гашения вибрации.

- Помимо технических работ на рабочем месте, предусматривается использование средств индивидуальной защиты, таких как защитная одежда, защитная обувь, очки и перчатки.

Гигиенические условия, необходимые для нормальных условий труда работников, обеспечиваются отопительными и осветительными установками. Освещение в производственном помещении может обеспечиваться естественным и искусственным светом. Это необходимо для улучшения визуальных условий труда, снижения утомляемости, повышения производительности и улучшения качества продукции. Естественный свет поступает через верхние и боковые окна днем, а искусственный - через флуоресцентные лампы ночью. Искусственное

освещение обеспечивается общим освещением и, в некоторых местах, комбинированными системами освещения.

Вентиляция и отопление играют важную роль в поддержании чистоты воздуха в помещении. Система вентиляции включает в себя принудительную вентиляцию и естественную вентиляцию, которая представляет собой комбинированную систему вентиляции.

Естественная вентиляция - обеспечивается через окна в заводской крыше. Принудительная вентиляция обеспечивается системой вентиляции и кондиционирования воздуха. Система центрального отопления - для обеспечения тепла используются водонагреватели.

Средства индивидуальной защиты работников Безопасность оборудования, используемого на производстве для защиты рабочих и служащих.

«Для защиты кожи от воздействия хладагента используются профилактические маски, мази и кремы. Специальная одежда для защиты от механической вибрации предусмотрена ГОСТ 12. 4. 038-78; средства защиты от хладагентов - ГОСТ 1212. 4. 068-79. Средства защиты глаз - очки для защиты глаз ГОСТ 1212. 4. 003-80.»[7] Требования безопасности при термообработке Согласно СН, P23-05-95, освещенность источников тепла должна составлять 300 лк.

Пожарная безопасность. Помещения установки термической обработки должны быть оборудованы общей системой вентиляции. На оборудовании, являющемся источником выброса опасных и токсичных веществ, должны быть установлены местные отсасывающие устройства. SN и P21-07-97. Для защиты глаз от излучения используется металлическая лента 0,8 мм x 0,8 мм, поверх которой складывается органическое стекло толщиной 80 мм x 80 мм и размещается на уровне лица. Средства защиты органов дыхания, респиратор РМП-62 по ТТУ 1-301-0521-81; специальная одежда по ГОСТ 12.4. 4. 038-78; специальная

обувь для защиты от высоких температур, ГОСТ 12.4. 4. 0050-78. 0010-78, дерматологическая защита ГОСТ 12. 4. 4. 068-79.

Требования безопасности при эксплуатации оборудования.

Основным требованием к защите работников при разработке машин, станков, отдельных узлов и оборудования в целом является безопасность работников. Конечно, также важно, чтобы вещи были удобны в использовании и максимально безопасны. И сегодня существуют установленные стандарты безопасности на рабочем месте, которые должны соблюдаться.

Прежде всего, безопасность оборудования, используемого в производстве, обеспечивается выбором принципов работы, конструктивных и рабочих элементов, параметров процесса и т.д. Однако средства защиты требуют особого внимания и должны быть непосредственно включены в конструкцию оборудования. Защитные компоненты должны быть многофункциональными. Это означает, что они должны выполнять несколько задач одновременно. Например, с точки зрения конструктивных особенностей станка, станина должна не только обеспечивать защиту от опасных предметов, но и снижать шум во время работы, минимизировать вибрацию и защищать оборудование для заточки шлифовальных кругов должно соответствовать местной выхлопной системе.

Системы повышенного риска также должны подвергаться дополнительному контролю состояния со стороны Госгортехнадзора. При наличии электрических кабелей необходимо соблюдать правила устройства электроустановок. Требования GGTN также должны соблюдаться, если заготовка будет использоваться при высоком давлении, отличном от атмосферного. Всегда должны быть предусмотрены средства защиты от воздействия ионизирующего излучения, электромагнитного излучения, загрязнения и лучистого тепла.

Надежность технологии определяется возможностью возникновения отказов и неисправностей в процессе эксплуатации. Ведь неисправности любого рода могут иметь серьезные последствия, по крайней мере, в виде несчастных случаев на производстве и травм. Надежность оборудования и систем имеет важное значение для обеспечения безопасности. Устойчивость конструкции определяется в основном используемым материалом основания и прочностными характеристиками соединительных элементов. Условия эксплуатации также являются важными факторами, такими как наличие или отсутствие смазочных материалов, возможность ржавления под воздействием окружающей среды и повышенный износ.

Также необходимо учитывать ремонтпригодность измерительных приборов, контрольных устройств и систем автоматического управления. Если автоматика не работает, к работе должен быть привлечен обслуживающий персонал. Поэтому при проектировании рабочего места необходимо учитывать физиологические характеристики и психологическую устойчивость оператора, а также принимать во внимание данные физических измерений. Очень важно, чтобы оператор мог как можно быстрее прочесть показания контрольного оборудования и в то же время понять сигналы и т.д. Если органов управления слишком много, оператор не сможет прочесть показания приборов управления. Если органов управления слишком много, оператор быстро устанет. Все рычаги и органы управления должны быть легкодоступны, хорошо видны и просты в использовании. Большинство этих элементов управления расположены на самой машине или на отдельной панели управления рядом с машиной. Разумеется, все виды оборудования должны быть просты в осмотре, обслуживании, демонтаже, регулировке и смазке. В целом, в процессе эксплуатации проблем не возникает. «Уровень усталости персонала, работающего на основных видах оборудования, в основном связан с физическими

нагрузками, но необходимо учитывать и психологическую усталость. Кроме того, часто играет роль рабочая среда, и даже выбор цвета в большинстве случаев имеет большое значение.

Меры предосторожности по охране труда и технике безопасности для монтажников

Основные требования перед началом рабочего процесса.»[7]

Рабочая одежда всегда должна соответствовать стандартам средств индивидуальной защиты.

При работе с сажей следует использовать только обувь с закрытыми носками, защищать руки и носить беруши в шумных местах.

Рабочее место должно быть чистым и опрятным; оцениваются задачи, составляются планы действий, проверяются инструменты и оборудование, чтобы убедиться, что они готовы и удобны в использовании. Важно, чтобы все инструменты и оборудование находились в хорошем рабочем состоянии и были полностью исправны.

Убедитесь, что все предметы, подлежащие сборке в определенном месте, находятся в соответствующих контейнерах или коробках и что они соответствуют нормативным требованиям.

Все пусковые устройства, ограждения и автоматические замки должны быть в исправном состоянии.

«Определение объема работ, спланировать действия, подготовьте необходимые инструменты и разместите все на рабочем месте для удобства использования. Важно понимать, что все инструменты и оборудование также должны быть в хорошем состоянии и полностью исправны.»[7]

Убедитесь, что все предметы, подлежащие сборке в определенном месте, находятся в надлежащих контейнерах или коробках и соответствуют нормативным требованиям.

Все ограждения и замки на пусковом оборудовании и автоматике также должны быть в исправном состоянии.

Требования безопасности на рабочем месте.

1) Во время подготовительных действий удостоверитесь, что механосборочные категории, энергетические или помповые инструментариумы функционируют полноценно, когда не применяются. При надобности подрегулируйте светодиодные анализаторы так, чтобы трудовая территория была отлично подсвечена и в ней было безопасно трудиться.

2) В рабочем механизме механически собранной литейной машины соединения должны осуществляться только с помощью кнопок или переключателей, которыми можно управлять обеими руками. Категорически запрещается касаться заготовки рукой или блокировать выключатель включения/выключения во время движения штанги.

3) При работе с ударными инструментами необходимо надевать соответствующую защитную одежду или очки и принимать меры по предотвращению риска получения травм.

4) Запрещено.

Работа на сборочно-формовочных машинах со снятыми или поврежденными ограждениями.

Загрузка деталей во время работы машины, особенно если есть вращающиеся детали.

Допускать посторонних лиц в рабочую зону.

Помните, что риск получения травмы повышается при эксплуатации оборудования с самопроизвольным включением, при переключении электрических клапанов на автоматическое или принудительное включение, а также при отключении ограждений или выключателей.

Приступайте к работе, если любое отклонение в сигнальном устройстве на панели управления указывает на то, что линия находится под напряжением или обесточена.

Начинать работу, не зафиксировав обрабатываемый предмет или даже если предмет расположен неправильно.

Во время работы самостоятельно опускайте подъемные, несущие и поворотные устройства, механические устройства и т.д.

Выполнять операции, которые не могут быть предусмотрены технологией выполнения конкретной работы, например, установка или снятие изделий, ремонт изделий или инструментов, измерение компонентов и т.д.

Используйте мосты при пересечении линий электропередач.

б) Отключите оборудование от сети в обязательном порядке.

Однако это не относится к случаям одновременного проведения технического обслуживания нескольких машин.

Когда работа прерывается на некоторое время.

При прерывании электропитания.

Во время технического обслуживания, чистки и смазки, очистки и т.д.

При наличии повреждений, требующих ремонта.

- При надобности подтяните гаечки, штыри и иные трубчатые компоненты.
- Все детали, которые надо вынуть из поддона, необходимы быть надежно упакованы в подготовленное место и ни в коем случае не выкидываться.
- При эксплуатации пробивного станка или другого оборудования сначала проинструктируйте оператора, чтобы он как можно прочнее закрепил обрабатываемую деталь на балке или столе.
- Не надевайте перчатки и не прикасайтесь к сверлу при вращении. Стружку можно удалить щеткой или крючком после полной остановки ротора.

Требования к безопасности.

- Необходимо тщательно проверить оборудование и выключить все выключатели.
- Ручные инструменты должны быть возвращены в исходное положение.
- Убедитесь, что смазочные и охлаждающие жидкости заправлены должным образом.
- Поддерживайте форму в чистоте и порядке.
- Вымойте руки.

### Пожарная безопасность на предприятиях

Под пожарной безопасностью сегодня понимается комплекс организационных и технических мер, направленных на предотвращение пожарных рисков и минимизацию материального ущерба для работников.

Пожарная безопасность на промышленных предприятиях обеспечивается в основном группировкой негорючих колонн на рабочих местах до их предела огнестойкости и высокой степенью отбора информации по огнестойкости. При наличии каминов важно ограничить распространение огня. Сварка и бункеры в зоне взрыва. Необходимо применить подсистемы противодымной самозащиты, выработать сценарии выгрузки и поставить полуавтоматические подсистемы информирования и сдерживания пожара.

Оценка безопасности труда играет важную роль в реализации мер пожаро- и взрывобезопасности.

Согласно строительным нормам, промышленные склады и здания классифицируются по категориям А, В, С, D или D, в зависимости от риска взрыва и пожара.

Например, производственный участок, где обрабатывается вторичный вал коробки передач, относится к категории Д, что означает, что используемые в производстве материалы, независимо от их состояния, являются огнестойкими.

Если в процессе обработки образуется лучистое тепло или искры, а в случае пожара используется легкий огнетушитель ОП-10А, зона классифицируется как группа D.

#### Обеспечение электробезопасности в производственной зоне

«С точки зрения электробезопасности, зона сборки считается особенно опасной из-за высокой относительной влажности 70%. Кроме того, эта среда химически активна, что негативно сказывается на изоляции электрооборудования. Поэтому требуется специальная конструкция установки, технические методы и средства защиты, а также технические или организационные меры.

Основными техническими методами и мерами защиты от поражения электрическим током являются заземление и изоляция и отключение сети.»[7] Разумеется, ввод и вывод кабелей под напряжением должен осуществляться безопасно. Также необходимы знаки безопасности, защитные устройства и барьеры.

#### Экологическая оценка участка

Необходимо принять меры для защиты людей и соблюдения максимально допустимых уровней загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду.

Для защиты атмосферы помещений в зонах, где расположено окрасочное и полировочное оборудование, должны использоваться специальные воздухоочистители. Для этого используются механические устройства для удаления пыли, осаждающие ее под действием силы тяжести, центрифуги или инерционной силы, а также присадки к топливу для минимизации вредных выбросов, таких как сажа и углеводороды.

В частности, на рабочих местах производится дождевая вода, промышленная вода, вода для бытовых нужд и вода для мытья автомобилей. Для бытовых сточных вод сточные воды направляются в центральный коллектор и очищаются в специально отведенном месте.

Другие сточные воды очищаются с помощью специального оборудования. Первый этап - механическая обработка, т.е. отстаивание для удаления взвешенных твердых частиц и дисперсных коллоидных частиц. Наконец, все продукты с поверхности воды собираются и утилизируются.

Для очистки ливневых стоков и автомоек используется специальное бетонное оборудование.

- Песчаная ловушка
- Сборщик мусора.
- Особенности фильтрации.
- Автоматические компоненты для удаления углеводов.
- Усадка.

Эффективность вышеуказанных конструкций можно проверить, взяв пробы воздуха из конструкций и проанализировав их в лаборатории. Затем полученные данные сравниваются с нормами выбросов, утвержденными компетентными органами. Однако, если стандарты превышены, рабочий процесс можно легко изменить или модернизировать систему очистки.

Защита работников в случае чрезвычайной ситуации

- В случае возникновения аварийной ситуации все оборудование должно быть сначала остановлено, например, с помощью аварийного выключателя.
- При попадании посторонних предметов в позицию транспортировки, разгрузки или загрузки автоматической линии.
- Если в опасной зоне находятся люди.
- В случае пожара в электрооборудовании.
- При возникновении короткого замыкания.
- Если предметы, транспортируемые на рабочую станцию, расположены в неправильном направлении.

- Может привести к серьезным повреждениям в случае сработки оборудования.
- Если сотрудник получил травму, необходимо немедленно оказать ему первую помощь и сообщить об этом руководителю. Естественно, пострадавшего следует доставить в медицинское учреждение.

В случае пожара или стихийного бедствия работники должны иметь возможность быстрой эвакуации: согласно СНиП П-2 - 80, должно быть не менее двух аварийных выходов. Независимо от этажа, к аварийному выходу должна вести только одна дверь. «Производительность категорий А, В и Е не должна превышать пяти человек в помещении площадью не более 110 квадратных метров, и не более 25 человек в категории С, если площадь достигает 300 квадратных метров. И 50 человек в производстве категории D»[7] в помещениях площадью 600 квадратных метров и более.

Также важно, чтобы путь эвакуации из подвала был спланирован в помещении, предназначенном для первого этажа. Лестница должна быть шириной не менее 70 см и иметь уклон не менее 1:1. Если все предписанные правила и требования соблюдены, то в случае возникновения чрезвычайной ситуации проблем не возникнет. Это очень важно, так как касается безопасности работников и эффективности труда. Хорошо отлаженная система минимизирует риски и потери компании.

#### Общие требования по охране труда

«В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[6]

«Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

«При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.»[6]

«Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи,

проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).»[6]

«Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.»[6]

«В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).»[6]

«Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[6]

«Общие положения и область применения»[6]

«Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.»[6]

«Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.»[6]

«В соответствии со статьями 9 и 34 Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением

требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.»[6]

«Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств.»[6]

«Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[6]

«Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России.»[6]

«Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации.»[6]

«Нормативные ссылки»[6]

«Закон РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[6]

«Положение о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625.»[6]

«Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94.»[6]

«Термины и определения»[6]

«Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.»[6]

«Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.»[6]

«Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже.»

«Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С.»[6]

«Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.»[6]

«Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С.»[6]

«Общие требования и показатели микроклимата»[6]

«Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.»[6]

«Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.»[6]

«Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.»[6]

«Оптимальные условия микроклимата»[6]

«Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.»[6]

«Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.»[6]

«Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин.»[6]

Требования по пожарной безопасности

«Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях

обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;»[6]

Заключение.

В ходе проекта в этом разделе были выявлены следующие результаты. Выявлены вредные и опасные производственные воздействия, возникающие при сборке. Разрабатываются контрмеры для снижения вредного и вредного воздействия на производство. Предоставляется обновленная информация о том, что делать в случае аварии или чрезвычайной ситуации на промышленном объекте. При соблюдении предпринятых шагов этот сайт можно считать безопасным для человека и окружающих.

#### **4 Технологическая часть**

Технология производства - это наука, которая изучает процесс изготовления продукции с учетом свойств сырья, материалов и полуфабрикатов. В узком понимании это совокупность правил рационального выполнения операций и последовательности их выполнения при изготовлении продукции. Для ее изучения применяются различные методы: экспериментальный, аналитический, графический, математический.

Экспериментальный метод предусматривает проведение опытов, наблюдений в лаборатории или на производстве. Да, технология в широком смысле это инструмент для повышения эффективности и оптимизации процессов производства. Это может включать в себя способы использования определенного оборудования или материалов, разработку и улучшение процессов производства, а также управление людскими ресурсами и организацию рабочего процесса.

Технология играет важную роль в развитии экономики и производства, поскольку позволяет улучшать качество продукции, увеличивать производительность и эффективность, а также снижать расходы на производство.

Существует различные типы технологий, включая информационные технологии, биотехнологии, нанотехнологии, и т.д. Каждый тип технологии специфичен для своей области.

Одним из важных аспектов технологии является ее влияние на общество и экономику. Развитие технологии может принести значительные преимущества, такие как улучшение качества жизни, снижение уровня бедности и расширение возможностей для бизнеса. Однако это может также означать и более высокие затраты, связанные с использованием таких технологий. Однако, вместе с этим, технология также может принести и негативные последствия, такие как утрата рабочих мест,

появление новых форм неравенства и проблемы с безопасностью информации.

Поэтому, важно осуществлять уместный контроль и управление развитием технологий, чтобы сохранять их положительные эффекты и минимизировать негативные последствия, в особенности очень важную роль технология играет в машиностроении, без нее было бы невозможно получить тот автопром, который мы можем наблюдать в настоящее время.

Машиностроение также играет решающую роль на различных производственных площадках, особенно в автомобильной промышленности. Она охватывает широкий спектр дисциплин и технологий, необходимых для проектирования, производства, тестирования и технического обслуживания автомобилей. Некоторые из ключевых областей, в которых машиностроение применяется в автомобильном производстве, включают:

**Проектирование:** Инженеры-механики используют программное обеспечение автоматизированного проектирования (САПР) для проектирования и моделирования различных деталей и систем автомобиля, таких как двигатели, коробки передач и системы подвески.

**Производство:** Процесс изготовления автомобиля включает в себя множество технологий машиностроения, включая металлообработку, литье и формовку. Достижения в таких областях, как аддитивное производство и робототехника, значительно повысили скорость и эффективность производственного процесса.

**Тестирование:** Инженеры-механики используют различные методы тестирования для оценки производительности и долговечности автомобильных компонентов и систем. Это включает в себя моделирование, виртуальное тестирование и физическое тестирование с использованием специализированного оборудования.

**Техническое обслуживание:** Инженеры-механики также участвуют в техническом обслуживании автомобилей, включая диагностику неполадок

и ремонт или замену неисправных деталей.

Некоторые из современных инноваций в области машиностроения в автомобильной промышленности включают:

- Электрические,
- Гибридные транспортные средства.

Растущий спрос на более экологически чистые транспортные средства привел к разработке электрических и гибридных транспортных средств, которые приводятся в действие электродвигателями и батареями. Инженеры-механики работают над повышением эффективности и эксплуатационных характеристик этих транспортных средств.

Автономные транспортные средства: Разработка автономных транспортных средств является одной из самых захватывающих инноваций в автомобильной промышленности. Инженеры-механики работают над проектированием и тестированием различных систем, которые позволяют автомобилям самостоятельно управлять автомобилем, таких как датчики, камеры и системы управления.

Передовые материалы: Использование передовых материалов, таких как композиты из углеродного волокна, становится все более распространенным в автомобильной промышленности. Эти материалы обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики и топливную экономичность, и инженеры-механики изучают новые способы их использования при проектировании и производстве транспортных средств.

Прогнозное техническое обслуживание: Прогнозное техническое обслуживание - растущая тенденция в автомобильной промышленности, где инженеры-механики используют данные и аналитику для прогнозирования того, когда автомобиль, вероятно, нуждается в техническом обслуживании, что позволяет проводить упреждающий ремонт и сокращать время простоя.

Это лишь несколько примеров технологий и инноваций в области

машиностроения в автомобильной промышленности. Область продолжает развиваться и продвигаться вперед, и всегда происходит что-то новое и захватывающее.

#### **4.1 Разработка технологической схемы сборки**

«Технологический процесс – процесс, включающий действия установки и формирования соединений составной части изделия по ГОСТ 2387-79. Сборочная операция является технологической операцией по установке и образованию соединений в составных частях заготовок или изделий. Технологический переход – окончательная часть технологического процесса, выполняемого одним и тем же технологическим оборудованием при постоянном технологическом режиме и монтаже.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: подготовительные работы, мойки, сортировки и т.д.; слесарные и пригоночные; собственно сборка деталей к сборочным единицам и изделиям свинчивания, запрессовки, клепки, сварки, пайки и др.; регулируемые; контрольные и демонтажные с частичной разборкой изделий с целью подготовки их к упаковке и транспортировке. Процессы сборки зависят от конструкции изготовленного изделия, степени его дифференциации. Наиболее полные и достоверные представления о свойствах сборки изделий, о технологических свойствах и возможности организации сборочного процесса дают схема сборки изделий и установка в процессе сборки. В этом случае изделие делится на группы, подгруппу и деталь. Сборная единица, которая непосредственно включена в изделие, называется группой. Сборная единица, входящая в изделие, входящее в группу, называется под группой. Если сборная единица прямо входит в группу, то ее называют подгруппой первой категории. Сборная единица, входящая в первую группу, называется группой второй группы и так далее. На схеме составные части изделий обозначаются прямоугольниками, разделенными на 3 части: 1 верхняя часть

вписывает название составной части, 2 нижняя левая часть - название составной части. 3 в нижнем правом углу - число составных части.»[5]

«Графический вид в виде условного обозначения последовательности изготовления изделия или составной части его называется схемой изготовления изделий. При проектировании операций сборки определяются последовательность, возможность совмещения времени технологического перехода, выбираются оборудования, приспособлений и инструментов, составляются схемы монтажа оборудования, устанавливаются режимы работы и определяются нормы времени для технологических операций и соответствующих разрядов сборщика.

Сборные операции строятся на принципе дифференциальной и концентрационной дифференциации. Дифференциальная операция позволяет выполнять параллельно узлы и общие сборки и использовать высокопроизводительные сборочные машины. Это уменьшает длительность сборки, а следовательно, увеличивает производительность работы. Дифференциация операций используется при сборке поточного типа, концентрация – во всех других ситуациях. При концентрации процессов технологические переключения выполняются параллельно, последовательно или параллельно последовательно. Последовательность операций сборки определяется на основании схем сборки и монтажа изделий при сборке с учетом следующих требований: ранее выполненные операции должны не осложнять выполнение следующих операций; разбивка процесса на операциях должна производиться с учетом того, что такт сборки должен быть выполнен; после выполнения операций с регулированием или пригонкой, и после выполнения операций, когда может произойти брак, следует предусмотреть контрольную операцию.»[5]

#### **4.2 Составление перечня сборочных работ**

«Перечень составляется в виде таблички, содержащей названия сборочных работ по последовательности, определяемой технологическими схемами общего и узлового сбора, а также данные о нормировании всех

требуемых видов сборки. Эти работы очень разнообразны, и они могут быть определены только при расчете и анализа конкретных условиях сборки: полностью и точно механических обработок деталей, поставленных на сборку, принятых методов достижения точки замыкания, принятых технологических способов выполнения соединений и т.д. В зависимости от целевого назначения работа может быть разделена на: механические обработки, выполняемые в цехе сборки; упаковка, распаковка, производство отдельных деталей; с изготовлением соединений деталей, узлов; работы, связанные с методами подъема и регулирования;»[5]

«Описание технологических процессов изготовления. В этом процессе характеризуется в первую очередь установившийся объект производства, который выявил отнесение этого к массовым производствам. При большом объеме производства продукции это позволяет закреплять операции за определенное оборудование с его расположением в технологическом порядке по потоку, с широким использованием специального оборудования и механизации и автоматизации процессов производства, строгим соблюдением принципа совместимости, что позволяет резко сократить время производства сборки. Высшая форма массового производства – это производство в непрерывном потоке, которое характеризуется тем, что каждая операция технологической линии равна времени по всем потокам, что обеспечивает производство обработки и сборки без задержек в строго установленные сроки. Для осуществления операций, которые не укладываются в установленную такту, используются дополнительные орудия. Перечень сборочных работ представлен в таблице 15.»[5]

Таблица 15 – Перечень сборочных работ

№ операции	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
1. Узловая сборка ступицы заднего колеса		
1	Выверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями.	0,05
2	Достать из контейнера ступицу заднего левого колеса	0,08
3	Оглядеть ступицу заднего левого колеса	0,14
4	Установить ступицу левого заднего колеса	0,20
5	Достать из контейнера и установить на ложементы стола стабилизатор поперечной устойчивости в сборе	0,08
6	Достать из контейнера и установить растяжку задней подвески с наконечниками в сборе	0,07
7	Достать из контейнера нижний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,09
8	Установить на нижние рычаги технологические приспособления	0,91
9	Установить нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,05
10	Зафиксировать верхние концы приспособлений в отверстия в лонжеронах задних	0,40
11	Зафиксировать рычаги	0,07

Продолжение таблицы 15

1	2	3
12	Закрепить гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,65
13	Достать из контейнера верхний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,93
14	Оглядеть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон	0,46
15	Установить верхние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля	0,65
16	Зафиксировать рычаги	
17	Закрепить гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота	0,12
18	Выверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,08
	Итого:	5,08
<b>2. Общая сборка задней подвески</b>		
1	Выверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями	0,05
2	Войти под автомобиль	0,07
3	Оглядеть ступицу левого заднего колеса в сборе	0,28
4	Смазать все посадочные поверхности смазкой Литол	0,40
5	Установить ступицу левого заднего колеса в сборе на технологическое поддерживающее приспособление	0,35

Продолжение таблицы 15

1	2	3
5	Установить ступицу левого заднего колеса в сборе.	0,07
6	Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе	0,65
7	Снять технологическое приспособление со ступицы	0,93
8	левого заднего колеса в сборе	0,46
9	Выверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты	0,65
	Итого:	3,56
	Всего $\Sigma t_{оп}$	8,64

Определение трудоемкости сборки задней подвески

«Общее оперативное время на все виды работ по сборке задней независимой подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:»[5]

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 5,08 + 3,56 = 8,64 \text{ мин}$$

Суммарная трудоемкость сборки задней независимой подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) / 100 = 8,64 + 8,64 \cdot (2 + 4) / 100 = 9,16 \text{ мин}, \quad (62)$$

«где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем  $\alpha = 2\%$ ;

$\beta$  – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем  $\beta = 4\%$ .»[5]

### 4.3 Определение типа производства

«Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска автомобилей и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки подвески. Принимаем крупносерийное производство.

Определяем такт выпуска автомобилей:»[5]

$$T_B = \frac{F_D \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 2,41_{мин}, \quad (63)$$

«где  $F_D$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$N$  – годовой объем выпуска автомобилей.»[5]

### 4.4 Выбор организационной формы сборки

«Учитывая конструкцию подвески, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.»[5]

### 4.5 Составление маршрутной технологии

«Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 16.»[5]

Таблица 16 – Технологическая маршрутная карта

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Узловая сборка ступицы заднего колеса	<p>Выверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями.</p> <p>Достать из контейнера ступицу заднего левого колеса</p> <p>Оглядеть ступицу заднего левого колеса</p> <p>Зафиксировать ступицу левого заднего колеса</p> <p>Достать из контейнера и Зафиксировать на ложементы стола стабилизатор поперечной устойчивости в сборе</p> <p>Достать из контейнера и Зафиксировать растяжку задней</p>	<p>«Подставка</p> <p>Емкость</p> <p>Кисть</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключ, S=13</p> <p>Устройство для настройки гайковерта</p> <p>Технологическое поддерживающее приспособление»[5]</p>	2,21
010		<p>подвески с наконечниками в сборе</p> <p>Достать из контейнера нижний рычаг с сайлентблоками в сборе</p> <p>Зафиксировать на нижние рычаги технологические приспособления</p> <p>Зафиксировать нижние рычаги в положение, соответствующее статической нагрузке автомобиля</p> <p>Вставить верхние концы приспособлений в отверстия в лонжеронах задних</p> <p>Зафиксировать рычаги</p> <p>Закрепить гайки крепления нижних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота</p>		2,35
015		<p>Достать из контейнера верхний рычаг с сайлентблоками в сборе</p> <p>Оглядеть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе со всех сторон</p> <p>Зафиксировать верхние рычаги в положение, соответствующее</p>		2,40

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
		<p>статической нагрузке автомобиля</p> <p>Зафиксировать рычаги</p> <p>Закрепить гайки крепления верхних рычагов задней подвески к кузову, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Выверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты</p>		
020	Общая сборка задней подвески	<p>Выверить наличие и соответствие сертификата или талона качества на таре с деталями</p> <p>Войти под автомобиль</p> <p>Оглядет ступицу левого заднего колеса в сборе</p> <p>Смазать все посадочные поверхности смазкой Литол</p> <p>Зафиксировать на ступицу левого заднего колеса в сборе технологическое поддерживающее приспособление</p> <p>Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе.</p> <p>Зафиксировать ступицу левого заднего колеса в сборе</p> <p>Снять технологическое приспособление со ступицы левого заднего колеса в сборе</p> <p>Выверить качество выполненной операции, устранить обнаруженные дефекты</p>	<p>«Грузонесущий подвесной конвейер. Стол рабочий Ключ, S=17</p> <p>Грузонесущий подвесной конвейер</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески левое</p> <p>Приспособление для фиксации задней подвески правое</p> <p>Стол рабочий</p> <p>Электрический ротационный гайковерт TENSOR модели ETV S7-70-13CTADS</p> <p>Блок управления электрогайковертом</p> <p>Ключ, S=19</p> <p>Ключ накидной, S=19x20»[5]</p>	2,39

Вывод

В ходе технической разработки данного дипломного проекта была составлена блок-схема и доработана маршрутная технология, которая представлена в формате А1.

## 5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта - это показатель ценности, получаемой от данной инвестиции. В автомобильной промышленности оценка экономической эффективности проекта имеет решающее значение для определения прибыльности и осуществимости разработки нового продукта, производственных процессов и других инвестиций.

Существует несколько ключевых критериев оценки, которые используются для оценки экономической эффективности автомобильных проектов, в том числе: Рентабельность инвестиций: это наиболее распространенный показатель экономической эффективности, рассчитываемый как отношение чистой прибыли к инвестициям. Более высокая рентабельность инвестиций указывает на более эффективный проект. Чистая приведенная стоимость: учитывает временную стоимость денег, принимая во внимание как первоначальные инвестиции, так и ожидаемые будущие денежные потоки. Положительный показатель указывает на то, что ожидается, что проект принесет большую отдачу, чем сделанные инвестиции. Внутренняя норма доходности: - это ставка дисконтирования, которая делает чистую приведенную стоимость проекта равным нулю. Это показатель среднегодовой нормы прибыли, которую можно ожидать от проекта. Период окупаемости: - это время, необходимое для возврата первоначальных инвестиций в проект. Как правило, предпочтителен более короткий срок окупаемости, поскольку это указывает на то, что инвестиции являются более экономически эффективными. Что касается методов расчета, то эти показатели могут быть рассчитаны с использованием различных финансовых формул и электронных таблиц. При выполнении этих расчетов важно учитывать все соответствующие затраты и выгоды, включая капитальные затраты, эксплуатационные расходы и прогнозы доходов. Оценка экономической эффективности автомобильных проектов имеет важное значение для обеспечения того, чтобы инвестиции были прибыльными и осуществимыми. Это включает в себя рассмотрение

различных показателей, таких как рентабельность инвестиций, внутренняя норма доходности, чистая приведенная стоимость и период окупаемости, а также выполнение финансовых расчетов для определения стоимости, полученной от данной инвестиции. В дополнение к вышеуказанным показателям, есть некоторые другие важные факторы, которые следует учитывать при оценке экономической эффективности автомобильных проектов. Рыночный спрос, оценка потенциального спроса на разрабатываемый продукт или услугу является ключевым фактором в определении экономической эффективности проекта. Высокий спрос на продукт может привести к увеличению выручки и повышению экономической эффективности. Конкуренция: Понимание конкурентной среды важно для определения экономической эффективности проекта. Следует учитывать такие факторы, как насыщенность рынка, ценовая стратегия и дифференциация продукта. Структура затрат проекта может оказать значительное влияние на его экономическую эффективность. При оценке эффективности проекта следует тщательно учитывать такие факторы, как материальные затраты, затраты на рабочую силу и накладные расходы. Технологические достижения могут повлиять на экономическую эффективность проекта несколькими способами. Например, новые технологии могут позволить использовать более эффективные методы производства, что приведет к снижению затрат и повышению экономической эффективности. Масштабируемость является важным фактором, который следует учитывать при оценке экономической эффективности проекта. Проект, который можно масштабировать по мере необходимости, может обеспечить большую гибкость и повысить эффективность с течением времени. Наконец, также стоит отметить, что экономическая эффективность проекта может меняться со временем по мере развития рыночных условий и технологий. Регулярная переоценка эффективности проекта может помочь гарантировать, что он остается прибыльным и осуществимым. Исходные данные для расчета в таблице 17. «Расчетные данные в таблицах 18-21.

## 5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 17 - Исходные данные

Наименование	Обозна-	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>Vгод.</i>	шт.	100000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,185

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (64)$$

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

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

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

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

«Таблица 18 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	0,85	123,68
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,77	83,83
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,1	273,15
Бронза (отходы)	кг	3,1	2,35	7,29
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,29	173,79
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	3,1	14,57
Итого				676,29
<i>Ктзр</i>		1,45		9,81
<i>Квот</i>		1		6,76
Всего				692,86

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

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

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

(65)

$n_i$  - количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.»[8]

«Таблица 19 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Стойка в сборе	шт.	1500	2	3000,00
Пружина	шт.	970	2	1940,00
Поперечный рычаг	шт.	850	2	1700,00
Стабилизатор	шт.	678	1	678,00
Втулка резиновая	шт.	33,5	5	167,50
Болт	шт.	122,6	6	735,60
Итого				8221,10
<i>Ктзр</i>		1,45		119,21
Всего				8340,31

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100)$$

(66)

где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[8]

$$Zm = Cp \cdot i \cdot Ti \quad (67)$$

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

$Ti$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 20 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,10	95,29	9,53
Токарная	6	0,25	99,44	24,86
Фрезерная	5	0,52	95,29	49,55
Термообработка	7	0,85	103,53	88,00
Шлифовальная	5	1,85	95,29	176,29
Сборочная	7	2,20	103,53	227,77
Итого				575,99
$K_{прем}$		12		69,12
Всего				645,11

$$Z_{доп} = Z_0 \cdot K_{вып} \quad (68)$$

где -  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[8]

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

$$C_{соц.н.} = (Z_0 + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (69)$$

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

«Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:»[8]

$$C_{сод.обор.} = Z_0 \cdot E_{обор.} / 100 \quad (70)$$

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

$$C_{цех} = Z_0 \cdot E_{цех} / 100 \quad (71)$$

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

«Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняются по формуле:»[8]

$$C_{инстр.} = Z_0 \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (72)$$

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

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

$$C_{цех.с.с.} = M + Пн + Z_0 + C_{соц.н.} + Z_{доп.} + C_{сод.обор.} + C_{цех.} + C_{инстр.} \quad (73)$$

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

$$C_{обзав.} = Z_0 \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (74)$$

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

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

$$C_{об.зав.с.с.} = C_{обзав.} + C_{цех.с.с.} \quad (75)$$

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

$$C_{ком.} = C_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (76)$$

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

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

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (77)$$

«Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле:»[8]

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (78)$$

«где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

Таблица 21 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	762,15	692,86
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8340,31	8340,31
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	645,11	645,11
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	90,32	90,32
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	220,63	220,63
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1251,52	1251,52
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1109,59	1109,59
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	19,35	19,35
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	12438,97	12369,69
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1270,87	1270,87
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	13709,84	13640,56
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	39,76	39,56
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	13749,60	13680,12
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	17874,48	17874,48

## Расчет точки безубыточности

Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):»[8]

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (79)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (80)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (81)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (82)$$

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

«Определение постоянных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):»[8]

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (83)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (84)$$

«на годовую программу выпуска изделия:»[8]

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (85)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (86)$$

«Определение амортизационных отчислений:»[8]

$$Ам.уд. = (Ссод.обор. + Синстр.) \cdot Н_A / 100 \quad (87)$$

«где -  $Н_A$  - доля амортизационных отчислений,%»[8]

$$Н_A = 12 \quad \%$$

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

$$Сполн.год.пр. = Сполн.с.с. \cdot V_{год} \quad (88)$$

«Расчет выручки от реализации изделия:»[8]

$$Выручка = Цотп.пр. \cdot V_{год} \quad (89)$$

«Расчет маржинального дохода:»[8]

$$Дмарж. = Выручка - Зперем.пр. \quad (90)$$

«Расчет критического объема продаж:»[8]

$$Акрит. = Зпост.пр. / (Цотп.пр. - Зперем.уд.пр.) \quad (91)$$

$$Акрит. = 46810$$

График точки безубыточности представлен на рисунке 10.

График точки безубыточности

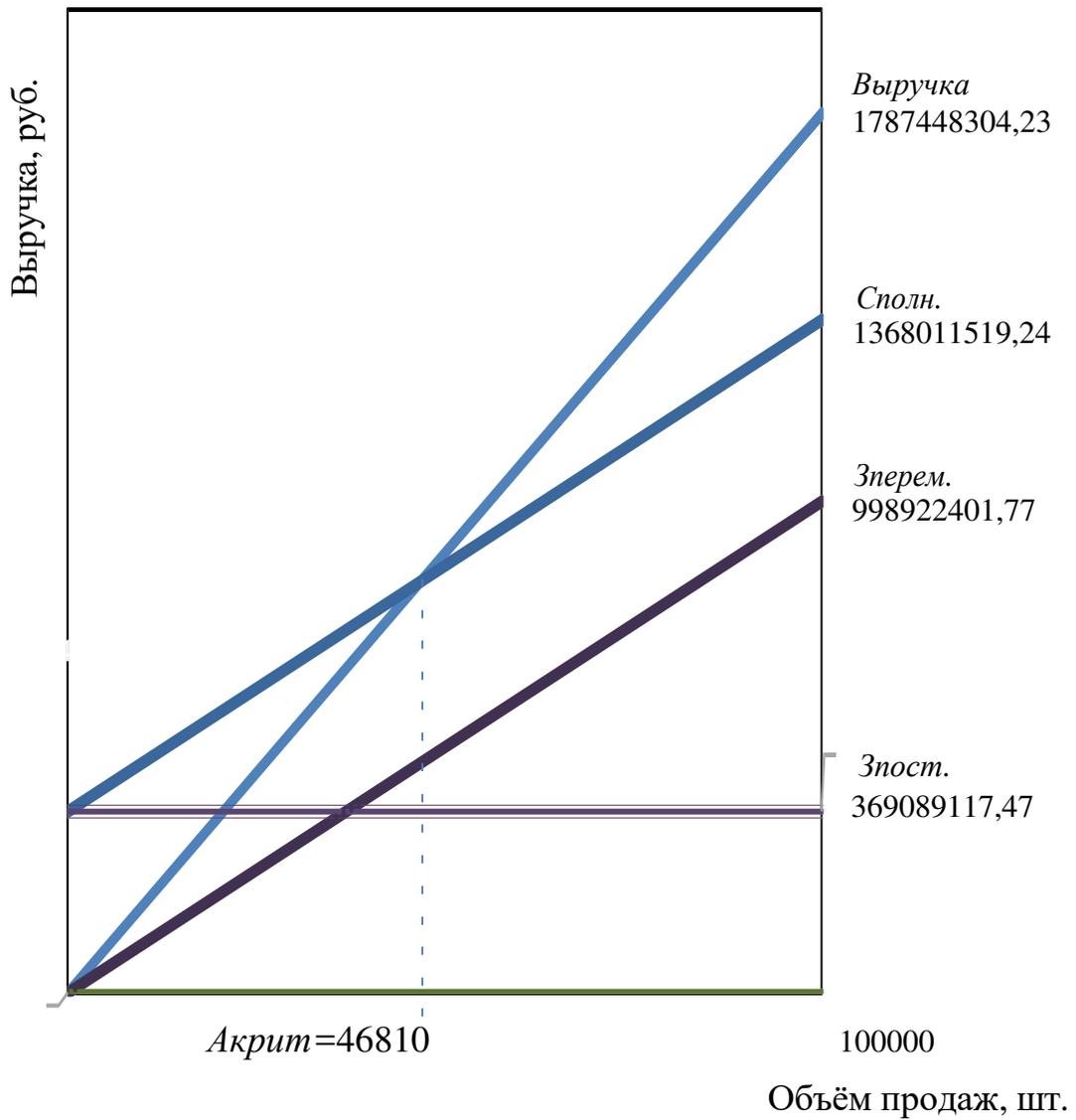


Рисунок 10 - График точки безубыточности

Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно

с каждым годом нарастающим итогом на:»[8]

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (92)$$

«где –  $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$  – максимальный объем продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$  – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.»[8]

$$\Delta = \frac{100000 - 46810}{6 - 1} = 10638 \text{ шт.}$$

«Для определения чистого дохода необходимо рассчитать

следующие показатели:

Объем продаж по годам:»[8]

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (93)$$

где –  $V_{\text{прод.}i}$  – объем продаж в  $i$  - году, шт.

«Выручка по годам:»[8]

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (94)$$

«Переменные затраты по годам (определяется для базового и проектного вариантов:

для базового варианта:»[8]

$$Зперем.б.i = Зперем.уд.б. \cdot Vпрод.i \quad (95)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$Зперем.пр.i = Зперем.уд.пр. \cdot Vпрод.i \quad (96)$$

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

$$Ам. = Ам.уд. \cdot Vгод \quad (97)$$

$$Ам. = 152,50 \cdot 100000 = 15250446,17 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость по годам (определяется для базового и проектного вариантов:

для базового варианта:»[8]

$$Сполн.б.i = Зперем.б.i + Зпост.б \quad (98)$$

«для проектного варианта:»[8]

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (99)$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:»[8]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (100)$$

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

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0.20 \quad (101)$$

«Прибыль чистая по годам»[8]

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (39)$$

«Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.»[8]

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (102)$$

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

Д	1000	цик
Д	1300	цик

$$\text{Пр.ож.д.} = 17874,48 \cdot 130000 / 100000 - 17874,48 = 5362,34 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (103)$$

«Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:»[8]

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (104)$$

«где -  $Ecm.i$  - процентная ставка на капитал

$t$  - год приведения затрат и результатов»[8]

$$Ecm. = 5 \quad \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

«Для оценки эффективности ИП по шагам расчетного периода используется дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам (текущий чистый дисконтированный доход):»[8]

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (105)$$

«Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:»[8]

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (106)$$

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (107)$$

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

«Чистый дисконтированный доход равен:»[8]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (108)$$

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

$$ID = ЧДД / J_0 \quad (109)$$

«Срок окупаемости проекта»[8]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (110)$$

График зависимости налогооблагаемой прибыли на рисунке 11.

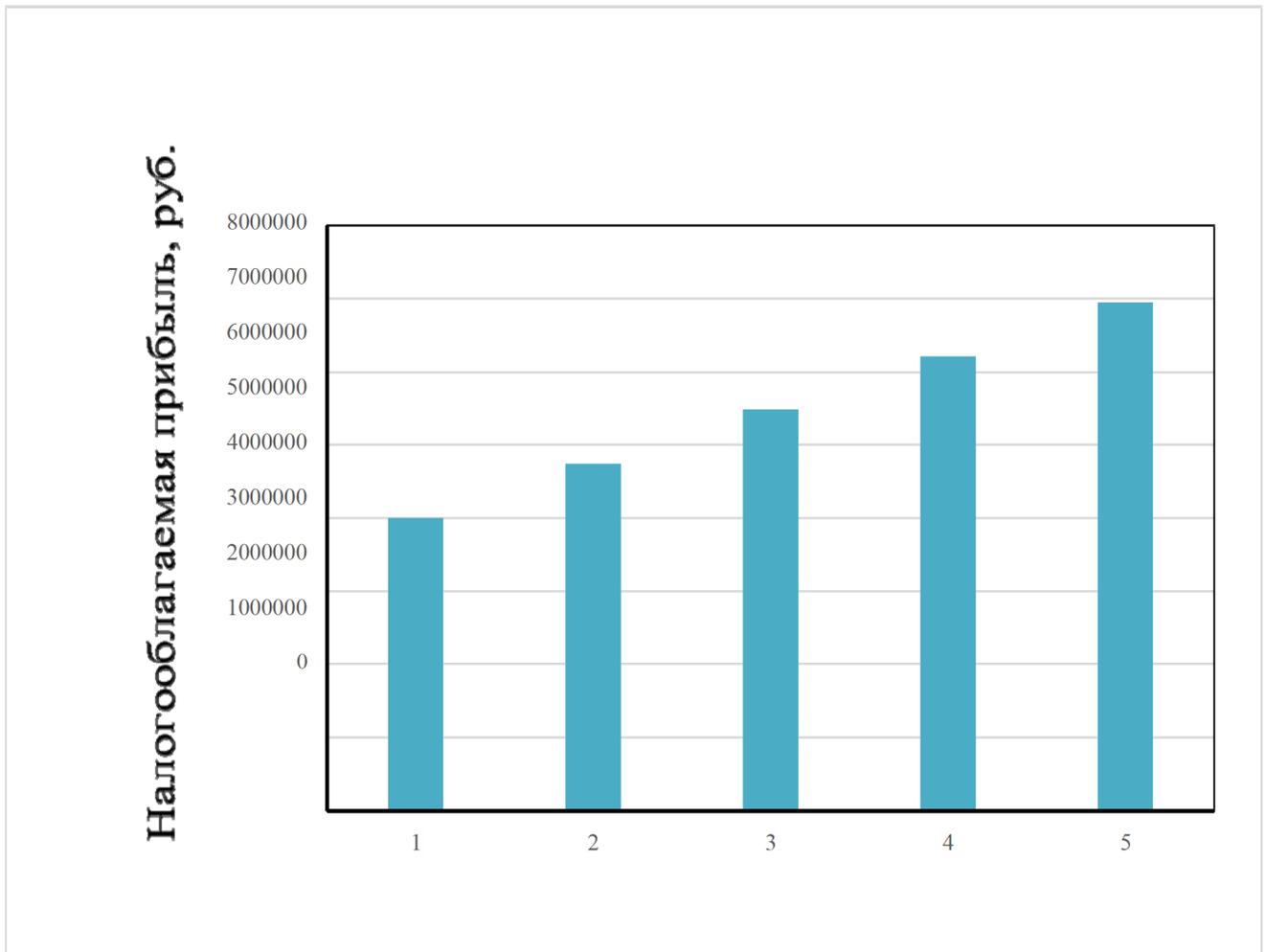


Рисунок 11 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж

## Выводы и рекомендации.

Серия проектных мероприятий приводит к увеличению ресурсов проектируемой единицы автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте  $ID = 0,77$ . Проектирование повышает эффективность работы проектируемой системы. С помощью проектного метода уменьшается время, необходимое для проектирования, и повышается качество. Проектный метод позволяет эффективно использовать ресурсы проектируемой машины. Применение проектного подхода к проектированию повышает качество проектирования. В процессе проектирования можно выполнить все необходимые исследования. Проведение исследований во время проектирования позволяет получить необходимую информацию.

При расчете экономических показателей внедрения в серийное производство спроектированных единиц автомобиля было установлено, что стоимость спроектированного варианта ниже стоимости базового варианта и ожидается, что увеличение ресурсов спроектированной конструкции приведет к положительному экономическому показателю - увеличению объема продаж.

Поэтому был проведен расчет социальной эффективности проекта и рассчитана ожидаемая выгода от внедрения разработки в производство.

Чистая дисконтированная прибыль от внедрения модернизированных узлов автомобиля составит 819304103,58 рублей. Чистый дисконтированный доход представляет собой сумму дисконтированных значений поступлений от проекта, приведенных к сопоставимому виду с учетом временной стоимости денег.

Срок окупаемости проекта составляет 1,30 года, что говорит о том, что риски данного проекта минимальны. Проект обладает хорошим потенциалом, так как в регионе есть все необходимые ресурсы для его реализации. Эти данные показывают, что проект может быть применен при проектировании новых автомобилей.

## Заключение

В результате выбора системы подвески на этапе проектирования была выбрана система, оптимально сочетающая в себе все преимущества по сравнению с ближайшими аналогами, технические исследования и производственные возможности. Внедренная система подвески выполнила все основные задачи модернизации, при этом минимизировав техническую сложность производства по сравнению с предыдущей системой. Удобство использования подвески может быть еще больше увеличено за счет применения мягких подрамников. В этом случае здесь также могут быть решены проблемы звукоизоляции и кинематических характеристик. На основании опыта, полученного при разработке подвески Макферсон, предполагается, что данная подвеска заднего моста будет использоваться на модернизированных и перспективных автомобилях ВАЗ.

Записка дипломного проекта состоит из введения, проектного раздела, экономического раздела, раздела безопасности, технического раздела и приложений и содержит 102 страницы формата А4.

Иллюстрации занимают 9 страниц формата А1.

В главе 1 описывается конструкция разрабатываемого агрегата, современные тенденции развития и классификация существующих типов конструкции.

В главе 2 описываются расчеты конструкции транспортного средства. В этой главе анализируются динамические расчеты транспортного средства, расчеты эксплуатационных характеристик транспортного средства и расчеты конструкции.

В главе 3 рассматриваются аспекты безопасности проекта.

Четвертая часть исследования состоит из технологической части.

Пятая глава - это экономическая глава. Эта глава посвящена экономическим расчетам.

## Список используемых источников

1. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. Под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2004. - 496 с.
2. Автомобили: Техническое обслуживание ремонт расчеты / В.Н.Барун, Р. А. Азаматов, В. А. Трынов и др. - М.: Транспорт, 1984. 251 с.
3. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986, -304 с.
4. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
5. Анурьев В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Кисуленко Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
10. Кузнецов Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Куклин Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.

12. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
13. Лысов М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М.: Машиностроение,1972.–233 с.
14. Малкин В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
15. Осепчугов В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
16. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.
17. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
18. Раскин А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
19. Родичев В. А. Устройство и ТО грузовых автомобилей: Учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 256 с.
20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. – 392 с.
21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд., стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.
22. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
23. Шестопапов С. К. Устройство, ТО и ремонт легковых

автомобилей: учебник для НПО / С. К. Шестопапов. - 7-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 544 с.

24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

25. Concepcion M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.

26. Dainius L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. - 2 p.

27. König R. Schmiertechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.

28. Maten J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. - SAE Internatioal, 2006. - 400 p.

29. Mikell P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

30. Niemann G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p.

Графики тягового расчета

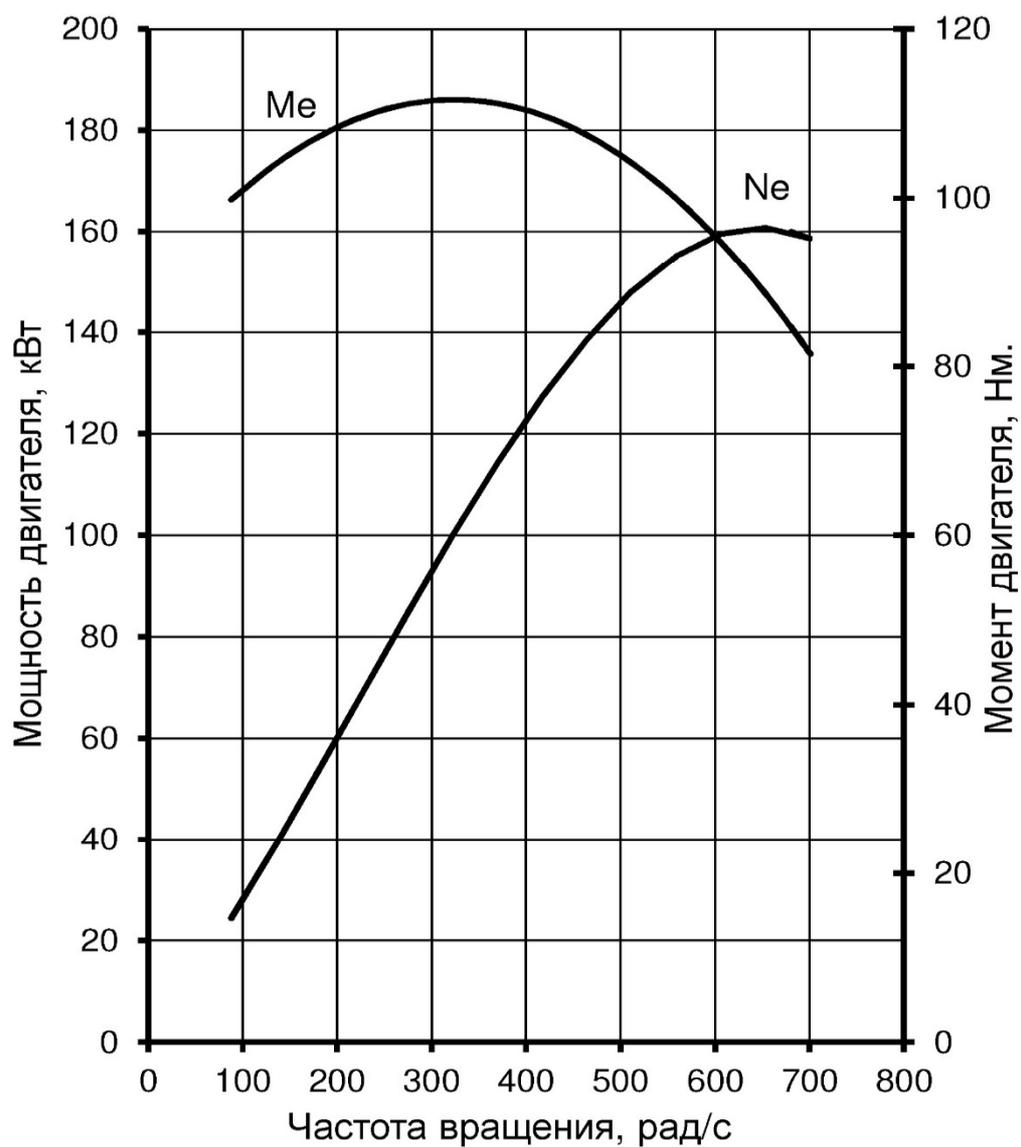


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

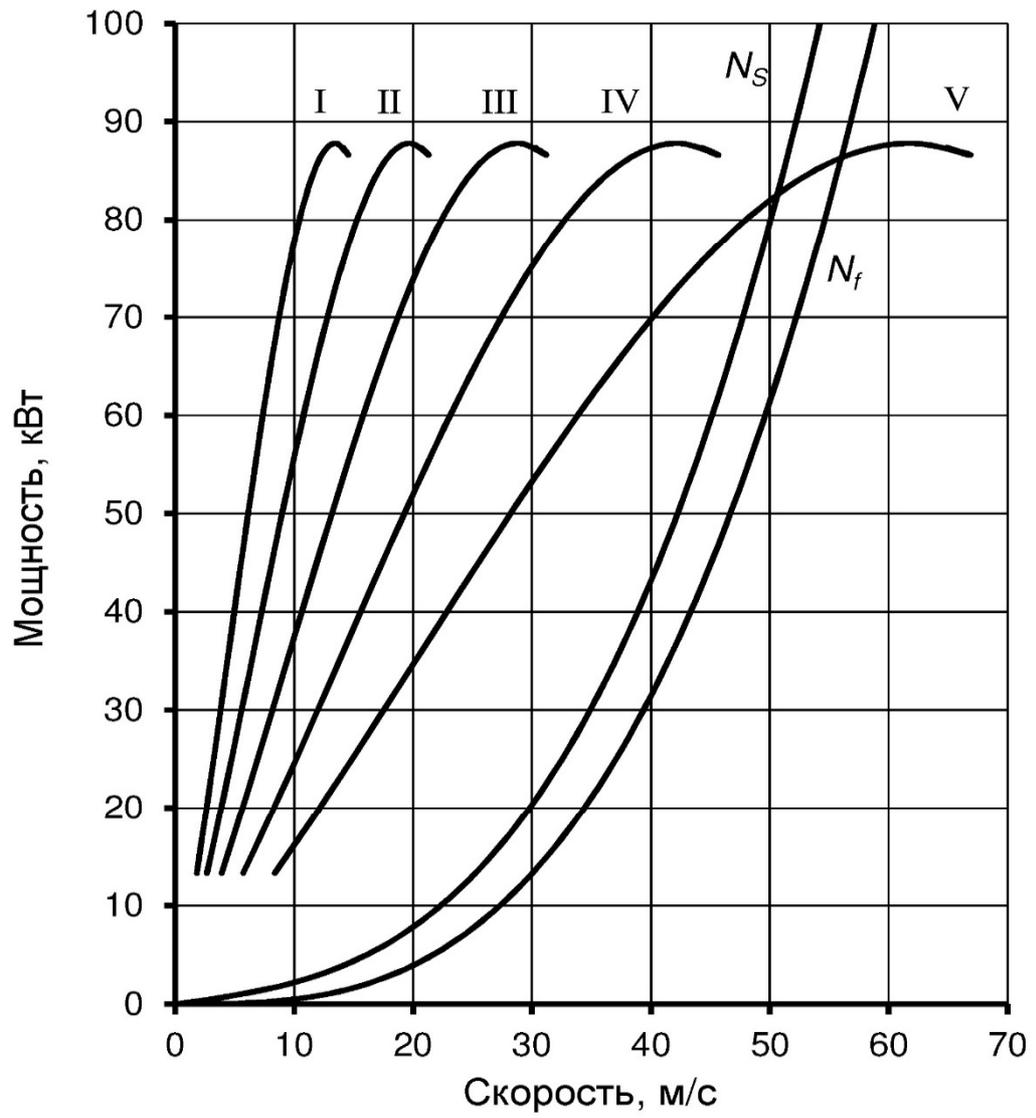


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Продолжение Приложения А

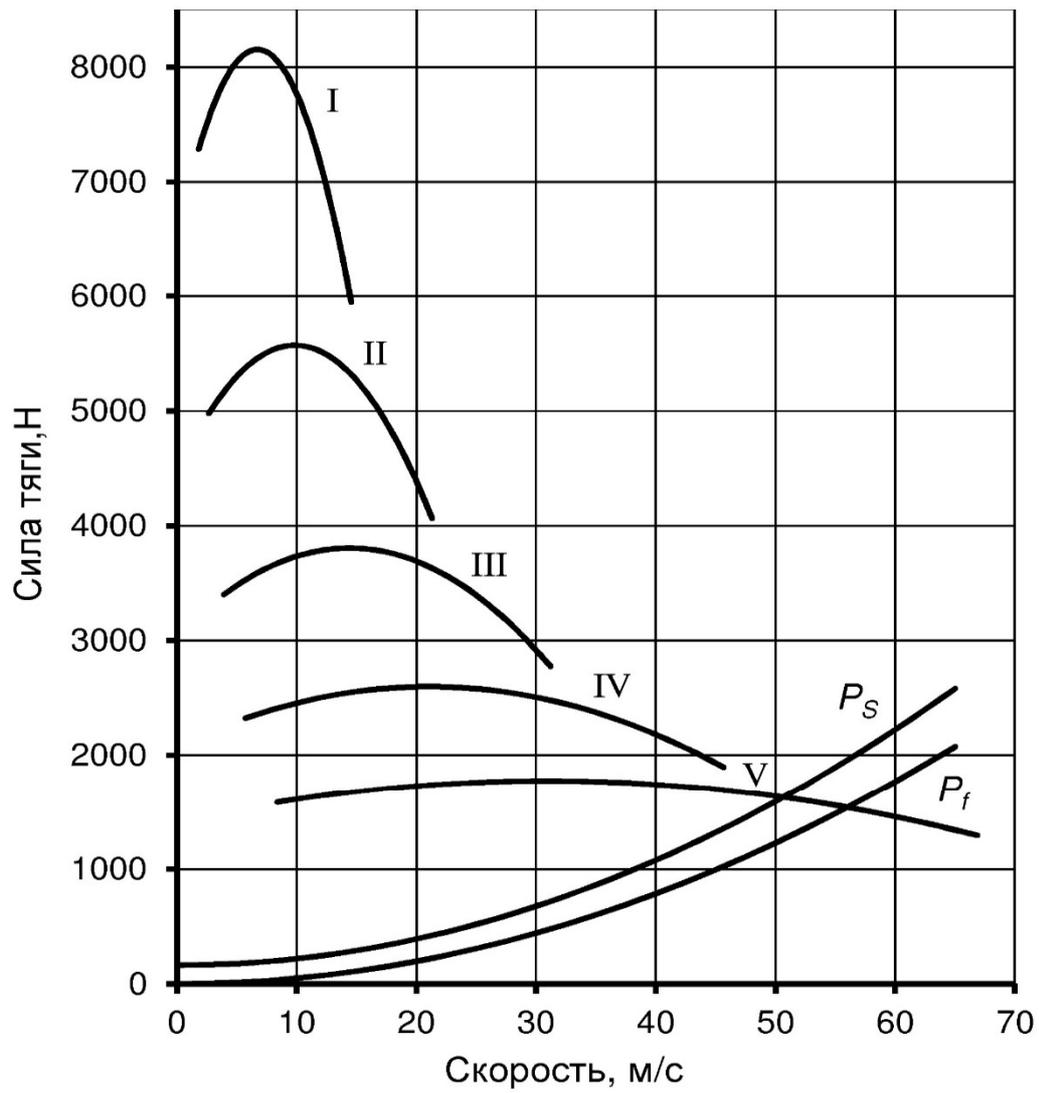


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

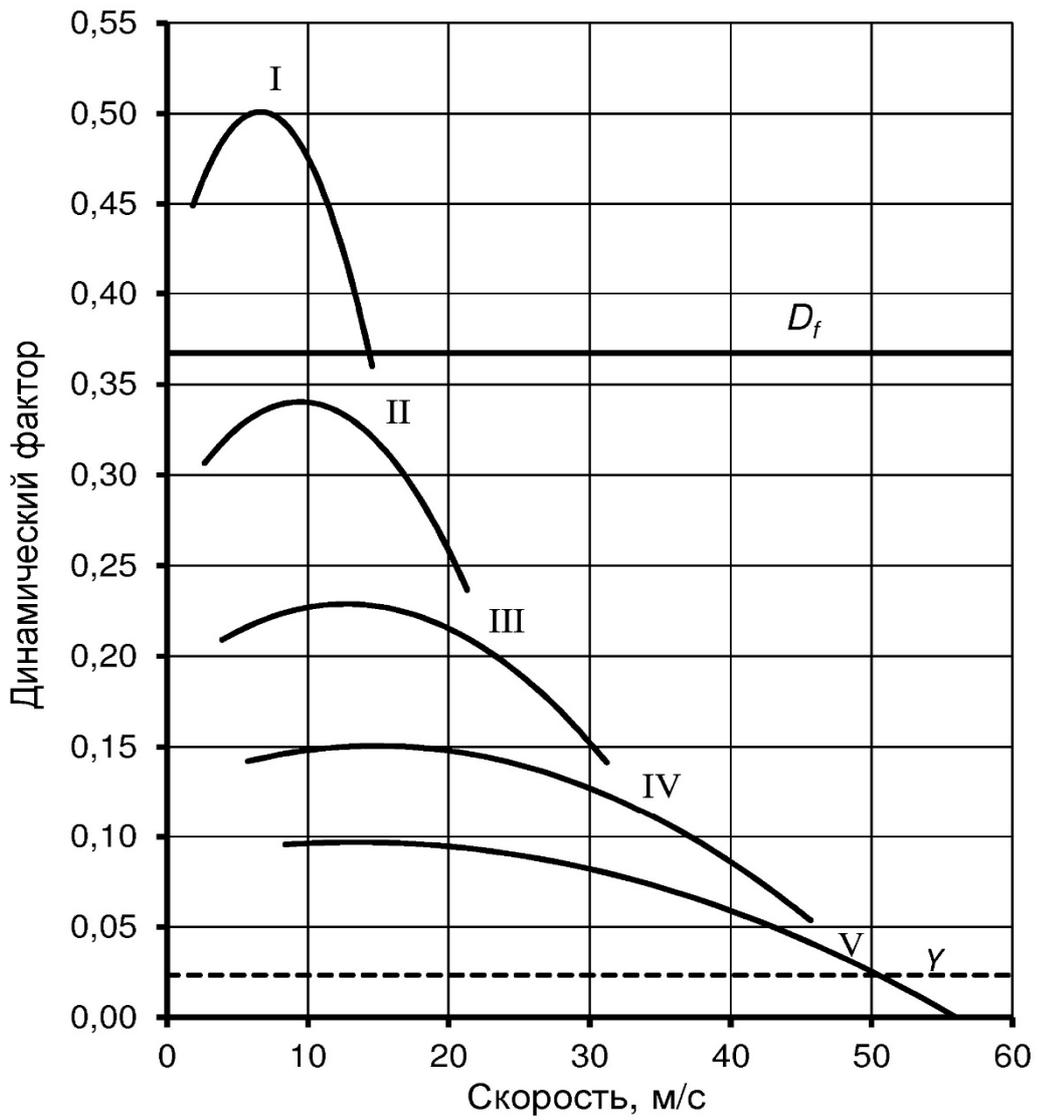


Рисунок А.4 – Динамический баланс

Продолжение Приложения А

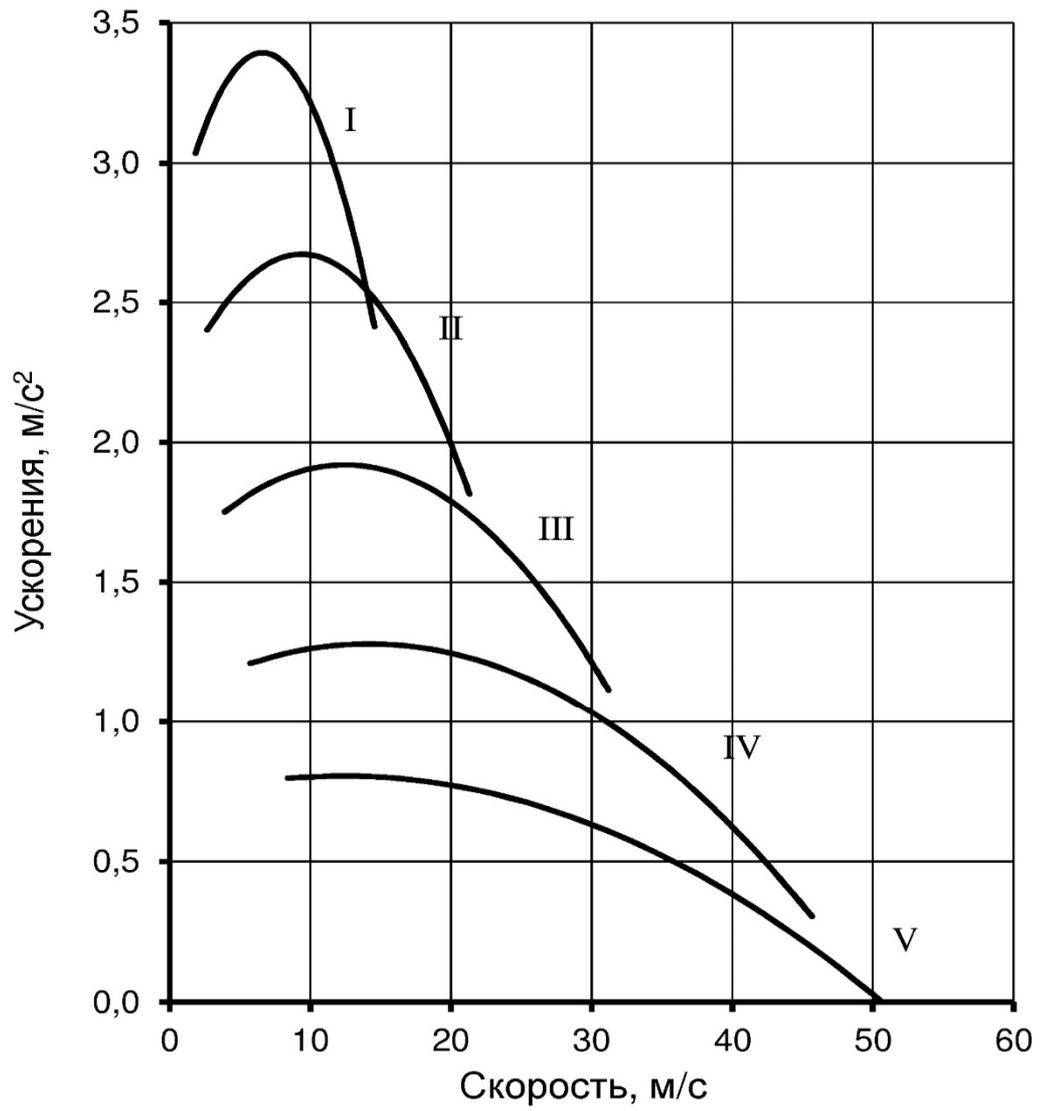


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

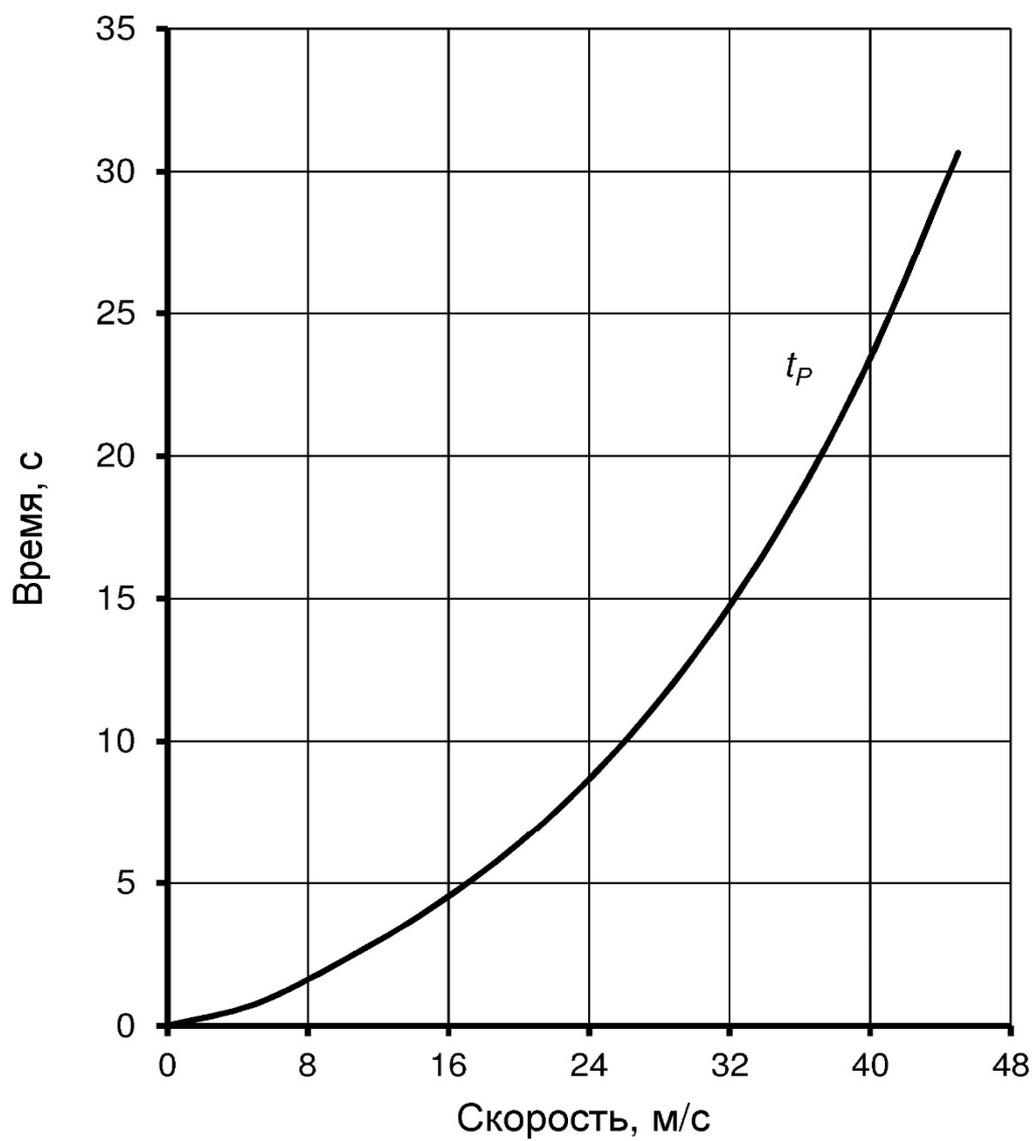


Рисунок А. 6 – Время разгона

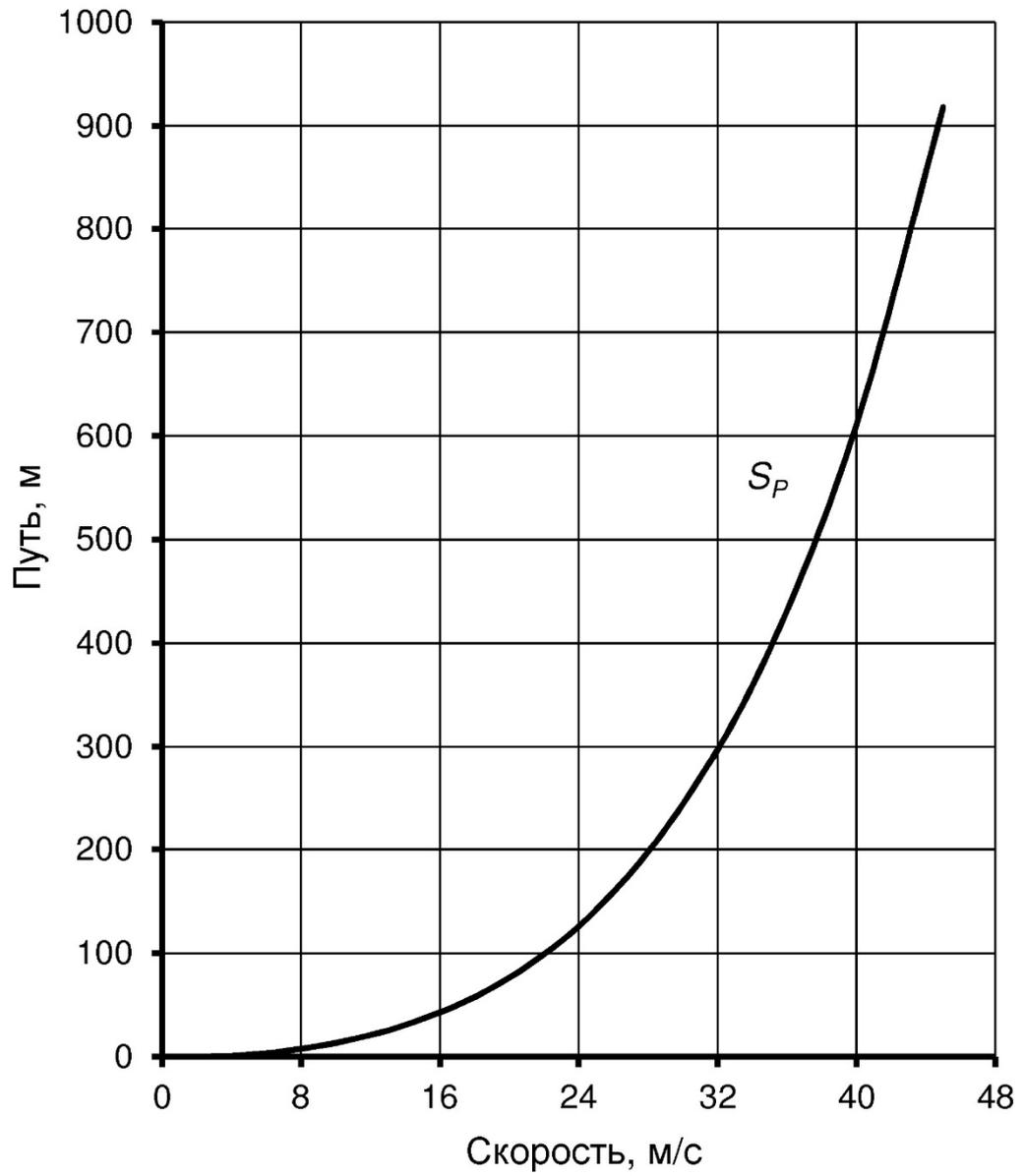


Рисунок А.7 – Путь разгона

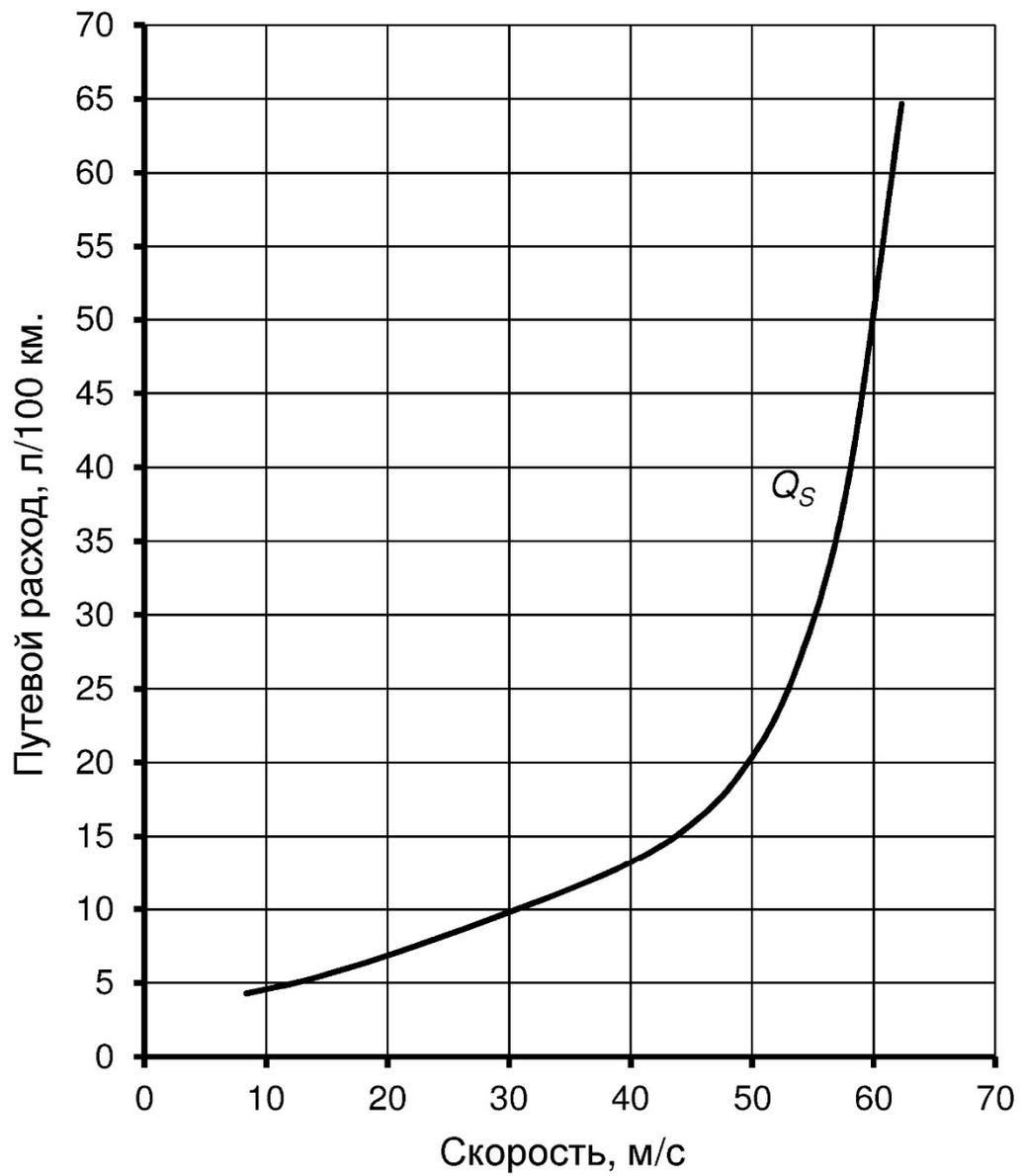


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива