

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Полноприводный легковой автомобиль 2-го кл.

Модернизация тормозной системы

Студент

К.Д.Тимербаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В.Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопецева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.М. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А.Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

В ходе дипломного проекта была осуществлена модернизация тормозной системы для автомобиля ВАЗ-2170.

Пояснительная записка к дипломному проекту содержит следующие разделы:

Введение. В этом разделе описывается развитие автомобилестроения.

Состояние вопроса. Описывается назначение разрабатываемого узла и его возможные конструкторские решения.

Конструкторская часть. Содержит расчёты тяговой динамики автомобиля и конструкторские расчёты деталей узла.

Технологическая часть. Разработка технологической схемы сборки.

Безопасность и экологичность объекта. Мероприятия по технике безопасности на производстве и инженерные расчёты помещения.

Эффективность проекта. В разделе определяется экономическая эффективность, разрабатываемого проекта.

## ANNOTATION

During the graduation project was carried out modernization of the brake system for the car VAZ-2170.

The explanatory note to the diploma project contains the following sections:

- Introduction. This section describes the development of the automotive industry.
- The state of the question. The purpose of the developed node and its possible design solutions are described.
- The patent part. Contains research streamline design patent clearance.
- Design part. It contains calculations of traction dynamics of the car and design calculations of parts of the unit.
- Technological part. The development of the technological scheme of the Assembly.
- Safety and environmental friendliness of the facility. Safety measures in the production and engineering calculations of the room.
- Project efficiency. The section defines the economic efficiency of the developed project.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. Состояние вопроса .....	6
1.1 Назначение тормозной системы .....	6
1.2. Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы .....	6
1.3. Классификация конструкций тормозных систем .....	7
1.4. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию задних тормозов. ....	9
1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию задних тормозов .....	9
2. Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено) .....	11
3. Конструкторская часть .....	12
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	13
3.3. Расчет тормозной системы автомобиля .....	27
4. Технологическая часть .....	48
5. Безопасность и экологичность объекта .....	57
6. Экономическая эффективность проекта .....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	100
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1. Назначение тормозной системы

Тормозная система автомашин, состоящая из тормозов и их привода, необходима для понижения скорости перемещения автомашины вплоть до абсолютной остановки при наименьшем тормозном пути. Процесс торможения осуществляется за счет передачи усилия от органов управления (педаль тормоза) к тормозным механизмам автомобиля.[1]

## 1.2. Требования предъявляемые к конструкции и рабочим параметрам тормозной системы

### 1.2.1. Требования к рабочей тормозной системе

Рабочая тормозная система должна плавно действовать на все колеса автомобиля, рационально распределять тормозной момент между осями и обеспечивать высокую эффективность торможения для трех тепловых режимов тормозных механизмов:

- тип 0 - холодного;
- тип 1 - нагретого по специальному циклу;
- тип 2 - нагретого притормаживанием при движении на

затяжном спуске.

### 1.2.2. Требования к запасной тормозной системе

Запасная тормозная система должна обеспечивать остановку автомобиля в случае выхода из строя рабочей тормозной системы при условии, что в ней не более одного отказа. Запасной тормозной системой может быть как специальная автономная система, так и контуры рабочей или стояночной. Орган управления может быть независимым или общим с рабочей или стояночной тормозной системой. [2], [3]

### 1.2.3. Требования к стояночной тормозной системе

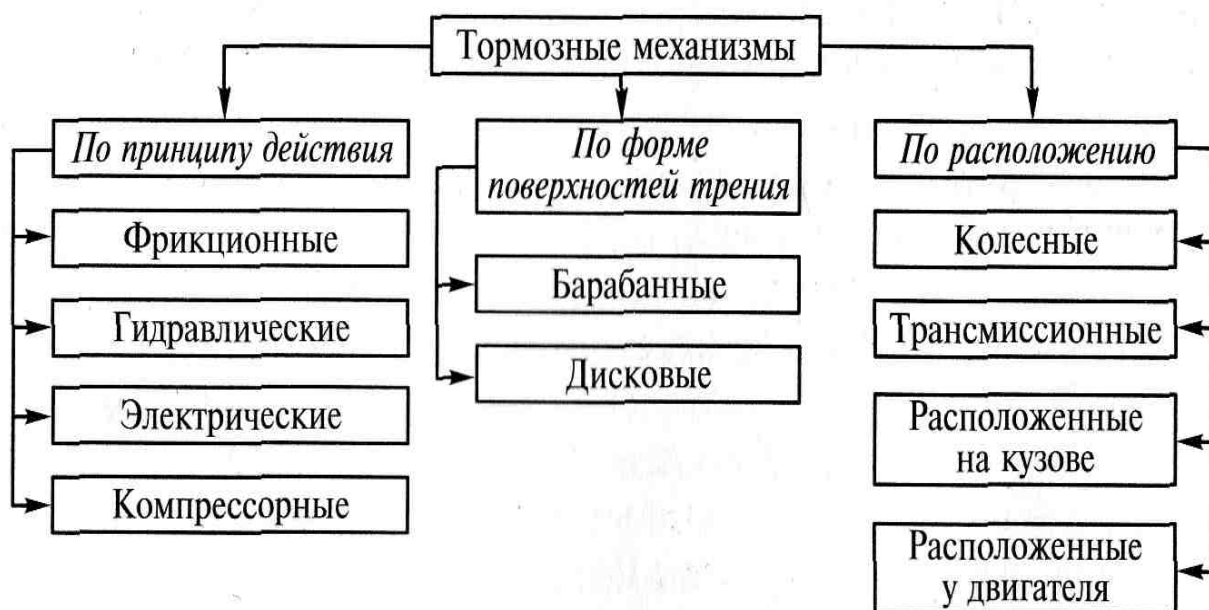
Стояночная тормозная система обеспечивает неподвижность автомобиля на уклоне даже при отсутствии водителя. Ее управление должно быть с рабочего

места водителя, а орган управления и привод - независимыми от рабочей тормозной системы (см. таблицу 3.1).

#### 1.2.4. Требования к системам сигнализации аварийного состояния и контроля тормозного управления

Согласно отечественным регламентирующим документам тормозное управление современных автомобилей должно иметь элементы, обеспечивающие сигнализацию аварийного состояния рабочей тормозной системы, т.е. автоматическое оповещение и контроль рабочей тормозной системы, заключающийся в возможности проверки водителем в любой момент времени. [4], [5]

#### 1.3. Классификация конструкций тормозных систем.



Принудительное замедление имеет возможность реализоваться разными методами: механическим, гидравлическим, электронным, внеколесным.

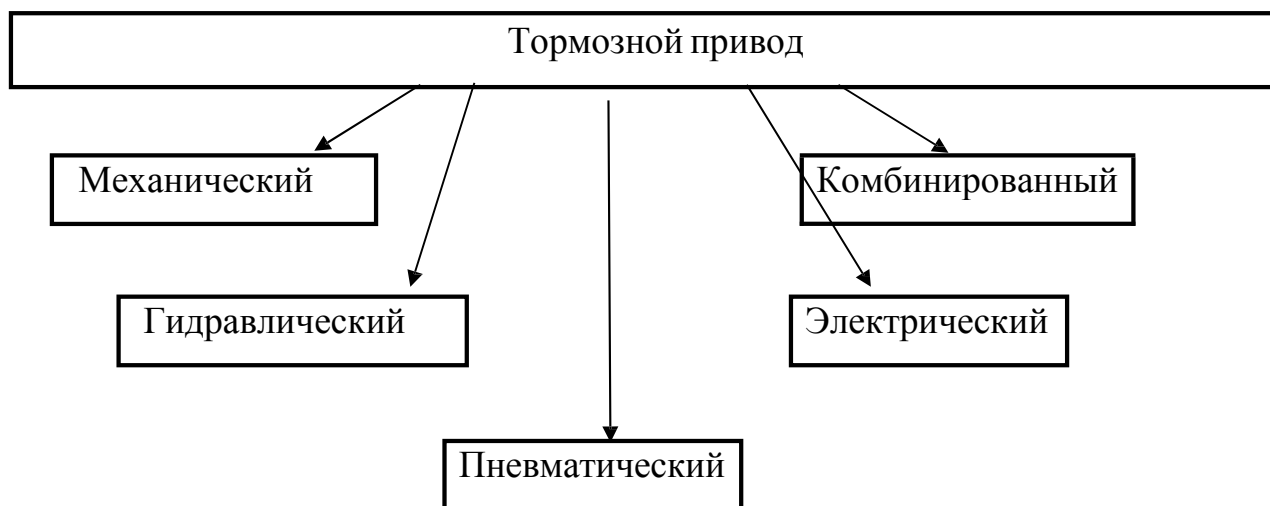
Более обширно применяются фрикционные тормозные механизмы.

Только в последние годы наметилась желанная тенденция применения дисковых устройств для грузовых автомашин. Барабанные ленточные тормозные механизмы в качестве колесных в реальное время не используются абсолютно.

В редкостных случаях их используется как трансмиссионные для

стояночной тормозной системы (маз, белаз-540) гидравлические и электронные тормозные механизмы пользуются как тормозо-замедлители. На ряде автомашин тормозом замедлителем считается движок, впускной коллектор перекрывается железной заслонкой. [6], [7]

#### Классификация тормозных приводов



Машинальный привод, состоящий из тяг и рычагов, используется в ведущем в тормозных системах с ручным управлением (дополнительная тормозная система - „стояночный- тормоз’’).

В предоставленном приводе для подключения тормозного механизма применяется мышечная энергия водителя. Простота системы и постоянная во времени строгость механического привода делают его более используемым для стояночной тормозной системы. [8]

Гидравлический привод используется в рабочей тормозной системе легковых автомашин и грузовых маленькой и средней грузоподъемности. В предоставленном приводе напряжение оси педали к тормозным механизмам передается жидкостью. Для подключения тормозов применяется мышечная энергия водителя. В данном случае для подключения тормозных устройств и сотворения, важных для скорого торможения автомашины тормозных



факторов на колесах применяется энергия мотора приводящего в действие гидравлический насос именно, или же сквозь какой-нибудь конструкция силовой передачи автомашины.

Электронный привод нужен на автопоездах, например как при данном достигается более незатейливый метод передачи энергии на гигантские расстояния при очень небольшом времени на срабатывания тормозной системы.

1.4. Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию задних тормозов.

Защищенность передвижения автомобилей с высочайшими скоростями в значимой степени ориентируется эффективностью действия и надежностью тормозов. [8], [9]

Эффективность тормозного пути ориентируется по конкретной оценке тормозного пути или же периодом передвижения автомобилей до абсолютной остановки. Поэтому основной целью данного дипломного проекта – повышение тормозных качеств автомобиля при минимальных изменениях общей компоновки автомобиля.

1.5. Состав и описание вносимых изменений в конструкцию задних тормозов.

Основной задачей при разработке новой конструкции задних тормозов является обеспечение надежной работы задних тормозных механизмов.

Решается эта задача следующим способом.

Предлагается установка задних дисковых тормозов в место стандартных барабанных тормозных механизмов. Дисковый тормозной механизм имеет ряд преимуществ перед барабанным механизмом:

- Производительность дисковых тормозов довольно стабильна при нагревании, в то время как барабаны снижают эффективность;
- \* Термостойкость дисков выше, особенно в связи с тем, что они лучше охлаждаются;
- Более высокая эффективность торможения уменьшает тормозной путь;

- \* Меньший вес и размеры;
- \* Увеличенная чувствительность тормоза, более лучшая информативность;
- \* Время отклика уменьшается;
- Просто заменить изношенные колодки, барабаны должны стремиться, чтобы соответствовать колодки, чтобы одеть барабаны;
- \* Около 70% кинетической энергии автомобиля уничтожается за счет передних тормозов, задние дисковые тормоза позволяют снизить нагрузку на передние диски;
- \* Температурные расширения не влияют на качество посадки тормозных поверхностей.

2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)

### 3 Конструкторская часть

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения. [11], [12]

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

### 3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 3.1.1 Исходные данные

Количество колес ведущих.....	$n_k = 2$
Вес автомобиля, кг.....	$m_o = 1088$
Места в автомобиле.....	5
Высшая скорость а/м, м/с.....	$V_{max} = 51,38$
Наивысшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{max} = 580$
Низшая частота вращения ДВС, рад/с.....	$\omega_{min} = 95$
Аэродинамическое сопротивление.....	$C_x = 0,30$
Преодолеваемый подъем автомобилем.....	$\alpha_{max} = 0,28$
КПД трасмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь миделя, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Сопротивление качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Количество скоростей в КП.....	5
Нагрузка на оси автомобиля, % :	
ось передняя.....	49
ось задняя.....	51
Параметр плотности воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Параметр плотности топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

[2]

#### 3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям:

$$G_A = G_o + G_n + G_b, \quad (3.1)$$

где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9.807 = 10670\text{Н}$$

$$G_{\Pi} = G_{\Pi 1} \cdot 5 = m_{\Pi 1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678\text{H}$$

$$G_{\text{Б}} = G_{\text{Б}1} \cdot 5 = m_{\text{Б}1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490\text{H}$$

$$G_{\text{А}} = 10670 + 3678 + 490 = 14838\text{H}$$

$$G_1 = G_{\text{А}} \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271\text{H}$$

$$G_2 = G_{\text{А}} \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567\text{H}$$

б) Подбор шин 185/65 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (3.2)$$

где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 185$  – ширина профиля, мм;

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

$d = 355,6$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины.

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,280\text{ м}$$

3.1.3 Определение передаточного числа главной передачи:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}} \quad (3.3)$$

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

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,800.

$$U_0 = (0,280 \cdot 580) / (0,80 \cdot 48,61) = 4,176$$

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя:

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (3.4)$$

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

$$\psi_V = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.5)$$

$$\psi_V = 0,012 \cdot (1 + 48,61 \cdot 2^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_V = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,3 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,613^3 / 2) / 0,92 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (3.6)$$

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

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,052 - 1 \cdot 1,053) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (3.7)$$

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

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.8)$$

Таблица 3.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обор. двс, об/мин	Угл. скорость, рад/с	Мощн. двс, кВт	М двс, Н*м
907	95	13,8	144,9
1300	136	20,5	150,4

Продолжение таблицы 3.1

1650	173	26,6	154,1
1650	173	26,6	154,1
2000	209	32,8	158,7
2350	246	38,9	163,2
2700	283	44,8	161,6
3050	319	50,4	157,8
3400	356	55,5	155,9
3750	393	60,1	152,9
4100	429	63,9	148,8
4450	466	66,9	143,6
4800	503	69,0	137,2
5150	539	70,0	129,8
5539	580	69,7	120,2

$n_e$  - обороты двигателя, об/мин.

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (3.9)$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач:

$$U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (3.10)$$

Где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма ().

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$$

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,28 = 0,306$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,306 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,111$$

$$U_1 \leq \frac{G_{CC} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0} \quad (3.11)$$



Где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 7271 \cdot 0,9 = 6544$  Н),  
 $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  
 $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ).

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (164,6 \cdot 0,92 \cdot 4,176) = 2,433$$

Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 2,400$ .

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,400 / 0,800)^{1/4} = 1,316 ;$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,400 / 1,316 = 1,824 ;$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,824 / 1,316 = 1,386 ;$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,386 / 1,316 = 1,053 ;$$

$$U_5 = 0,800 .$$

### 3.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{U_{кп} \cdot U_0} \quad (3.12)$$

Таблица 3.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обор. двс, об/мин	Скор. на 1 пер, м/с	Скор. на 2 пер, м/с	Скор. на 3 пер, м/с	Скор. на 4 пер, м/с	Скор. на 5 пер, м/с
907	2,7	3,5	4,6	6,1	8,0
1300	3,8	5,0	6,6	8,7	11,4
1650	4,8	6,4	8,4	11,0	14,5
2000	5,9	7,7	10,1	13,3	17,6

Продолжение таблицы 3.2

2350	6,9	9,0	11,9	15,7	20,6
2700	7,9	10,4	13,7	18,0	23,7
3050	8,9	11,7	15,5	20,3	26,8
3400	9,9	13,1	17,2	22,7	29,8
3750	11,0	14,4	19,0	25,0	32,9
4100	12,0	15,8	20,8	27,3	36,0
4450	13,0	17,1	22,5	29,7	39,1
4800	14,0	18,5	24,3	32,0	42,1
5150	15,1	19,8	26,1	34,3	45,2
5539	16,2	21,3	28,1	36,9	48,6

1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (3.13)$$

Таблица 3.3 - Тяговый баланс

Обор. дв-ля, об/мин	F тяги на 1 пер, Н	F тяги на 2 пер, Н	F тяги на 3 пер, Н	F тяги на 4 пер, Н	F тяги на 5 пер, Н
907	4721	3587	2725	2071	1574
1300	4899	3723	2829	2149	1633
1650	5020	3815	2898	2202	1673
2000	5105	3879	2947	2239	1702
2350	5153	3915	2975	2261	1718
2700	5165	3924	2982	2266	1722
3050	5140	3905	2967	2255	1713
3400	5079	3859	2932	2228	1693

Продолжение таблицы 3.3

3750	4981	3785	2876	2185	1660
4100	4847	3683	2799	2127	1616
4450	4677	3554	2700	2052	1559
4800	4471	3397	2581	1961	1490
5150	4228	3212	2441	1855	1409
5539	3915	2975	2260	1718	1305

### 3.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуху

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (3.14)$$

Сила сопротивления качению

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (3.15)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (3.16)$$

Таблица 3.4 - Силы сопротивления движению

Скор-ть, м/с	F сопр. возд, Н	F сопр. кач-ю, Н	$\Sigma F$ сопр. движ-ю, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476

Продолжение таблицы 3.4

30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

### 3.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (3.17)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{\text{СИ}} \cdot \varphi}{G_A} \quad (3.18)$$

Таблица 3.5 - Динамический фактор на передачах

Обор. двс, об/мин	Дин-й фактор на 1 пер	Дин-й фактор на 2 пер	Дин-й фактор на 3 пер	Дин-й фактор на 4 пер	Дин-й фактор на 5 пер
907,0	0,318	0,241	0,183	0,139	0,104
1300,0	0,330	0,250	0,190	0,143	0,107
1650,0	0,3380	0,2560	0,1940	0,1450	0,1070
2000,0	0,3430	0,2600	0,1960	0,1460	0,1070
2350,0	0,3460	0,2620	0,1970	0,1460	0,1050
2700,0	0,3460	0,2620	0,1960	0,1440	0,1010
3050,0	0,3440	0,2600	0,1940	0,1410	0,0970
3400,0	0,3400	0,2560	0,1900	0,1370	0,0910
3750,0	0,3330	0,2500	0,1840	0,1310	0,0840

Продолжение таблицы 3.5

4100,0	0,3230	0,2420	0,1770	0,1240	0,0750
4450,0	0,3110	0,2320	0,1690	0,1150	0,0650
4800,0	0,2960	0,2200	0,1580	0,1050	0,0540
5150,0	0,2790	0,2060	0,1470	0,0940	0,0420
5539,0	0,2570	0,1890	0,1320	0,0800	0,0260

### 3.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}} \quad (3.19)$$

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

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (3.20)$$

$i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ).

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2) \quad (3.21)$$

где:  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

$\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$ .

Таблица 3.6 - Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\delta$	1,203	1,130	1,088	1,063	1,049

Таблица 3.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обор двс, об/мин	Ускор. на 1 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 2 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 3 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 4 пер, м/с <sup>2</sup>	Ускор. на 5 пер, м/с <sup>2</sup>
907	2,49	1,99	1,54	1,17	0,86
1300	2,59	2,07	1,60	1,20	0,88

Продолжение таблицы 3.7

1650	2,66	2,12	1,63	1,22	0,88
2000	2,70	2,15	1,65	1,23	0,87
2350	2,72	2,16	1,66	1,22	0,84
2700	2,72	2,16	1,65	1,20	0,80
3050	2,71	2,14	1,63	1,17	0,75
3400	2,67	2,11	1,59	1,12	0,69
3750	2,61	2,05	1,54	1,06	0,61
4100	2,53	1,98	1,47	0,99	0,52
4450	2,43	1,89	1,39	0,90	0,41
4800	2,31	1,79	1,29	0,80	0,29
5150	2,17	1,67	1,18	0,69	0,16
5539	1,99	1,51	1,04	0,55	0,00

3.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 3.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обор двс, об/мин	Обр.ускор. на 1пер, с2/м	Обр.ускор. на 2пер, с2/м	Обр.ускор. на 3пер, с2/м	Обр.ускор. на 4пер, с2/м	Обр.ускор. на 5пер, с2/м
907,0	0,4001	0,5002	0,6501	0,8602	1,1601
1300,0	0,3901	0,4802	0,6301	0,8302	1,1401
1650,0	0,3801	0,4702	0,6101	0,8202	1,1401
2000,0	0,3701	0,4702	0,6001	0,8102	1,1501
2350,0	0,3701	0,4602	0,6001	0,8202	1,1901
2700,0	0,3701	0,4602	0,6101	0,8302	1,2401
3050,0	0,3701	0,4702	0,6101	0,8602	1,3301
3400,0	0,3701	0,4702	0,6301	0,8902	1,4601

Продолжение таблицы 3.8

3750,0	0,3801	0,4902	0,6501	0,9402	1,6401
4100,0	0,4001	0,5002	0,6801	1,0102	1,9401
4450,0	0,4101	0,5302	0,7201	1,1102	2,4301
4800,0	0,4301	0,5602	0,7801	1,2402	3,4101
5150,0	0,4601	0,6002	0,8501	1,4402	6,1801
5539,0	0,5001	0,6602	0,9601	1,8102	-

### 3.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \quad (3.22)$$

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2} \quad (3.23)$$

где  $\kappa$  – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (3.24)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (3.25)$$

где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ ,

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

Таблица 3.9 - Время разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Вр. t, с
0-5	187	0,9
0-10	561	2,8

Продолжение таблицы 3.9

0-15	980	4,9
0-20	1532	7,7
0-25	2235	11,2
0-30	3159	15,8
0-35	4332	21,7
0-40	5820	29,1
0-45	7691	38,5

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k \quad (3.26)$$

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

Таблица 3.10 - Путь разгона автомобиля

Диап. скор, м/с	Площ, мм <sup>2</sup>	Путь S, м
0-5	47	2
0-10	327	16
0-15	851	43
0-20	1817	91
0-25	3399	170
0-30	5939	297



Продолжение таблицы 3.10

0-35	9751	488
0-40	15330	767
0-45	23283	1164

### 3.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (3.27)$$

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

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

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

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

Таблица 3.11 - Мощностной баланс

Обор дв- ля, об/мин	Мощн. на кол, кВт
907	12,5
1300	18,6
1650	24,2
2000	29,9
2350	35,4
2700	40,8
3050	45,9
3400	50,5
3750	54,6

Продолжение таблицы 3.11

4100	58,1
4450	60,9
4800	62,8
5150	63,7
5539	63,4

Таблица 3.12 - Мощность сопротивления движению

Скор., м/с	Мощн. сопр. возд.	Мощн. сопр. кач-я	Сумм. мощн. сопр.
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

### 3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_S = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.28)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (3.29)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (3.30)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T} \quad (3.31)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (3.32)$$

Таблица 3.13 - Путевой расход топлива на высшей передаче

Обор. дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	Знач.И	Знач.Е	Знач.К <sub>И</sub>	Знач.К <sub>Е</sub>	Знач. Q <sub>S</sub>
907	8,0	0,132	0,172	1,314	1,163	4,3
1300	11,4	0,147	0,246	1,294	1,124	4,7
1650	14,5	0,166	0,313	1,268	1,093	5,2
2000	17,6	0,191	0,379	1,235	1,068	5,8
2350	20,6	0,222	0,446	1,196	1,047	6,5
2700	23,7	0,259	0,512	1,153	1,030	7,2
3050	26,8	0,303	0,578	1,105	1,019	7,9
3400	29,8	0,356	0,645	1,054	1,012	8,7
3750	32,9	0,418	0,711	1,002	1,010	9,5
4100	36,0	0,492	0,777	0,951	1,012	10,4
4450	39,1	0,581	0,844	0,908	1,019	11,3
4800	42,1	0,688	0,910	0,879	1,031	12,6
5150	45,2	0,818	0,976	0,880	1,047	14,4

### 3.3. Расчет тормозной системы автомобиля.

Увеличение автомобилей на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключающей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризуемых обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

Данные для расчета тормозной системы

#### 3.3.1. Исходные данные

- Полный вес автомобиля ( $G_a$ ), кг .....	1088.00
- Нагруженность - передняя ось ( $G_1$ ), кг.....	519.4
задняя ось ( $G_2$ ), кг .....	540.6
- Полный вес автомобиля с багажом ( $G_a$ ), кг .....	1435.00
- Загруженность передней оси ( $G_1$ ), кг .....	703.15
задней оси ( $G_2$ ), кг .....	731.85
- Расстояние между осями автомобиля ( $L$ ), мм .....	2470.00
- Качающийся радиус колеса ( $r_k$ ), мм .....	269.00

- Статичный радиус колеса ( $r_{ст}$ ), мм .....	269.00
- Высота центра масс в полной загрузке ( $h_g$ ), мм .....	590.00
в неполной загрузке ( $h_g$ ), мм .....	570.00
- Размер диаметра главного тормозного цилиндра ( $d_{гтц}$ ), мм .....	20.64
- Коэфф. полезного действия главного торм. цилиндра (КПД) .....	0.95
- Передающее число тормозной педали ( $i_{пед}$ ) .....	3.90
- Сила обратных пружин тормозной педали приведенной к педальной опоре ( $N_{пед}$ ), кг .....	1.50
- Вес автомобиля в неполной загрузке ( $G_a$ ), кг .....	1343.00
- Загруженность передней оси ( $G_1$ ), кг .....	658.07
задней оси ( $G_2$ ), кг .....	684.93

### 3.3.3. Задний дисковый тормоз

- Количество трущихся пар ( $i$ ) .....	3.00
- Коэфф. трения между накладками и тормозными дисками ( $\mu$ ) .....	0.40
- Размер внутреннего радиуса трущейся тормозной накладки ( $R_1$ ), мм .....	100.00
- Размер внешнего радиуса трущейся тормозной накладки ( $R_2$ ), мм .....	135.00
- Диаметральный размер поршней ( $d$ ), мм .....	30.00
- Коэфф. полезного действия цилиндра .....	0.90
- Давление в начале сработки задних тормозов ( $P_{02}$ ), кг/см .....	1.0
- Охватывающие углы накладок ( $\beta$ ), град. ....	114.00
- Коэфф. между накладками и тормозными дисками ( $\mu$ ) .....	0.35
- Размер диаметральный поршней заднего тормозного цилиндра ( $d$ ), мм .....	20.64
- Коэфф. полезного действия главного торм. цилиндра (КПД) .....	0.95
- Коорд. цилиндра ( $h_1$ ), мм .....	94.00
- Коорд. опоры тормозной колодки ( $h_2$ ), мм .....	85.00
- Коорд. начала накладки ( $\alpha$ ), град. ....	33.00
- Коорд. опоры тормозной колодки ( $\beta$ ), мм .....	18.20
- Сила верхней пружины ( $N_1$ ), кг .....	20.00
- Коорд. верхней пружины ( $h_3$ ), мм .....	76.00
- Сила нижней пружины ( $N_2$ ), кг .....	13.00

- Коорд. нижней пружины (h4), мм .....10.00

### 3.3.3. Регулятор давления

- Момент включающегося регулятора (А) :

в полной загрузке .....55.00

в неполной загрузке .....25.00

- Коэфф. регулирования (Кр) .....3.00

### 3.3.4. Вакуумный усилитель

- Размер диаметра диафрагм (Dd), мм .....153.27

- Размер диаметра поршней толкателей (dt), мм .....17.59

- Размер диаметра поршней штока (dшт), мм .....25.30

- Сила обратной пружины (Рпр), кг .....13.00

- Количество разрядки в камере усилителя, соединенного с впускным коллектором двигателя (Рвак), кг/см .....0.70

### 3.3.5. Привод ручного тормоза

- Длины плеч рычагов ручного тормоза (lp), мм .....240.00

(ly), мм .....33.00

- Размер плеч рычагов привода колодок (Lt), мм .....111.00

- Коорд. рычага привода колодок (h5), мм .....63.00

- Коорд. планки (h6), мм .....43.00

- Коэфф. полезного действия тросов приводов ручного тормоза (КПД) .....0.80

Расчет тормозных моментов

### 3.3.6. Расчет заднего дискового тормоза

Тормозной момент заднего дискового тормоза рассчитывается по формуле:

$$M_{T1} = \mu * P * i * R_{cp} \quad (3.1)$$

где:

M<sub>T1</sub> - тормозной момент, кг\*см ;

P - усилие, развиваемое поршнями тормозного цилиндра, кг ;

i - число пар трения ;

R<sub>cp</sub> - средний (эффективный) радиус трения колодки, см.

$$P = (P_2 - P_0) * S * КПД * n \quad (3.2)$$

где:

$P_2$  - давление в цилиндрах заднего тормоза, кг/см<sup>2</sup> ;

$P_{02}$  - начальное давление срабатывания тормозного механизма, кг/см<sup>2</sup> ;

$S$  - площадь поршня цилиндра заднего тормоза, см<sup>2</sup>;

$$S = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3.14 * 3^2}{4} = 7.06 \text{ см}^2$$

КПД - КПД цилиндра заднего тормоза ;

$n$  - число цилиндров .

$$R_{cp} = \frac{2}{3} * \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} \quad (3.3)$$

где

$R_1$  - внутренний радиус поверхности трения накладки, см;

$R_2$  - наружный радиус поверхности трения накладки, см.

$$R_{cp} = \frac{2}{3} * \frac{13.5^3 - 10.0^3}{13.5^2 - 10.0^2} = 11.84 \text{ см}$$

Обозначим:  $K_2 = m * S * \text{КПД} * i * R_{cp} * n$  .

Подставив значения получим:

$$K_2 = 0.40 * 7.06 * 0.9 * 2 * 11.84 * 3 = 180.56$$

Тогда формула (3.1) примет следующий вид:

$$M_{т2} = K_2 * (P_2 - P_{02}) = 180.56 * (P_2 - 1)$$

Полученные значения  $M_{т1}$  в зависимости от  $P_1$  заносим в таблицу 3.3.

3.3.8. Расчет нормальных реакций дороги на ось  
автомобиля при торможении

$$R_1 = G_1 + \frac{G_a}{g} * \frac{hg}{L} * j$$

(3.13)

$$R2 = G2 - \frac{G_a \cdot h_g}{g \cdot L} * j$$

где  $R1$  и  $R2$  - нормальные реакции действующие на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг;

$G1$  и  $G2$  - нагрузка на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг ;

$G_a$  - масса автомобиля, кг ;

$L$  - база автомобиля, см ;

$h_g$  - высота центра тяжести, см ;

$g$  - ускорение центра тяжести,  $g=9.81$  м/сек<sup>2</sup> ;

$j$  - замедление автомобиля при торможении, м/сек<sup>2</sup> .

### 3.3.9. Нормальные реакции при полной нагрузке

$$1435 * 59$$

$$R1 = 519.4 + \frac{9.81 * 249,2}{1435 * 59} * j = 519.4 + 46.78 * j$$

$$9.81 * 249,2$$

$$1435 * 59$$

$$R2 = 540.6 - \frac{9.81 * 249,2}{1435 * 59} * j = 540.6 - 46.78 * j$$

$$9.81 * 249,2$$

### 3.3.10. Нормальные реакции при частичной нагрузке ( $G_a = 1599$ кг)

$$1343 * 57$$

$$R1 = 658.07 + \frac{9.81 * 249,2}{1343 * 57} * j = 658.07 + 34.41 * j$$

$$9.81 * 249,2$$

$$1343 * 57$$

$$R2 = 684.93 - \frac{9.81 * 249,2}{1343 * 57} * j = 684.93 - 34.41 * j$$

$$9.81 * 249,2$$

Полученные значения  $R1$  и  $R2$  при  $j = 1 \dots 10$  м<sup>2</sup>/с заносим в таблицу 3.3.

### 3.3.11. Оптимальное (идеальное) соотношение между давлениями

в передних и задних тормозах при полном использовании

сцепления колеса с дорогой

$$g_k \quad j$$



$$P1 = R1 * \frac{2 * K1}{r_k} * j + 1 \quad (3.14)$$

$$P2 = R2 * \frac{2 * K2}{r_k} * j + 5.35$$

где: P1 и P2 - давление в передних и задних тормозах, кг/см<sup>2</sup> ;  
 rк - радиус качения колеса, см ; K1 и K2 - характеристики переднего и заднего тормозного механизма (см. п. 3.3.1. и 3.3.3.)

Подставляя известные значения получим:

$$P1 = R1 * \frac{26.9}{2 * 180.56} * j + 1 = 0.009 * R1 * j + 1$$

$$P2 = R2 * \frac{26.9}{2 * 91.06} * j + 5.35 = 0.018 * R2 * j + 5.35$$

Полученные значения P1 и P2 при j = 1.....10 м<sup>2</sup>/с заносим в таблицу 3.1 (см. графики 3.1 и 3.2).

Таблица 3.1

АВТОМОБИЛЬ С ПОЛНОЙ НАГРУЗКОЙ						
J, М <sup>2</sup> /С	НА ПЕРЕДНЕЙ ОСИ			НА ЗАДНЕЙ ОСИ		
	R1, КГ	P1, КГ/СМ <sup>2</sup>	MT1, КГ*СМ	R2, КГ	P2, КГ/СМ <sup>2</sup>	MT2, КГ*СМ
1	1035.8	9.65	1561.8	1064.2	21.70	1488.8
2	1083.6	19.06	3260.9	1017.4	36.55	2841.1
3	1129.3	29.22	5095.4	970.7	49.90	4056.7
4	1176.1	40.10	7059.9	923.9	61.75	5135.8

5	1223.9	51.77	9167.0	877.1	73.10	6078.3
6	1269.7	64.17	11406.0	830.3	80.96	6885.1
7	1316.5	76.33	13601.6	783.5	88.31	7554.3
8	1363.2	90.23	16111.4	736.8	94.17	8087.9
9	1410.0	105.89	18938.9	690.0	98.52	8484.1
10	1456.8	121.29	21719.6	643.2	101.38	8744.5
АВТОМОБИЛЬ С ЧАСТИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ						
1	883.4	8.43	1341.6	715.6	16.40	1006.2
2	917.8	16.43	2786.0	681.2	26.34	1911.3
3	953.2	25.00	4333.4	646.8	35.16	2714.5
4	986.6	33.08	5793.4	613.4	43.86	3415.7
5	1021.1	43.75	7718.9	578.0	49.46	4016.7
6	1055.5	53.97	9564.3	543.5	54.93	4514.8
7	1089.9	64.75	11510.7	509.1	59.29	4911.8
8	1124.3	76.09	13558.3	474.7	63.53	5206.8
9	1158.7	87.99	15706.9	440.3	64.66	5400.8
10	1193.1	99.44	17774.3	405.9	65.67	5493.7

### 3.3.13. Характеристика регулятора давления

$$P_2 = A + (P - A) * K_p \quad (3.15)$$

где:

$P_2$  - давление на выходе регулятора, кг/см<sup>2</sup>;

$A$  - точка включения регулятора, кг/см<sup>2</sup>;

$P$  - давление на входе регулятора, кг/см<sup>2</sup> ;

$K_p$  - коэффициент регулирования (отношение давления на выходе к давлению на входе).

Точка включения регулятора зависит от загруженности автомобиля.

Рассмотрим два случая: - при полной загрузке  $P_2 = 55 + (P - 55) * 0.2$

- при частичной загрузке  $P_2 = 25 + (P - 25) * 0.2$

Расчетную характеристику регулятора давления см. на граф. 3.1 и 3.3.

График 3.1. Характеристика регулятора давл. зад. тормозов (полн. нагрузка)

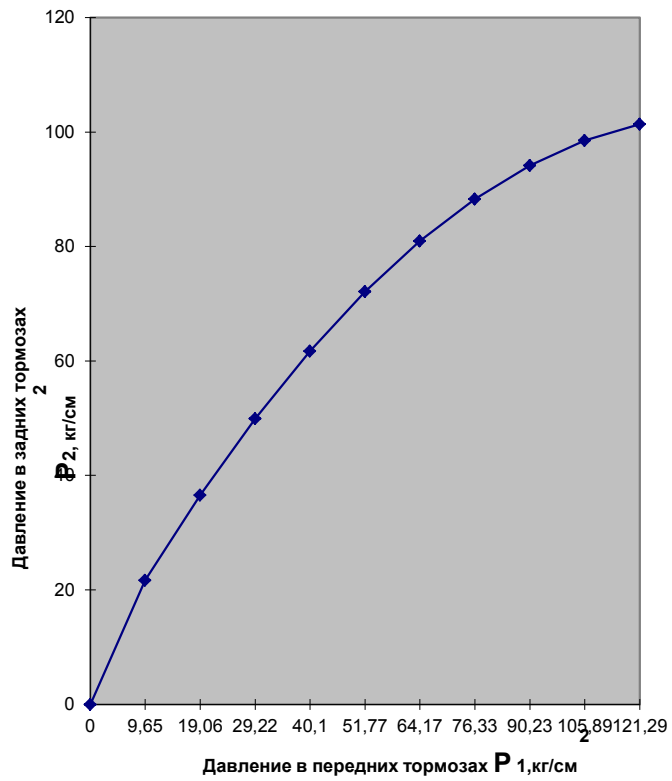
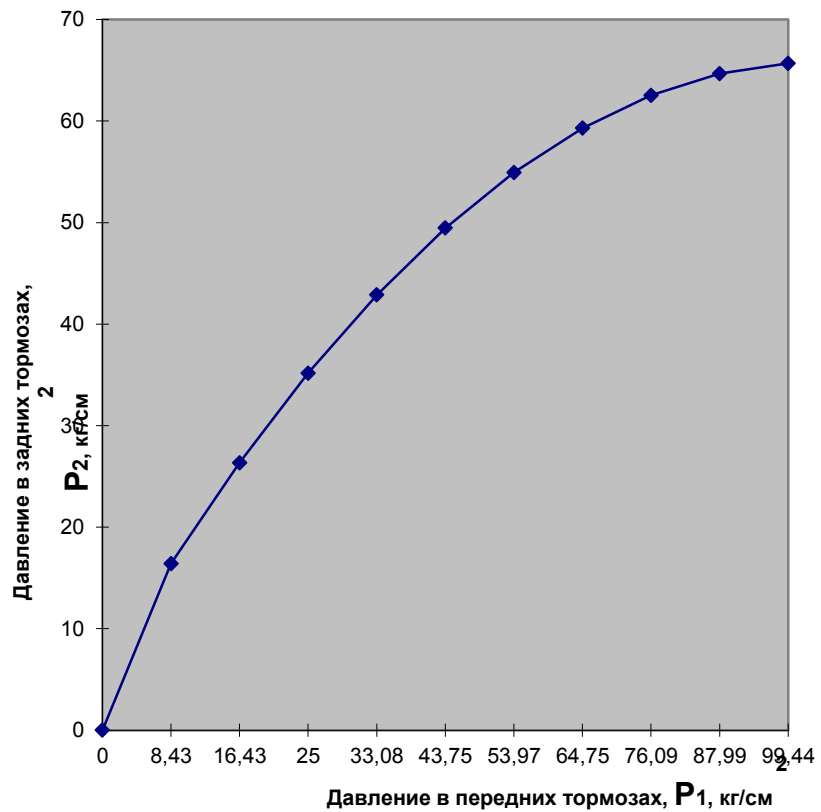


График 3.2. Характеристика регулятора давл. зад. тормозов (частич. нагрузка)



### 3.3.13. Расчет вакуумного усилителя

Вакуумный усилитель (см. рис. 3.4).

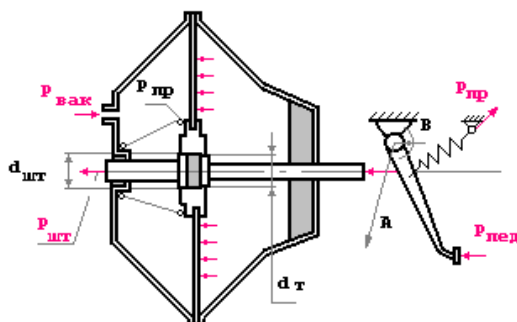


Рис.3.4. Схема работы вакуумного усилителя

3.3.14. Характеристика вакуумного усилителя при  $P_{\text{вак}} < P_{\text{вак.мах}}$

(до точки перегиба графика  $P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$  (см.граф.3.3)

$P_{\text{вак}}$  - величина давления на диафрагму вакуумного усилителя,  $\text{кг}/\text{см}^2$

$$P_{\text{вых}} = (P_{\text{вх}} - P_{\text{то}}) * \frac{S_{\text{шт}}}{S_{\text{т}}} \quad (3.16)$$

где:  $P_{\text{вых}}$  - усилие на выходе усилителя, кг;

$P_{\text{вх}}$  - усилие на входе усилителя, кг;

$P_{\text{то}}$  - начальное давление на входе, соответствующее зоне нечувствительности вакуумного усилителя, кг,  $P_{\text{то}} = 7 \text{ кг}$  (из опытных данных);

$S_{\text{шт}}$  - площадь поршня штока,  $S_{\text{шт}} = 5.010 \text{ см}^2$ ;

$S_{\text{т}}$  - площадь поршня толкателя,  $S_{\text{т}} = 3.430 \text{ см}^2$ .

$$5.010$$

$$P_{\text{вых}} = (P_{\text{вх}} - 7) * \frac{5.010}{3.430} = (P_{\text{вх}} - 7) * 3.062$$

$$3.430$$

3.3.15. Точка перегиба графика

$P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$  (см. граф. 3.3)

(соответствует  $P_{\text{вак}} = P_{\text{вак.мах}}$ )

$$(S_d * P_{\text{вак.мах}} - P_{\text{пр}}) * S_{\text{шт}} = P_{\text{вых}} * (S_{\text{шт}} - S_{\text{т}}) \quad (3.17)$$

где  $S_d$  - эффективная площадь диафрагмы,  $S_d = 183.00 \text{ см}^2$  ;

$P_{\text{вак.мах}}$  - величина разрежения в камере усилителя, соединенной с впускным коллектором двигателя,  $\text{кг}/\text{см}^2$  ;

$R_{пр}$  - усилие возвратной пружины, кг.

Из уравнения (3.17) определим  $R_{вых}$ :

$$(S_d * R_{вак.мах} - R_{пр}) * S_{шт} = (183.00 * 0.7 - 13) * 5.010$$

$$R_{вых} = \frac{(S_d * R_{вак.мах} - R_{пр}) * S_{шт}}{S_{шт} - S_t} = \frac{5.010 - 3.430}{5.010 - 3.430} = 223.15 \text{ кг}$$

тогда  $R_{вх} = 114.75 \text{ кг}$ .

3.3.16. Характеристика вакуумного усилителя после точки

перегиба графика  $R_{вых} = f(R_{вх})$  (см. граф.3.3)

$$R_{вых} = R_{вх} - R_{то} + R_{вак.мах} * S_d - R_{пр} \quad (3.18)$$

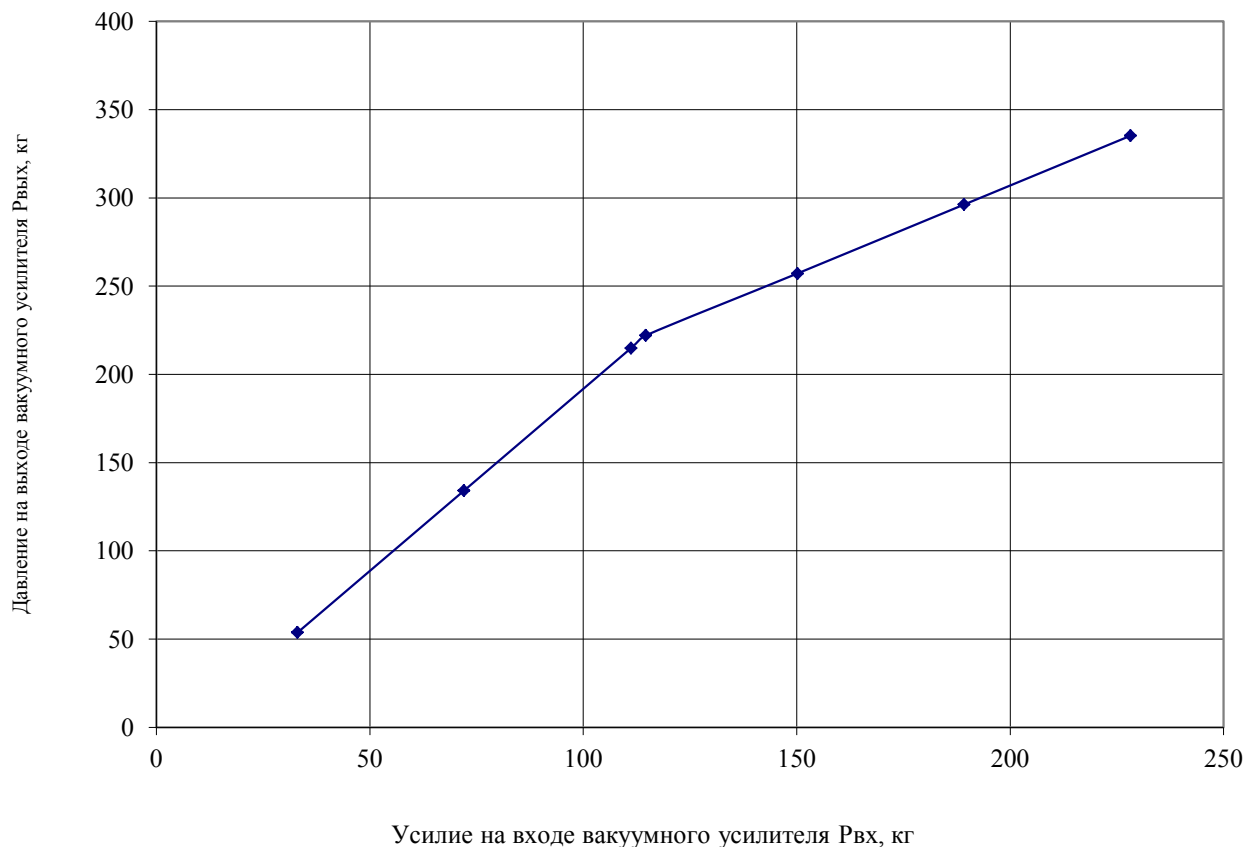
$$R_{вых} = R_{вх} - 7 + 0.7 * 18200 - 13 = R_{вх} + 107.4 \text{ кг}$$

Полученные значения  $R_{вх}$  и  $R_{вых}$  при  $R_{пед} = 10...60\text{кг}$  заносим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3.

Усилие на педали тормоза $R_{пед}$ , кг	Усилие на входе усилителя $R_{вх}$ , кг	Усилие на выходе усилителя. $R_{вых}$ , кг
10.0	33.1	53.8
20.0	73.1	134.2
30.0	111.2	214.9
30.9	114.7	223.1
40.0	150.2	257.2
50.0	189.2	296.2
60.0	228.2	335.2

График 3.3. Характеристика вакуумного усилителя



### Расчет усилия на педали тормоза

#### 3.3.18. Усилие на педали тормоза при Pвак < Pвак.max

(до точки перегиба графика Pвых = f(Pвх) (см.граф.3.3))

Подставляя в уравнение (3.16) значения:

$$P_{ГТЦ} * S_{ГТЦ}$$

$$P_{ВЫХ} = \frac{P_{ГТЦ} * S_{ГТЦ}}{KПД_{ГТЦ}} \quad \text{и} \quad P_{ВХ} = P_{пед} * i_{пед} - N_{пед} * i_{пед}$$

где:

$$S_{ГТЦ} = \frac{\pi * d_{ГТЦ}^2}{4} = \frac{3.14 * 3.064^2}{4} = 3.34 \text{ см}^2 \quad \text{получим:}$$

$$P_{пед} = \frac{P_{ГТЦ} * S_{ГТЦ} * S_{Т}}{S_{шт} * KПД_{ГТЦ} * i_{пед}} + \frac{P_{то}}{i_{пед}} + N_{пед} \quad (3.19)$$

где

P<sub>ГТЦ</sub> - давление в главном тормозном цилиндре, кг/см<sup>2</sup>.

$$P_{\text{пед}} = \frac{3.34 * 3.430}{5.010 * 0.95 * 3.9} * P_{\text{ГТЦ}} + \frac{7}{3.9} + 1.5 = 0.4373 * P_{\text{ГТЦ}} + 3.295$$

Давление в ГТЦ определяется из уравнений:

1). При  $P_{\text{ГТЦ}} \leq A$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a * j/g * r_{\text{к}}/2 + K_1 * P_{01} + K_2 * P_{02}}{K_1 + K_2} \quad (3.20)$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a * j/9.8 * 26.9/2 + 180.56 * 1 + 91.06 * 5.35}{180.56 + 91.06} = 0.006 * G_a * j + 3.46$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = 13.6 * j + 3.46 \quad - \text{ при полной нагрузке } (G_a = 2100 \text{ кг})$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = 9.6 * j + 3.46 \quad - \text{ при частичной нагрузке } (G_a = 1599 \text{ кг})$$

2). При  $P_{\text{ГТЦ}} \geq A$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a * j/g * r_{\text{к}}/2 + K_1 * P_{01} + K_2 * (P_{02} - A + A * K_p)}{K_1 + K_2 * K_p}$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{G_a * j/9.8 * 26.9/2 + 180.56 * 1 + 91.06 * (5.35 - A + A * 0.2)}{180.56 + 91.06 * 0.2}$$

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{1435 * 1.679 * j + 180.56 + 91.06 * (5.35 - 55 + 55 * 0.2)}{198.77} = 17.7 * j - 16.80$$

- при полной нагрузке

$$P_{\text{ГТЦ}} = \frac{1343 * 1.679 * j + 180.56 + 91.06 * (5.35 - 25 + 25 * 0.2)}{198.77} = 13.5 * j - 5.80$$

при частичной нагрузке

3.3.19. Усилие на педали тормоза после точки перегиба

графика  $P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$  (см. граф. 3.3)

Подставляя в уравнение (3.18) значения:

$R_{ГТЦ} * S_{ГТЦ}$   
 $R_{ВЫХ} = \frac{R_{ГТЦ} * S_{ГТЦ}}{КПД_{ГТЦ}}$  и  $R_{ВХ} = R_{пед} * i_{пед} - N_{пед} * i_{пед}$  получим:

$$R_{пед} = \frac{R_{ГТЦ} * S_{ГТЦ}}{КПД_{ГТЦ} * i_{пед}} - \frac{R_{вак.мах} * S_d - R_{пр} - P_{то}}{i_{пед}} + N_{пед} \quad (3.22)$$

$$3.34 \quad 0.7 * 18200 - 13 - 7$$

$$R_{пед} = \frac{0.95 * 3.9}{3.9} * R_{ГТЦ} - \frac{0.7 * 18200 - 13 - 7}{3.9} + 1.5 = 0.902 * R_{ГТЦ} - 29.04$$

Давление  $R_{ГТЦ}$  определяется из уравнений (3.20) и (3.21).

Значения  $R_{ГТЦ}$  и  $R_{пед}$  заносим в таблицу 3.3 (см. графики 3.3, 3.4, 3.5).

Таблица 3.3

Автомобиль с полной нагрузкой			Автомобиль с частичной нагрузкой	
j, м/с <sup>2</sup>	R <sub>ГТЦ</sub> , кг/см <sup>2</sup>	R <sub>пед</sub> , кг	R <sub>ГТЦ</sub> , кг/см <sup>2</sup>	R <sub>пед</sub> , кг
1	15.1	10.0	13.1	8.6
2	27.7	15.4	21.7	13.8
3	40.3	20.9	34.7	18.5
4	53.9	26.4	48.2	24.4
5	71.7	34.6	61.7	30.3
6	89.4	43.4	75.2	36.2
7	107.1	67.4	88.7	43.1
8	124.8	83.3	103.2	63.9
9	143.5	99.21	115.7	75.1
10	160.2	115.1	129.2	87.2



### 3.3.20. Расчет тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при торможении

Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения. Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

$$T_1 = \frac{2 * M_{T1}}{gk} = \frac{2 * K_1 * (P_1 - 1)}{gk}$$

$$T_2 = \frac{2 * M_{T2}}{gk} = \frac{2 * K_2 * (P_2 - 5.35)}{gk} \quad (3.23)$$

где:  $T_1$  и  $T_2$  - тормозная сила на передней и задней оси, кг (см. рис. 3.3);

$P_1$  - давление в цилиндре переднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>,  $P_1 = P_{ггц}$ ;

$P_2$  - давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>,

-  $P_2 = P_1 = P_{ггц}$  - до точки включения регулятора давления.

- После точки включения регулятора давления:

$P_2 = 55 + (P_{ггц} - 55) * 0.2$  - при полной нагрузке,

$$P_2 = 25 + (P_{ггц} - 25) * 0.2 \text{ - при частичной нагрузке.}$$

Подставляя в уравнение (3.23) известные значения получим:

$$2 * 180.56 * (P_{ггц} - 1)$$

$$T_1 = \frac{\text{-----}}{33.9} = 10.98 * (P_{ггц} - 1)$$

$$2 * 91.06 * (P_{ггц} - 5.35)$$

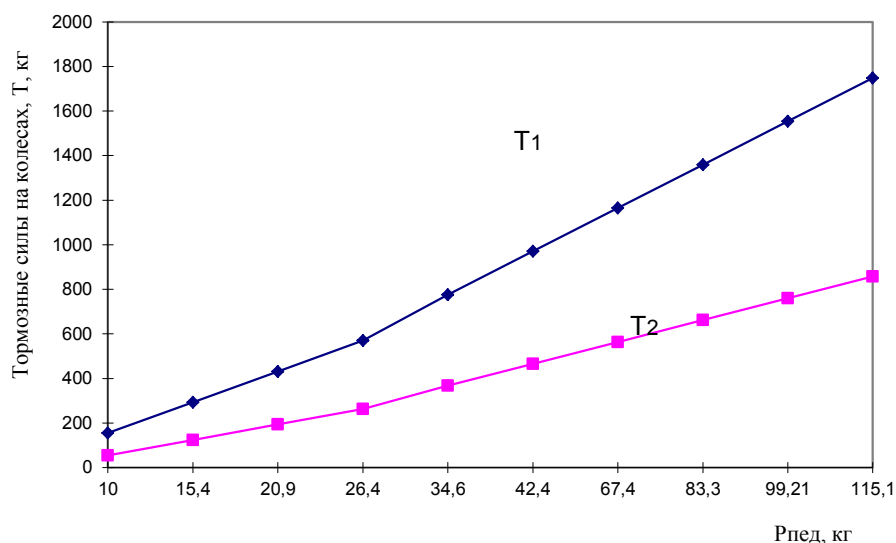
$$T_2 = \frac{\text{-----}}{33.9} = 5.54 * (P_{ггц} - 5.35)$$

Полученные значения T1 и T2 в зависимости от Pггц заносим в таблицу 3.4 (см. граф. 3.6 и 3.7).

Таблица 3.4

Автомобиль с полной нагрузкой				Автомобиль с частичной нагрузкой		
№ П. П	Pггц кг/см <sup>2</sup>	T1 кг	T2 кг	Pггц кг/см <sup>2</sup>	T1 кг	T2 кг
1	15.1	154.8	54.0	13.1	121.9	37.4
2	27.7	293.2	123.8	21.7	227.3	90.6
3	40.3	431.5	193.6	34.7	370.0	163.6
4	53.9	569.9	263.4	48.2	518.3	237.4
5	71.7	776.3	367.6	61.7	666.5	313.2
6	89.4	970.6	465.6	75.2	814.7	387.0
7	107.1	1165.0	563.7	88.7	963.9	461.8
8	124.8	1359.3	661.8	103.2	1111.2	536.6
9	143.5	1555.7	759.8	115.7	1259.4	611.3
10	160.2	1748.0	857.9	129.2	1418.6	686.1

График 3.6. Зависимость м/у усилием на педали и тормоз. силами (полная нагрузка)



### Эффективность тормозной системы при отказе одного из контуров

3.3.23. Давление в главном тормозном цилиндре до точки

включения регулятора давления ( $P_{ГТЦ} \leq A$ )

$$G_a * j/g * r_k + K1 * P01 + K2 * P02$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{\dots}{K1 + K2}$$

$$1435 * j/9.8 * 26.9 + 180.56 * 1 + 91.06 * 5.35$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{\dots}{180.56 + 91.06} = 25.96*j + 3.46$$

при полной нагрузке

$$1343 * j/9.8 * 26.9 + 180.56 * 1 + 91.06 * 5.35$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{\dots}{180.56 + 91.06} = 19.76*j + 3.46$$

при частичной нагрузке

3.3.24. Давление в главном тормозном цилиндре после точки

включения регулятора давления ( $P_{ГТЦ} \geq A$ )

$$G_a * j/g * r_k + K1 * P01 + K2 * (P02 - A + A * K_p)$$

$$P_{ГТЦ} = \frac{\dots}{K1 + K2 * K_p} \quad (3.26)$$

$$R_{ГТЦ} = \frac{1435 * j / 9.8 * 26.9 + 180.56 * 1 + 91.06 * (5.35 - 55 + 55 * 0.2)}{180.56 + 91.6 * 0.2} = 3547 * j - 16.80$$

при полной нагрузке

$$R_{ГТЦ} = \frac{1343 * j / 9.8 * 26.9 + 180.56 * 1 + 91.06 * (5.35 - 25 + 25 * 0.2)}{180.56 + 91.6 * 0.2} = 27.01 * j - 5.80$$

при частичной нагрузке

График 3.8. Распределение коэффициента сцепления по осям (полная нагрузка)

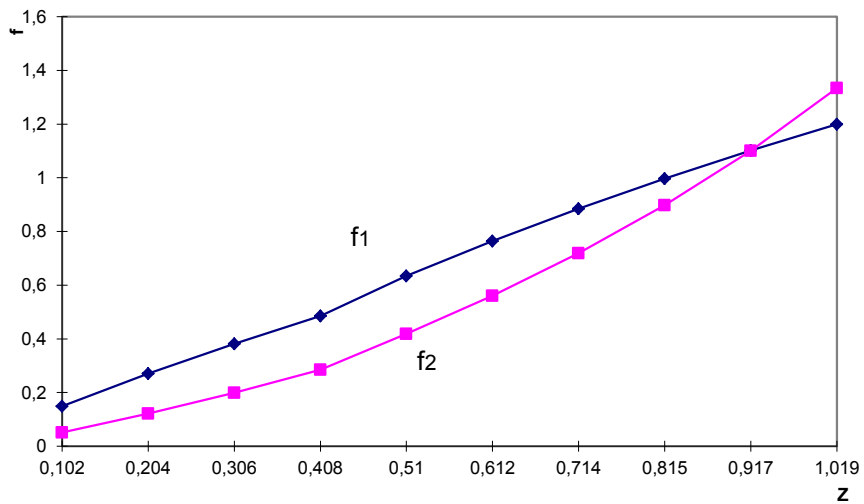
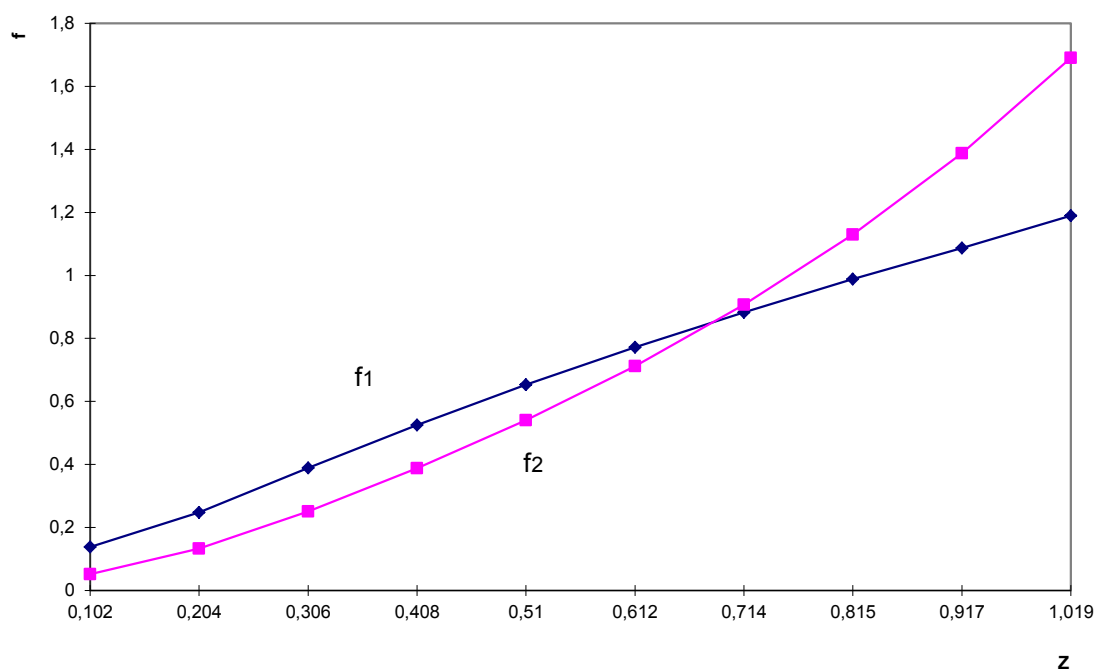


График 3.9. Распределение коэффициента сцепления по осям (частичная нагрузка)



Значения  $R_{гтц}$  подставляем в уравнения (3.19) и (3.22).

Полученные значения  $R_{гтц}$  при  $j = 1 \dots 5$  м/с и  $R_{пед}$  заносим в табл.3.6

Таблица 3.6

Автомобиль при полной нагрузке			Автомобиль при частичной нагрузке	
j	$R_{гтц}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{пед}$ , кг	$R_{гтц}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{пед}$ , кг
1	28.42	15.72	23.22	13.01
2	54.38	27.08	48.22	24.38
3	89.61	43.48	75.23	36.19
4	125.08	83.53	103.24	63.98
5	160.55	115.41	129.25	87.29

### 3.3.25. Эффективность тормозной системы при

отказе вакуумного усилителя

Подставляя в уравнение (3.22) при  $R_{\text{вак.мах}} = 0$  значения, соответствующие исправной тормозной системе (табл. 3.3 ( $R_{\text{ГТЦ}}$ )) получим:

$$R_{\text{пед}} = \frac{R_{\text{ГТЦ}} * S_{\text{ГТЦ}}}{K_{\text{ПДГТЦ}} * i_{\text{пед}}} + \frac{R_{\text{пр}} + R_{\text{то}}}{i_{\text{пед}}} + N_{\text{пед}}$$

$$R_{\text{пед}} = \frac{3.34 * R_{\text{ГТЦ}}}{0.95 * 3.9} + \frac{20 + 10}{3.9} + 1.5 = 0.9015 * R_{\text{ГТЦ}} + 9.192$$

Таблица 3.7

Автомобиль при полной нагрузке			Автомобиль при частичной нагрузке	
j	$R_{\text{ГТЦ}}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{\text{пед}}$ , кг	$R_{\text{ГТЦ}}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{\text{пед}}$ , кг
1	15.1	23.8	13.1	20.1
2	27.7	34.2	21.7	28.8
3	40.3	45.5	34.7	40.5
4	53.9	56.9	48.2	53.6
5	71.7	73.8	61.7	64.8

### 3.3.26. Расчет ручного тормоза

В легковых автомобилях используется механический привод для задних колес. Тормозная сила, необходимая для удержания автомобиля на  $18\%$  ( $10^\circ 12'$ ) (см. рис. 3.7):

$$R_{\text{T}} = G_{\text{a}} * \sin \alpha \quad (3.28)$$

где:  $\alpha$  - угол уклона, град.

$$R_{\text{T}} = 1435 * \sin 10^\circ 12' = 1435 * 0.1771 = 371.9 \text{ кг}$$

Тормозной момент на колесе

$$M_{\text{T}} = \frac{R_{\text{T}} * r_{\text{ст}}}{2} \quad (3.29)$$

где:  $r_{\text{ст}}$  - статический радиус колеса, см.

$$371.9 * 33.2$$

$$M_T = \frac{\dots}{2} = 5987.8 \text{ кг*см}$$

$$M_T = M_{K1} + M_{K2} = F_1 * r_t + F_2 * r_t \text{ (см. формулы 3.4 и 3.5)}$$

$$\text{где } F_1 = A_1 * (Q_1 - P_{pp})$$

$$F_2 = A_2 * (Q_2 - P_{pp}) \text{ (см. формулы 3.10)}$$

где:

$Q_1$  и  $Q_2$  - усилие разжима колодок, приведенное к оси колесного цилиндра, кг.

$$M_T = A_1 * (Q_1 - P_{pp}) * r_t + A_2 * (Q_2 - P_{pp}) * r_t$$

$$Q_1 = N_1 * \frac{h_2 + h_6}{h_1 + h_2} \quad Q_2 = N_2 * \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} \quad (3.30)$$

где:  $N_1$  и  $N_2$  - сжимное усилие колодок.

$$N_1 = N_T * \frac{L_T}{h_5 - h_6} \quad N_2 = N_T * \frac{L_T - (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} \quad (3.31)$$

Подставляя (3.31) в (3.30) получим:

$$Q_1 = N_T * \frac{L_T}{h_5 - h_6} * \frac{h_2 + h_6}{h_1 + h_2} = N_T * \frac{14.2}{7.6 - 5.1} * \frac{8.5 + 5.1}{9.4 + 8.5} = 4.32 * N_T$$

$$Q_2 = N_T * \frac{L_T - (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} * \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} = N_T * \frac{14.2 - (7.6 - 5.1)}{7.6 - 5.1} * \frac{8.5 + 7.6}{9.4 + 8.5} = 4.21 * N_T$$

$$\text{Тогда: } M_T = 4.73 * (4.32 * N_T - 16.98) * 4.72 + 1.35 * (4.21 * N_T - 16.98) * 4.72 = \\ = 96.45 * N_T - 379.09 + 26.83 * N_T - 108.20 = 123.28 * N_T - 487.29$$

$$P_y = \frac{P_p * l_p}{\dots} \quad (3.32)$$

$$2 * l_y$$

где:  $P_y$  - усилие на плече уравнивателя, кг ;

$P_p$  - усилие на плече ручного тормоза, кг.

$$N_T = P_y * КПД \quad (3.24)$$

где:  $N_T$  - прижимное усилие колодок, кг.

$$123.28 * КПД * P_p * l_p$$

$$M_T = 123.28 * P_y * КПД - 487.29 = \text{-----} - 487.29$$

$$2 * l_y$$

$$123.28 * 0.8 * 24.0$$

$$M_T = \text{-----} * P_p - 487.29 = 333.38 * P_p - 487.29$$

$$2 * 3.55$$

$$\text{Т.е.} \quad 5987.8 = 333.38 * P_p - 487.29 \rightarrow P_p = 19.42 \text{ кг}$$

Таким образом для удержания автомобиля с полной нагрузкой на уклоне 18% достаточно усилия  $P_p = 19.42$  кг.

Вывод: Проведенные расчеты показали, что автомобиль с внедренными в нем задними дисковыми тормозными механизмами соответствует всем требованиям изложенным в поправке 05 Правил N13 ЕЭК ООН для тормозных систем легковых автомобилей.



## 4 Технологическая часть

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

#### 4.1 Составление перечня сборочных работ

Таблица 4.1 – Перечень сборочных работа

№ п/п	Состав главных и дополнительных стадий сборки	Вр, минут ы.
<b>1. Стадия сборки поршней задних тормозов</b>		
1	Произвести распаковку запчасти - поршень заднего тормозного механизма	0,08
2	Произвести распаковку запчасти - поршень в приспособление	0,14
3	Произвести распаковку запчасти - винт	0,08
4	Произвести вставку детали - винт	0,12
5	Произвести распаковку запчасти - шайбу	0,08
6	Произвести распаковку запчасти - шайбу	0,11
7	Произвести распаковку запчасти - пружину	0,08
8	Произвести распаковку запчасти - пружину	0,11
9	Произвести распаковку запчасти - толкатель	0,08
10	Произвести распаковку запчасти - толкатель	0,16
11	Произвести распаковку запчасти - колпачек и Произвести распаковку запчасти - его	0,18
12	Снять поршень в сборе с приспособления и переместить на следующую операцию	0,15
<b>ИТОГО:</b>		<b>1,37</b>
<b>3. Стадия сборки цилиндров с поршнями собранными</b>		
1	Произвести распаковку запчасти - цилиндр	0,08
2	Произвести распаковку запчасти - цилиндр в приспособление	0,14
3	Произвести распаковку запчасти - вал приводной	0,08
4	Произвести вставку детали - вал приводной в цилиндр	0,17
5	Произвести распаковку запчасти - кольцо стопорное	0,08
6	Произвести распаковку запчасти - кольцо	0,08

7	Произвести распаковку запчасти - гайку	0,08
8	Произвести распаковку запчасти - кольцо в гайку	0,16
9	Произвести распаковку запчасти - кольцо стопорное	0,14
10	Произвести распаковку запчасти - гайку с кольцом в цилиндр	0,22
11	Произвести распаковку запчасти - рычаг	0,08
12	Произвести распаковку запчасти - рычаг	0,15
13	Произвести распаковку запчасти - гайку	0,08
14	Произвести наживление метиза - гайку на вал приводной и завернуть	0,22
15	Произвести распаковку запчасти - колпачек защищающий	0,08
16	Произвести распаковку запчасти - колпачек защищающий в цилиндр	0,15
17	Снять с приспособления цилиндр в сборе с поршнем с приспособления и переместить на следующую операцию	0,12
ИТОГО:		2,11
<b>3. Стадия сборки суппортов собранных</b>		
1	Произвести распаковку запчасти - скобу суппорта	0,08
2	Произвести внимательный осмотре запчасти со видимых плоскостей скобу суппорта со всех сторон	0,09
3	Произвести распаковку запчасти - скобу суппорта в приспособление	0,07
4	Произвести смазку элементов - все сопрягаемые поверхности машинным маслом	0,12
5	Произвести распаковку запчасти - цилиндр с поршнем в сборе	0,08
6	Произвести внимательный осмотре запчасти со видимых плоскостей цилиндр с поршнем со всех сторон	0,11
7	Произвести распаковку запчасти - цилиндр с поршнем в сборе	0,11
8	Произвести распаковку запчасти - колодку с накладкой в сборе	0,07
9	Произвести распаковку запчасти - колодку с накладкой в сборе	0,11

10	Снять суппорт в сборе из приспособления	0,11
11	Произвести проверку проделанной работы - качество выполненной работы	0,12
12	Переместить суппорт в сборе на общую сборку	0,15
ИТОГО:		1,22
4. Главная стадия сборки задних тормозов		
1	Произвести распаковку запчасти - ось ступицы	0,22
2	Произвести внимательный осмотре запчасти со видимых плоскостей ось ступицы	0,29
3	Произвести распаковку запчасти - ось ступицы в приспособление	0,31
4	Произвести распаковку запчасти - подшипник ступицы	0,19
5	Предварительно Произвести смазку элементов - подшипник машинным маслом	0,17
6	Запрессовать подшипник	0,31
7	Произвести распаковку запчасти - шайбу	0,21
8	Произвести распаковку запчасти - шайбу	0,23
9	Произвести распаковку запчасти - гайку	0,21
10	Произвести наживление метиза - гайку и завернуть моментом 12 Н.м	0,22
11	Произвести распаковку запчасти - шпильку	0,16
12	Произвести распаковку запчасти - шпильку	0,25
13	Произвести распаковку запчасти - диск тормозной	0,12
14	Произвести распаковку запчасти - диск тормозной на ступицу	0,32
15	Произвести распаковку запчасти - суппорт в сборе	0,15
16	Произвести внимательный осмотре запчасти со видимых плоскостей суппорт в сборе со всех сторон	0,14
17	Произвести распаковку запчасти - суппорт в сборе	0,19
18	Произвести распаковку запчасти - шайбу пружинную	0,11
19	Произвести распаковку запчасти - шайбу пружинную	0,19
20	Произвести распаковку запчасти - болт	0,22

21	Произвести вставку детали - болт и завернуть моментом 35 Н.м	0,29
22	Произвести проверку проделанной работы - качество выполненной работы	0,24
ИТОГО:		4,74
Всего $\sum t_{on}$		9,44

#### 4.3 Определение трудоемкости сборки.

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on} = 9,44 \text{ мин} \quad (4.1)$$

Суммарная трудоемкость сборки изделия

$$t_{шт}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right) = 9,44 + 9,44 \cdot 0,075 = 10,01 \text{ мин} \quad (4.2)$$

$\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах

$\alpha = 2-3\%$ , принимаем  $\alpha = 2,5\%$

$\beta$  – часть опер-го вр. для отд. в проц-х  $\beta = 4- 6 \%$  , прин.  $\beta = 5 \%$

#### 4.4 Выбор организационной формы сборки

В нашем случае предполагается массовое производство

Такт выпуска изделий

$$T_6 = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N} = \frac{4080 \cdot 60 \cdot m}{120000} = 5,02 \quad (4.3)$$

N-годовой объем выпуска = 120000 шт в год

$F_d$ - действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену.

Для оборудованных стендов и двух смен принимаем  $F_d=4015\text{ч}$

#### 4.5 Составление маршрутной технологией

Таблица 4.2 – Маршрутная технология

№ п.п.	Названия стадий сборки	Названия переходных стадий сборочных операций	Технической оснащение, инвентарь рабочий	Вр, минуты
005	Стадия сборки поршня задних тормозов	<p>Произвести распаковку запчасти - поршень в приспособление</p> <p>Произвести распаковку запчасти - шайбу</p> <p>Произвести распаковку запчасти - пружину</p> <p>Произвести распаковку запчасти - толкатель</p> <p>Снять поршень в сборе с приспособления и переместить на следующую операцию</p>	<p>Специальное приспособление Грузонесущий подвесной</p>	1,46

<p>Стадия сборки цилиндров с поршнями собранным и</p>	<p>Произвести распаковку запчасти - цилиндр в приспособление Произвести распаковку запчасти - кольцо в гайку Произвести распаковку запчасти - кольцо стопорное Произвести распаковку запчасти - гайку с кольцом в цилиндр Произвести распаковку запчасти - рычаг Произвести наживление метиза - гайку на вал приводной и завернуть Произвести распаковку запчасти - колпачек защищающий в цилиндр Снять с приспособления цилиндр в сборе с поршнем с приспособления и переместить на следующую операцию</p>	<p>конвейер ЦПК-80Р</p>	<p>2,25</p>
---	---	-------------------------	-------------

<p>Стадия сборки суппортов собраных</p>	<p>Произвести распаковку запчасти - скобу суппорта в приспособление</p> <p>Произвести смазку элементов - все сопрягаемые поверхности машинным маслом</p> <p>Произвести распаковку запчасти - цилиндр с поршнем в сборе</p> <p>Произвести распаковку запчасти - колодку с накладкой в сборе</p> <p>Снять суппорт в сборе из приспособления</p> <p>Произвести проверку проделанной работы - качество выполненной работы</p> <p>Переместить суппорт в сборе на общую сборку</p>		<p>1,31</p>
<p style="text-align: right;">Итого:</p>			<p>5,02</p>



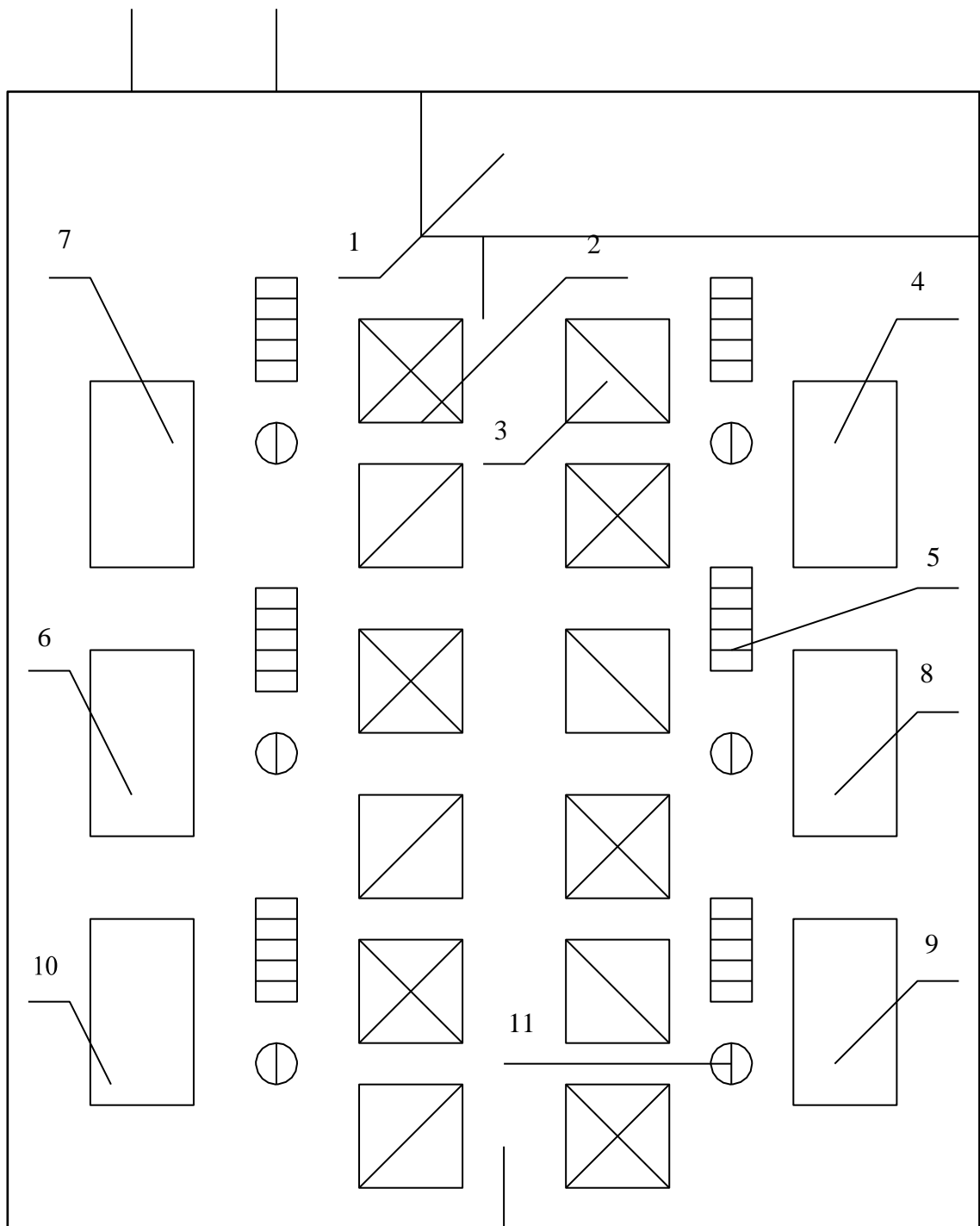
010	<p>Главная стадия сборки задних тормозов</p>	<p>Произвести распаковку запчасти - ось ступицы в приспособление Предварительно Произвести смазку элементов - подшипник машинным маслом Запрессовать подшипник Произвести распаковку запчасти - шайбу Произвести наживление метиза - гайку и завернуть моментом 12 Н.м Произвести распаковку запчасти - шпильку Произвести распаковку запчасти - диск тормозной на ступицу Произвести распаковку запчасти - суппорт в сборе Произвести распаковку запчасти - шайбу пружинную Произвести вставку детали - болт и завернуть моментом 35 Н.м Произвести проверку проделанной работы - качество выполненной работы</p>	<p>Спецустановка для запрессовки подшипника Специальное установочно- зажимное приспособлен ие Зубило Молоток Плоскогубцы</p>	5,02
-----	--	--	--	------

## 5 Безопасность и экологичность дипломного проекта.

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключающей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

### 5.1 Описание производственного участка



1-место для отдыха; 2-сверильный станок; 3-пресс; 4-контрольный стенд;  
 5-контрольный стенд; 6-балансировочный станок; 7-клепальный полуавтомат; 8-  
 контейнер с заготовками; 9-контейнер с деталями; 10-документация;  
 11-рабочее место.

Рисунок 5.1 – Эскиз рабочего участка

### 5.3 Опасные и вредные производственные факторы

Таблица 5.2

Типы исполняемого действия	Техническое оснащение	Названия вредных факторов	Влияние вредных факторов на тело
Приклёпывание накладок к ведомому диску	Полуавтоматический аппарат для заклепывания «Вик-Ман»	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов.</p> <p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p>	<p>1) Негативное действие на слух, мозг и сердце.</p> <p>2) Нарушения ориентации мозга, вызывает резонанс, негативно влияет на сердце и сосуды.</p> <p>3) Температурные электрические бионические</p> <p>4) Травматичность.</p> <p>5) Травматичность.</p>

		5) строта краев деталей и заусенцы на них. 6) Монотонность	6) Усталость
Расклёпывание стоек с двух сторон	Пресс с поворотным столом и двуручным управлением "Викман".	1) Повышенное увеличение уровня шумности 2) Повышенное увеличение уровня колебательных эффектов 3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической сети. 4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.	6) Негативное действие на слух, мозг и сердце. 1) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает резонанс, воздействует на сосуды. 2) Термическое электролитическое биологическое 3) Травматизм. 4) Травматизм.

		<p>5) Острые кромки и заусенцы.</p> <p>6) Монотонность труда.</p> <p>7) Физическое перенапряжение</p>	<p>6) Утомляемость, сонливость, снижение внимания.</p> <p>7) Утомляемость, стресс.</p>
<p>Определение величины дисбаланса ведомого диска.</p>	<p>Балансировочный станок “Шенк”.</p>	<p>1) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>2) Напряжение</p>	<p>1) Травматизм.</p> <p>2) Ухудшение всех систем и органов всего организма человека</p>
<p>Расклёпывание заклёпок и стоек.</p>	<p>Сверлильный станок 2Н135 “Стерлитоман”.</p>	<p>1) Повышенное увеличение уровня шумности.</p> <p>2) Повышенное увеличение</p>	<p>7) Негативное на слух, мозг и сердце.</p> <p>1) Нарушения вестибулярного аппарата, вызывает</p>

		<p>3) Увеличивающиеся показатели напряжения в электрической цепи.</p> <p>4) Двигающиеся перемещающиеся объекты и элементы на производстве.</p> <p>5) Острые края деталей и заусенцы на них.</p> <p>6) Завышенная температура поверхности детали.</p> <p>7) Повышенная металлическая пыльность.</p>	<p>резонанс, воздействует на сосуды.</p> <p>3) Температурные (ожоги участков тела), электрическое (разложение крови и плазмы), бионические (возбуждение и раздражение тканей организма, как следствие-судорожные сокращения мышц, прекращение деятельности дыхания и кровообращения).</p> <p>4) Ранения мягких тканей</p> <p>5) Ранения мягких тканей</p> <p>6) Обгорание кожи человека- ожоги</p> <p>7) Раздражители</p>
		<p>8) Перегрузка мышц</p>	<p>Отравление токсинами,</p> <p>8) Усталость нервной системы</p>

		9) Усталость глаз	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность , нервное
--	--	----------------------	--

### 5.3. Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

#### 5.3.1. Мероприятия по предотвращению несчастных случаев и стихийных бедствий

- а) сигнал тревоги пожара.
- б) сигнал тревоги о стихиях.

Необходимость заранее проинформированности о предстоящей катастрофе и доставлены в безопасное место. Все электрические устройства должны быть отключены в этом случае.

#### 5.3.2 Меры по нейтрализации разрушений.

- а) нейтрализация местных пожаров должна начинаться работниками с использованием удобных пожарных средств, сразу после обнаружения пожаров должна быть пожарная охрана и эвакуация незаселенных в пожарной службе работников.
- б) устранение завалов и последствий наводнений должно осуществляться службами МЧС с возможным соединением добровольных помощников и коммунальных служб.

Стандартные требования – в приложении Б.



## 6 Экономическая эффективность проекта

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

Безопасность движения транспортных средств на высоких скоростях во многом определяется эффективностью и безопасностью тормозов.

Эффективность тормозного пути определяется определенной оценкой тормозного пути или временем в пути автомобиля до полного останова. Чем эффективнее эффект торможения, тем выше безопасная скорость, которую водитель может позволить, и тем выше скорость движения автомобиля по всему маршруту.

Основной задачей при разработке новой конструкции задних тормозов

является обеспечение надежной работы задних тормозов.

Предлагается поставить задние дисковые тормоза на место стандартных барабанных тормозов, который имеет ряд существенных преимуществ по сравнению со стандартным барабанным тормозом:

1. При нагревании свойства дисковых тормозов довольно стабильны, в то время как барабаны снижают эффективность;

2. Термостойкость дисков выше, особенно в связи с тем, что они лучше охлаждаются;

3. Более высокая эффективность торможения снижает тормозной путь;

4. Повышает чувствительность тормозов, улучшает информативность;

5. Время отклика уменьшается;

6. Просто заменить изношенные колодки, барабаны должны приложить усилия, чтобы соответствовать колодки, чтобы одеть барабаны;

7. Повышение температуры не влияет на качество посадки тормозных поверхностей. Расчет себестоимости проектной конструкции.

## 6.1 Расчет себестоимости проектной конструкции

Таблица 6.1 - Базовая калькуляция и исходные данные для расчета

Наименование	Обозначение	Ед.	Значение
Выпуск изделий в год	Vг.	Ш	120000
Страховой взнос в структуры ФОМС, ПФР, ФСС	Есц.	%	30
Расходы общие заводские	Ео.зав.	%	215
Коммерческие расходы	Ек.	%	5
Содержательные и эксплуатационные расходы на оборудование	Еоб.	%	194
Транспортные заготовительные расходы	Кт.зр.	%	1,45
Цеховые расходы	Ецх	%	183
Расходы на оснащение и инструменты	Еинс.	%	3
Рентабельность плана накопительного	Крнт.	%	30
Доплаты и выплаты не связанные с производством	Квп.	%	12
Премии и доплаты связанные с производством	Кпрм.	%	23
Возвратные отходы производства	Квт	%	1
Часовой тариф – 3 разряд	Ср3	ру	66,71
Часовой тариф – 4 разряд	Ср4	ру	72,24
Часовой тариф – 6 разряд	Ср6	ру	93,81
Образующие капитал инвестиции	Ки	%	0,065

Расходы на "Сырье и материалы" производится по формуле:

$$M = \underset{n_i = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100}\right)}{C_{M_i}} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_в}{100}\right) \quad (6.1)$$

где Цм – опт-я цена мат-ла i-го вида,руб.;

Qм – норм. расхс мат-ла i-го вида,кг.,м.;

Кт.зр – коэфф-т трансп.-загот-ых расх-в,%;

Кв – коэфф-т возвр-х отх.,%;

Таблица 6.2 – Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	кг	52,41	2,2	115,302
Сталь ШХ4 ГОСТ 801-78	кг	68,2	1,5	102,3
<b>Итого:</b>				217,60
Ктз		1,45		3,16
Квот		1		2,18
Всего				222,93

Таблица 6.3 – Расчет затрат на электроэнергию и газ.

Наименование материала	Ед.изм.	Цена за ед.,руб.	Норма расхода	Сумма ,руб.
Электроэнергия	Квт.ч	2,582	1,6	4,13
Газ	м3	1,35	0,6	0,81
<b>Итого:</b>				4,94
Ктз		1,45		0,07
Квот		1		0,05
Всего				5,06

$$M = 222.93 + 5.06 = 227.99$$

Расходы "Покупные изделия и полуфабрикаты" производится по формуле [8]:

$$\underset{n_i = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100}\right)}{P_u} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100}\right) \quad (6.2)$$

где Ци - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида,руб.;

ni - количество покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида,шт.;

Таблица 6.4 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование изделия	Цена,руб.	Кол-во,шт.	Сумма, руб.
Подшипник	78	2	156,00
Сальник	45	2	90,00
Комплект метизов	521,54	1	521,54
Винты крепления ступицы	4	3	12,00
Итого			3268,00
Ктз		1,45	47,39
Всего			3315,39

$$Pu = 3315.39$$

Расходы "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_T \cdot \left( 1 + \frac{K_{прм.}}{100} \right) \quad (6.3)$$

где  $Z_T$  – тариф. зараб. плата,руб.,которая рассчит-ся по формуле

$$Z_T = C_p \cdot t \quad (6.4)$$

где  $C_p$  - часовая тарифная ставка,руб.;

$T_i$  - трудоёмкость выполнения операции,час.;

$K_{прм}$  – коэфф-т прем. и доп., связ-х с раб-й на произв.,%.

Таблица 6.5 – Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд	Трудоемк.	Тарифн. Ставка,руб.	Зар.Пл. осн.
Заготовительная	3	0,178	66,71	11,87438
Токарная	4	0,187	72,24	13,50888
Фрезерная	4	0,134	72,24	9,68016
Термообработки	4	0,235	72,24	16,98
Шлифовальная	6	0,244	93,81	22,89
Всего				74,93
Премия			23	17,23
Заработная плата				92,16

$$Z_o = 92.16$$

Расходы "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$K_{вп} = 0.12$$

$$З_{доп.} = З_0 \cdot K_{вып.} \quad (6.5)$$

$$З_д = 92.16 \cdot 0.12 = 11.02 \quad (6.6)$$

где  $K_{вп}$  - коэфф-т доплат или выплат не связанных с работой на производстве, %.

Расходы "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$E_{с.н} = 0.3$$

$$C_{с.н} = (З_0 + З_д) \cdot E_{с.н} \quad (6.7)$$

$$C_{с.н} = (92.16 + 11.06) \cdot 0.3 = 30.97 \quad (6.8)$$

где  $E_{с.н}$  - коэфф-т отчислений в страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС, %;

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования выполняется по формуле:

$$E_{об} = 1.94$$

$$C_{с.об} = З_0 \cdot E_{обор} \quad (6.9)$$

$$C_{с.об} = 92.16 \cdot 1.94 = 178.79$$

где  $E_{об}$  - коэфф-т расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;

Расходы Цеховые расходы выполняется по формуле:

$$E_{цх} = 1.83$$

$$C_{цх} = 30 \cdot E_{цх} \quad (6.10)$$

$$C_{цх} = 92.16 \cdot 1.83 = 168.65$$

где  $E_{цх}$  – коэфф-т цех-х расх-в,%; [8]

Расходы Расходы на инструмент и оснастку выполняется по формуле:

$$E_{инс} = 0.03$$

$$C_{инс} = 30 \cdot E_{инс} \quad (6.11)$$

$$C_{инс} = 92.16 \cdot 0.03 = 2.76 \quad (6.12)$$

где  $E_{инс}$  – коэфф-т расх-в на INSTR-т и оснастку,%; [8]

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{ц.с.с.} = M + ПИ + 30 + C_{с.н} + 3\delta + C_{с.об} + C_{цх} + C_{инс} \quad (6.13)$$

$$C_{ц.с.с.} = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 30.97 + 11.06 + 178.79 + 168.65 + 2.76 = 4027.77$$

Расходы Общезаводские расходы выполняется по формуле:

$$E_{o.zav} = 2.15$$

$$C_{o.zav} = 30 \cdot E_{o.zav} \quad (6.14)$$

$$C_{o.zav} = 92.16 \cdot 2.15 = 198.14$$

где  $E_{o.zav}$  - коэфф-т общезаводских расходов,%; [8]

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{o.zav.c.c.} = C_{o.zav} + C_{ц.c.c.} \quad (6.15)$$

$$C_{o.zav.c.c.} = 198.14 + 4027.77 = 4225.92$$

Расходы Коммерческие расходы выполняется по формуле: [8]

$$E_k = 0.05$$

$$C_k = C_{o.zav.c.c.} \cdot E_{ком} \quad (6.16)$$

$$C_k = 4225.92 \cdot 0.05 = 211.3$$

где  $E_k$  - коэфф-т коммерческих расходов,%;

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле: [8]

$$C_{п.пр.} = C_{o.zav.c.c.} + C_{ком} \quad (6.17)$$

$$C_{п.пр.} = 4225.92 + 211.3 = 4437.21$$



Расчет отпускной цены для проектируемой конструкции выполняется по формуле:

$$K_{рнт} = 0.3$$

$$C_{п.пр.} = 4437.21$$

$$Цот_{.пр.} = C_{пол.пр.} \cdot (1 + K_{рент}) \quad Цот_{.пр.} = 5768.38 \quad (6.18)$$

где  $K_{рнт}$  – коэфф-т рент-ти и план-х накопл-й, %; [8]

Таблица 6.5 – Сравнение себестоимостей стандартной и проектной констр-ии.

Названия критериев	Обозн-е	Расх. на е.из.(станд.)	Расх. на е.из.(пр-т)
Основные материалы	М	198,70	227,99
Комплектующие изделия	Пи	3201,10	3315,39
Заработная плата	Зо	91,40	92,16
Дополнительная зар.плата	Зд	10,97	11,06
Страховой взнос в ПФР, ФОМС,	Сс.н.	30,71	30,97
Содержательные и экспл.	Сс.обор	177,32	178,79
Цеховые расходы	Сцх	167,26	168,65
Расходы на оснащение и INSTR.	Синс	2,74	2,76
Себестоимость по цеху	Сц.с.с.	3880,20	4027,77
Общие заводские расходы	Со.зав	196,51	198,14
Себестоимость по заводу	Со.зав.с.с.	4076,71	4225,92
Коммерч. расходы	Ск	203,84	211,30
Себестоимость	Спол	4280,54	4437,21
Цена	Цот	5768,38	5768,38

## 6.2 .Расчет точки безубыточности

Определение переменных затрат на единицу изделия:

$$Зперуд = M + Пu + Зо + Зд + C_{с.н} \quad (6.19)$$

$$Зперуд = 227.99 + 3315.39 + 92.16 + 11.06 + 30.97 = 3677.56$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Зпер = Зперуд \cdot V_2 \quad V_{год} = 120000 \quad (6.20)$$

$$Зпер = 3677.56 \cdot 120000 = 441307795.2$$

Определение постоянных затрат на единицу изделия:

Амортизационные отчисления,руб. :

$$НА = 13$$

$$A_{м.у} = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot НА}{100} \quad (6.21)$$

$$A_{м.у} = ((178.79 + 2.76) \cdot 13) / 100 = 23.6$$

здесь НА - доля амортизационных отчислений,%;

$$Зпос.у = \frac{(C_{с.об} + C_{инс}) \cdot (100 - НА)}{100} + C_{цх} + C_{о.зав} \dots + C_{к} + A_{м.у} \quad (6.22)$$

$$Зпос.у = ((178.79 + 2.76) \cdot (100 - 13)) / 100 + 168.65 + 198.14 + 211.3 + 23.6 = 759.65$$

на годовую программу выпуска:

$$Z_{no.} = Z_{noc.y} \cdot V_2 \quad (6.23)$$

$$Z_{no.} = 759.65 \cdot 120000 = 91157741.76$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{пол.г.} = C_{пол.пр.} \cdot V_2 \quad (6.24)$$

$$C_{пол.г.} = 4437.21 \cdot 120000 = 532465536.96$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выр = Ц_{от.пр.} \cdot V_2 \quad (6.25)$$

$$Выр = 5768.38 \cdot 120000 = 692205198.05$$

Расчет маржинального дохода:

$$Дмрж = Выр - Z_{пер} \quad (6.26)$$

$$Дмрж = 692205198.05 - 441307795.2 = 250897402.85$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{крит.} = \frac{Z_{no.}}{Ц_{от.пр.} - Z_{перуд}} \quad (6.27)$$

$$A_{крит.} = 91157741.76 / (5768.38 - 3677.56) = 43599.21 \sim 43600$$

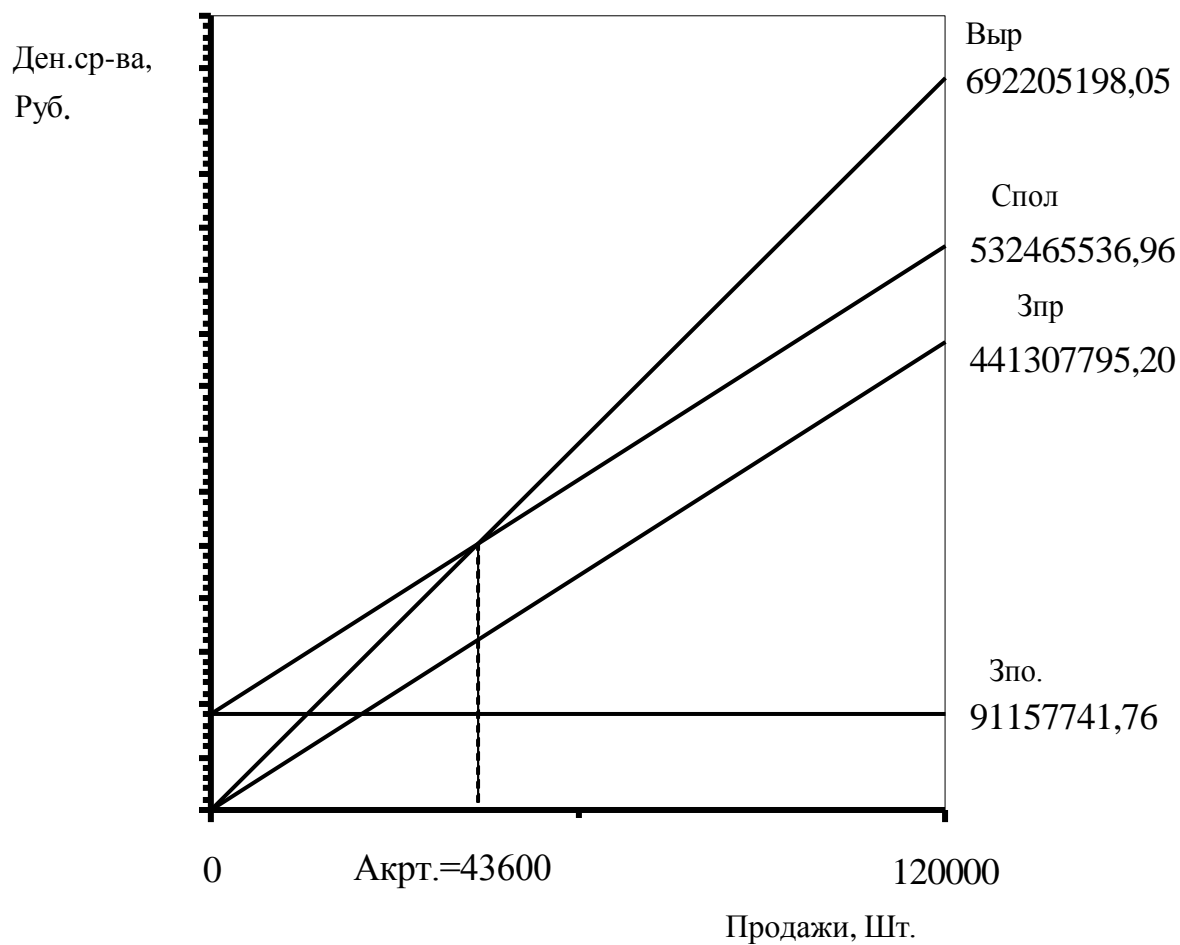


Рисунок 6.1 - График точки безубыточности.

### 6.3 Расчет коммерческой эффективности

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

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

$$\begin{aligned} A_{крт} &= 43600 & V_2 &= 120000 & V_{МК} &= V_2 & n &= 6 \\ \Delta &= \frac{V_{МАК} - A_{КРИТ}}{n - 1} & & & & & & (6.28) \\ \Delta &= 15280 & & & & & & \end{aligned}$$

Для определения чистого дохода необходима рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$Ц_{от} = Ц_{от.пр.}$$

$$Ц_{от} = 5768.38$$

$$V_{прод1} = A_{крт} + \Delta \quad (6.29)$$

$$V_{пр1} = 43600 + 15280 = 58880 \quad (6.30)$$

$$V_{пр2} = A_{крт} + 2\Delta \quad (6.31)$$

$$V_{пр2} = 74160$$

$$V_{пр3} = A_{крт} + 3\Delta \quad (6.32)$$

$$V_{пр3} = 89440$$

$$V_{пр4} = A_{крт} + 4\Delta \quad (6.33)$$

$$V_{пр4} = 104720$$

$$V_{пр5} = A_{крт} + 5\Delta \quad (6.34)$$

$$V_{пр5} = 120000$$

Выр по годам:

$$Выр_1 = Цот \cdot Vnp_1 \quad (6.35)$$

$$Выр_1 = 5768.38 \cdot 58880 = 339642017.18 \quad (6.36)$$

$$Выр_2 = Цот \cdot Vnp_2 \quad (6.37)$$

$$Выр_3 = Цот \cdot Vnp_3 \quad Выр_2 = 427782812.39 \quad (6.38)$$

$$Выр_4 = Цот \cdot Vnp_4 \quad Выр_3 = 515923607.61 \quad (6.39)$$

$$Выр_5 = Цот \cdot Vnp_5 \quad Выр_4 = 604064402.83 \quad (6.40)$$

$$Выр_5 = 692205198.05$$

Переменные затраты по годам(определяется для базового и проектного вариантов.

для базового варианта:

$$M = 198.7 \quad Пу = 3201.1 \quad Зо = 91.40 \quad Зд = 10.97 \quad Сс = 30.71$$

$$Зперудб = M + Пу + Зо + Зд + Сс \quad (6.41)$$

$$Зперудб = 3532.88$$

$$Зперб1 = Зперудб \cdot Vnp_1 \quad (6.42)$$

$$Зперб1 = 3532.88 \cdot 58880 = 208015974.40 \quad (6.43)$$

$$Зперб2 = Зперудб \cdot Vnp2 \quad (6.44)$$

$$Зперб2 = 261998380.80$$

$$Зперб3 = Зперудб \cdot Vnp3 \quad (6.45)$$

$$Зперб3 = 315980787.20$$

$$Зперб4 = Зперудб \cdot Vnp4 \quad (6.46)$$

$$Зперб4 = 369963193.60$$

$$Зперб5 = Зперудб \cdot Vnp5 \quad (6.47)$$

$$Зперб5 = 423945600.00$$

для проектного варианта:

$$Зперудпр = Зперуд \quad (6.48)$$

$$Зперудпр = 3677.56$$

$$Зперпр1 = Зперудпр \cdot Vnp1 \quad (6.49)$$

$$Зперпр1 = 3677.56 \cdot 58880 = 216535024.84 \quad (6.50)$$

$$Зперпр2 = Зперудпр \cdot Vnp2 \quad (6.51)$$

$$Зперпр2 = 272728217.43$$

$$Зперпр3 = Зперудпр \cdot Vnp3 \quad (6.52)$$

$$Зперпр3 = 328921410.02$$

$$Зперпр4 = Зперудпр \cdot Vnp4 \quad (6.53)$$

$$Зперпр4 = 385114602.61$$

$$Зперпр5 = Зперудпр \cdot Vnp5 \quad (6.54)$$

$$Зперпр5 = 441307795.20$$

Постоянные затраты для базового варианта.

$$C_{с.об.} = 177.32 \quad C_{цх.} = 167.26 \quad C_{инс.} = 2.74$$

$$C_{об.зав.} = 196.51 \quad C_{к.} = 203.84$$

$$Зно.уб = C_{с.об.} + C_{инс.} + C_{цх.} + C_{об.зав.} + C_{к.} \quad (6.55)$$

$$Зно.б = Знос.уб \cdot V_{год} \quad Знос.уб = 747.67$$

$$Зно.б = 747.67 \cdot 120000 = 89720400 \quad (6.56)$$

Постоянные затраты для проектного варианта.

$$Зно.пр = Зно.$$

$$Зно.пр = 91157741.76 \quad (6.57)$$

Амортизация (определяется для проектного варианта).

$$A_{м.у} = 23.6$$

$$A_{м.} = A_{м.у} \cdot V_2 \quad (6.58)$$

$$A_{м.} = 23.6 \cdot 120000 = 2832261.12 \quad (6.59)$$



Полная себестоимость по годам.

для проектного варианта:

$$Зн.пр1 = Зно.пр + Зперпр1 \quad (6.60)$$

$$Зн.пр1 = 91157741.76 + 216535024.84 = 307692766.6 \quad (6.61)$$

$$Зн.пр2 = Зно.пр + Зперпр2 \quad (6.62)$$

$$Зн.пр2 = 363885959.19$$

$$Зн.пр3 = Зно.пр + Зперпр3 \quad (6.63)$$

$$Зн.пр3 = 420079151.78$$

$$Зн.пр4 = Зно.пр + Зперпр4 \quad (6.64)$$

$$Зн.пр4 = 476272344.37$$

$$Зн.пр5 = Зно.пр + Зперпр5 \quad (6.65)$$

$$Зн.пр5 = 532465536.96$$

для базового варианта:

$$Зн.б1 = Зно.б + Зперб1 \quad (6.66)$$

$$Зн.б1 = 89720400 + 208015974.4 = 297736374.4 \quad (6.67)$$

$$Зн.б2 = Зно.б + Зперб2 \quad (6.68)$$

$$Зн.б2 = 351718780.8$$

$$Зн.б3 = Зно.б + Зперб3 \quad (6.69)$$

$$Зн.б3 = 405701187.2 \quad (6.70)$$

$$Зн.б4 = Зно.б + Зперб4 \quad (6.71)$$

$$Зн.б4 = 459683593.6$$

$$Зн.б5 = Зно.б + Зперб5 \quad (6.72)$$

$$Зн.б5 = 513666000$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

для проектного варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зн.}_{\text{пр1}} \quad (6.73)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.1}} = 339642017.18 - 307692766.6 = 31949250.57$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зн.}_{\text{пр2}} \quad (6.74)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.2}} = 63896853.2$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = \text{Выр}_3 - \text{Зн.}_{\text{пр3}} \quad (6.75)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.3}} = 95844455.83$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = \text{Выр}_4 - \text{Зн.}_{\text{пр4}} \quad (6.76)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.4}} = 127792058.46$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = \text{Выр}_5 - \text{Зн.}_{\text{пр5}} \quad (6.77)$$

$$\text{Проб.}_{\text{пр.5}} = 159739661.09$$

для базового варианта:

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = \text{Выр}_1 - \text{Зн.}_{\text{б1}} \quad (6.78)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.1}} = 339642017.18 - 297736374.4 = 41905642.78$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = \text{Выр}_2 - \text{Зн.}_{\text{б2}} \quad (6.79)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.2}} = 76064031.59$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = \text{Выр}_3 - \text{Зн.}_{\text{б3}} \quad (6.80)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.3}} = 110222420.41$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = \text{Выр}_4 - \text{Зн.}_{\text{б4}} \quad (6.81)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.4}} = 144380809.23$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = \text{Выр}_5 - \text{Зн.}_{\text{б5}} \quad (6.82)$$

$$\text{Проб.}_{\text{б.5}} = 178539198.05$$

Налог на прибыль - 20% от налогооблагаемой прибыли по годам.

для проектного варианта:

$$H_{n1} = \text{Проб.}_{np.1} \cdot 0.20 \quad (6.83)$$

$$H_{n1} = 31949250.57 \cdot 0.20 = 6389850.11$$

$$H_{n2} = \text{Проб.}_{np.2} \cdot 0.20 \quad (6.84)$$

$$H_{n2} = 12779370.64$$

$$H_{n3} = \text{Проб.}_{np.3} \cdot 0.20 \quad (6.85)$$

$$H_{n3} = 19168891.17$$

$$H_{n4} = \text{Проб.}_{np.4} \cdot 0.20 \quad (6.86)$$

$$H_{n4} = 25558411.69$$

$$H_{n5} = \text{Проб.}_{np.5} \cdot 0.20 \quad (6.87)$$

$$H_{n5} = 31947932.22$$

для базового варианта:

$$H_{б1} = \text{Проб.}_{б.1} \cdot 0.20 \quad (6.88)$$

$$H_{б1} = 41905642.78 \cdot 0.20 = 8381128.56$$

$$H_{б2} = \text{Проб.}_{б.2} \cdot 0.20 \quad (6.89)$$

$$H_{б3} = \text{Проб.}_{б.3} \cdot 0.20 \quad (6.90)$$

$$H_{б2} = 15212806.32$$

$$H_{б4} = \text{Проб.}_{б.4} \cdot 0.20 \quad (6.91)$$

$$H_{б3} = 22044484.08$$

$$H_{б5} = \text{Проб.}_{б.5} \cdot 0.20 \quad (6.92)$$

$$H_{б4} = 28876161.85$$

$$H_{б5} = 35707839.61$$

Прибыль чистая по годам.

для проектного варианта:

$$Прчпр_1 = Проб.пр.1 - Нн1 \quad (6.93)$$

$$Прчпр_1 = 31949250.57 - 6389850.11 = 25559400.46$$

$$Прчпр_2 = Проб.пр.2 - Нн2 \quad (6.94)$$

$$Прчпр_2 = 51117482.56$$
$$Прчпр_3 = Проб.пр.3 - Нн3 \quad (6.95)$$

$$Прчпр_3 = 76675564.66$$
$$Прчпр_4 = Проб.пр.4 - Нн4 \quad (6.96)$$

$$Прчпр_4 = 102233646.77$$
$$Прчпр_5 = Проб.пр.5 - Нн5 \quad (6.97)$$

$$Прчпр_5 = 127791728.87$$

для базового варианта:

$$Прчб_1 = Проб.б.1 - Нб1 \quad (6.98)$$

$$Прчб_1 = 41905642.78 - 8381128.56 = 33524514.22$$

$$Прчб_2 = Проб.б.2 - Нб2 \quad (6.99)$$
$$Прчб_2 = 60851225.27$$

$$Прчб_3 = Проб.б.3 - Нб3 \quad (6.100)$$
$$Прчб_3 = 88177936.33$$

$$Прчб_4 = Проб.б.4 - Нб4 \quad (6.101)$$
$$Прчб_4 = 115504647.38$$

$$Прчб_5 = Проб.б.5 - Нб5 \quad (6.102)$$
$$Прчб_5 = 142831358.44$$

Расчет общественного эффекта

Расчет экономии от снижения аварийности.

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

$$L_i = L_{cp} \cdot V_{np_i}$$

где  $L_{cp}$  - величина пробега среднестатистического автомобиля до списания, км;

$L_i$  - величина пробега реализованных в  $i$  - м году автомобилей, км;

$V_{np_i}$  - объем реализации автомобилей в  $i$  - м году, шт;

$$L_{cp} = 20000$$

$$L_1 = L_{cp} \cdot V_{np_1} \tag{6.103}$$

$$L_1 = 20000 \cdot 58880 = 1177600000 \tag{6.104}$$

$$L_2 = L_{cp} \cdot V_{np_2} \quad L_2 = 1483200000 \tag{6.105}$$

$$L_3 = L_{cp} \cdot V_{np_3} \quad L_3 = 1788800000 \tag{6.106}$$

$$L_4 = L_{cp} \cdot V_{np_4} \quad L_4 = 2094400000 \tag{6.107}$$

$$L_5 = L_{cp} \cdot V_{np_5} \quad L_5 = 2400000000 \tag{6.108}$$

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

$$\text{Ч}_{pi} = \frac{L_i}{\text{ДТПр}} \quad \begin{array}{l} \text{ДТПр} = 380000 \\ \text{ДТПс} = 1400000 \end{array} \tag{6.109}$$

где  $\text{Ч}_{pi}$  - возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел;

$$\chi_{p1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_p} \quad (6.110)$$

$$\chi_{p1} = \frac{1177600000}{380000} = 3098.95 \quad (6.111)$$

$$\chi_{p2} = \frac{L_2}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p2} = 3903.16 \quad (6.112)$$

$$\chi_{p3} = \frac{L_3}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p3} = 4707.37 \quad (6.113)$$

$$\chi_{p4} = \frac{L_4}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p4} = 5511.58 \quad (6.114)$$

$$\chi_{p5} = \frac{L_5}{\text{ДТП}_p} \quad \chi_{p5} = 6315.79 \quad (6.115)$$

$$\chi_{ci} = \frac{L_i}{\text{ДТП}_c} \quad (6.116)$$

где  $\chi_{ci}$  - возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел;

$$\chi_{c1} = \frac{L_1}{\text{ДТП}_c} \quad (6.117)$$

$$\chi_{c1} = \frac{1177600000}{1400000} = 841.14 \quad (6.118)$$

$$\chi_{c2} = \frac{L_2}{\text{ДТП}_c} \quad \chi_{c2} = 1059.43 \quad (6.119)$$

$$\chi_{с3} = \frac{L_3}{ДТПс} \quad \chi_{с3} = 1277.71 \quad (6.120)$$

$$\chi_{с4} = \frac{L_4}{ДТПс} \quad \chi_{с4} = 1496 \quad (6.121)$$

$$\chi_{с5} = \frac{L_5}{ДТПс} \quad \chi_{с5} = 1714.29 \quad (6.122)$$

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

$$\chi_{рм.i} = \chi_{рi} \cdot K_{ст}, \text{ чел} \quad (6.123)$$

где  $K_{ст}$  - доля статистических травм людей попавших в ДТП

$$K_{ст} = 0.85$$

$$\chi_{рм1} = \chi_{р1} \cdot K_{ст} \quad (6.123)$$

$$\chi_{рм1} = 3098.95 \cdot 0.85 = 2634.11$$

$$\chi_{рм2} = \chi_{р2} \cdot K_{ст} \quad \chi_{рм2} = 3317.68 \quad (6.124)$$

$$\chi_{рм3} = \chi_{р3} \cdot K_{ст} \quad \chi_{рм3} = 4001.26 \quad (6.125)$$

$$\chi_{рм4} = \chi_{р4} \cdot K_{ст} \quad \chi_{рм4} = 4684.84 \quad (6.126)$$

$$\chi_{рм5} = \chi_{р5} \cdot K_{ст} \quad \chi_{рм5} = 5368.42 \quad (6.127)$$

$$\chi_{смi} = \chi_{си} \cdot K_{сс}$$

где  $K_{cc}$  - доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма базового автомобиля

$$K_{cc} = 0.75$$

$$Ч_{см1} = Ч_{с1} \cdot K_{cc} \quad (6.128)$$

$$Ч_{см1} = 841.14 \cdot 0.75 = 630.86$$

$$Ч_{см2} = Ч_{с2} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см2} = 794.57 \quad (6.129)$$

$$Ч_{см3} = Ч_{с3} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см3} = 958.29 \quad (6.130)$$

$$Ч_{см4} = Ч_{с4} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см4} = 1122 \quad (6.131)$$

$$Ч_{см5} = Ч_{с5} \cdot K_{cc} \quad Ч_{см5} = 1285.71 \quad (6.132)$$

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека.

$$\Delta Нд = \frac{Пр}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \quad (6.133)$$

где  $\Delta Нд$  – потери национального дохода в результате гибели одного человека

$Пр$  – прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб.;

$Ч_{тн}$  – количество трудоспособного населения, млн.чел.;

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

$L_2$  – пенсионный возраст.

$$Пр = 85.44 \cdot 10^8 \quad L_1 = 35 \quad (6.134)$$



$$Ч_{тн} = 75000000 \qquad L_2 = 60 \qquad (6.135)$$

$$\Delta H\partial = \frac{Pr}{Ч_{тн}} \cdot (L_2 - L_1) \qquad (6.136)$$

$$\Delta H\partial = 2848$$

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести:

Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней;

Тяжелые ранения – телесные повреждения, вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %;

Смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

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

Расчет общественного эффекта сводим в таблицу.

Число пострадавших и число смертей до мероприятия заполняем исходя из выше приведенного расчета.

Число пострадавших после мероприятия исходя из статистических данных снижается на 80 %, число смертельных случаев на 90 %.

Таблица 6.6 - 1-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	2634	527	2107			
Легкие	71%	1870	374	1496	0,028	6586	275895
Тяжелые	29%	764	153	611	0,56	6586	2253790
Смертельные		630	63	567	1	6586	3734262
Итого:							6263947

$$Э_{дтп1} = 6263947$$

Таблица 6.7 - 2-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	3317	663	2654			
Легкие	71%	2355	471	1884	0,028	6586	347435
Тяжелые	29%	962	192	770	0,56	6586	2838201
Смертельные		794	79	715	1	6586	4706356
Итого:							7891992

$$Э_{дтп2} = 7891992$$

Таблица 6.8 - 3-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4001	800	3201			
Легкие	71%	2841	568	2273	0,028	6586	419079,72
Тяжелые	29%	1160	232	928	0,56	6586	3423468,13
Смертельные		958	96	862	1	6586	5678449,2
Итого:							9520997

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}3} = 9520997$$

Таблица 6.9 - 4-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, тыс.	Экономия по группам ранений, тыс.руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	4684	937	3747			
Легкие	71%	3326	665	2661	0,028	6586	490619,7
Тяжелые	29%	1358	272	1087	0,56	6586	4007879
Смертельные		1122	112	1010	1	6586	6650543
Итого:							11149042

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}4} = 11149042$$

Таблица 6.10 - 5-й год

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб
		До мероприятия	После мероприятия				
Ранения	100%	5368	1074	4294			
Легкие	71%	3811	762	3049	0,028	6586	562264,4
Тяжелые	29%	1557	311	1245	0,56	6586	4593146
Смертельные		1285	129	1157	1	6586	7616709
Итого:							12772119

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}5} = 12772119$$

Следовательно текущий чистый доход (накопление сальдо) по годам составит:

$$\mathcal{ЧД1} = \text{Прчпр}_1 - \text{Прчб}_1 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}1} \quad (6.137)$$

$$\mathcal{ЧД1} = 25559400.46 - 33524514.22 + 2832261.12 + 6263947 = 1131094.36$$

$$\mathcal{ЧД2} = \text{Прчпр}_2 - \text{Прчб}_2 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}2} \quad (6.138)$$

$$\mathcal{ЧД2} = 990510.41$$

$$\mathcal{ЧД3} = \text{Прчпр}_3 - \text{Прчб}_3 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}3} \quad (6.139)$$

$$\mathcal{ЧД3} = 850886.45$$

$$\mathcal{ЧД4} = \text{Прчпр}_4 - \text{Прчб}_4 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}4} \quad (6.140)$$

$$\mathcal{ЧД4} = 710302.5$$

$$\mathcal{ЧД5} = \text{Прчпр}_5 - \text{Прчб}_5 + A_{\text{м.}} + \mathcal{E}_{\text{дтп}5} \quad (6.141)$$

$$\mathcal{ЧД5} = 564750.55$$

Дисконтирование денежного потока.

$$E_{cm} = 10$$

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{cmi})^t} \quad (6.142)$$

где  $E_{cmi}$  - проц-я ставка на капитал;

$t$  - год приведения затрат и результатов;

$$\alpha_1 = 0.909 \quad \alpha_2 = 0.826 \quad \alpha_3 = 0.753 \quad \alpha_4 = 0.683 \quad \alpha_5 = 0.621$$

Далее рассчитывается чистый дисконтированный поток реальных денег по формуле:

$$ЧПД1 = ЧД1 \cdot \alpha_1 \quad (6.143)$$

$$ЧПД1 = 1131094.36 \cdot 0.909 = 1028164.77$$

$$ЧПД2 = ЧД2 \cdot \alpha_2 \quad (6.144)$$

$$ЧПД2 = 818161.59$$

$$ЧПД3 = ЧД3 \cdot \alpha_3 \quad (6.145)$$

$$ЧПД3 = 640717.5$$

$$ЧПД4 = ЧД4 \cdot \alpha_4 \quad (6.146)$$

$$ЧПД4 = 485136.61$$

$$ЧПД5 = ЧД5 \cdot \alpha_5 \quad (6.147)$$

$$ЧПД5 = 350710.09$$

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma \text{ЧПД} = \text{ЧПД}_1 + \text{ЧПД}_2 + \text{ЧПД}_3 + \text{ЧПД}_4 + \text{ЧПД}_5 \quad (6.148)$$

$$\Sigma \text{ЧПД} = 3322890.57$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = Z_{n.\text{пр}1} + Z_{n.\text{пр}2} + Z_{n.\text{пр}3} + Z_{n.\text{пр}4} + Z_{n.\text{пр}5} \quad (6.149)$$

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = 307692766.6 + 363885959.19 + 514923364.71 + 476272344.37 \dots \\ + 532465536.96$$

$$\Sigma C_{\text{пол.пр.}} = 2100395758.91$$

$$K_{u.} = 0.00065$$

$$I = K_{u.} \cdot \Sigma C_{\text{пол.пр.}} \quad (6.150)$$

$$I = 0.00065 \cdot 2100395758.91 = 1365257.24$$

Чистый дисконтированный доход.

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧПД} - I \quad (6.151)$$

$$\text{ЧДД} = 3322890.57 - 2625494.7 = 697395.87$$

Индекс доходности.

$$ID = \frac{\text{ЧДД}}{I} \quad (6.152)$$

$$ID = \frac{697395.87}{2625494.7} = 1.43$$

Срок окупаемости проекта.

$$T_{ок} = \frac{I}{ЧДД} \quad (6.153)$$

$$T_{ок} = \frac{2625494.7}{697396.87} = 0.7$$

Облагаемый  
доход, т. руб.

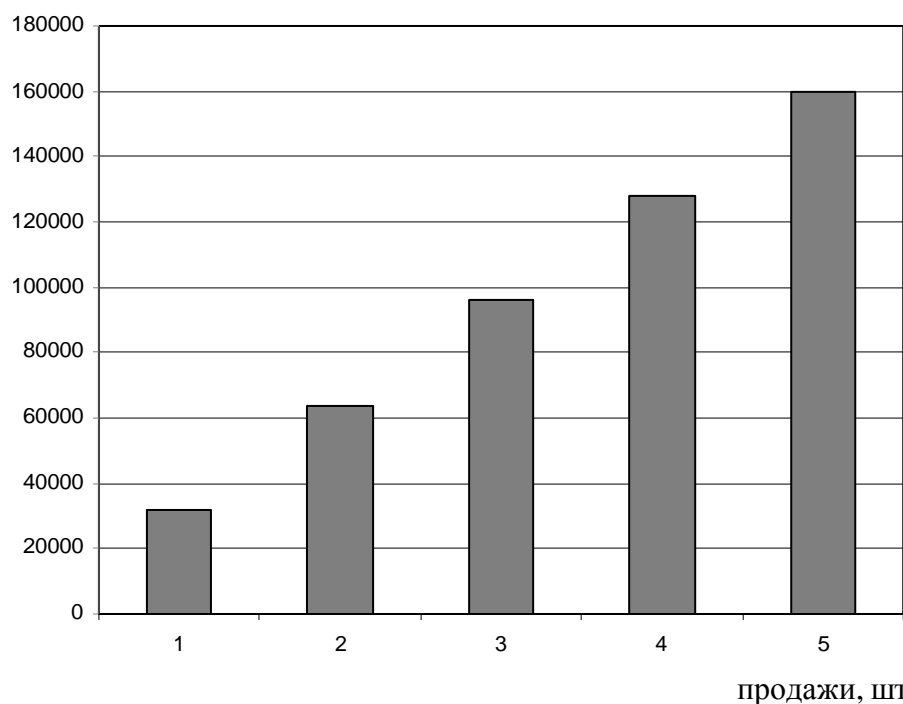


Рисунок 6.2 - График облагаемого дохода от продаж

## Выводы и рекомендации.

Наращивание количества автомашин на дорогах населенных пунктов и наращивание интенсивности уличного движения настоятельно требует большого внимания к надежной работе всех узлов и механизмов автомашины. Современные скорости перемещения автотранспортных средств и все больше увеличивающаяся напряженность уличного движения настоятельно требует повышенного внимания к защищенности участников движения. В случае появления аварийной истории увеличенные требования предъявляются к составляющим, обеспечивающим функциональную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) защищенность автомашины. Надежная работа тормозной системы находится в зависимости от системы (удовлетворяющей всем притязаниям и правилам государств, где автомашину эксплуатируется). Поэтому целью данного раздела является обеспечение сборки узлов тормозной системы автомобиля и исключаяющей вероятности возникновения брака. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данного дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы переднеприводного автомобиля 2-го класса, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

В данном экономическом отделе дипломного проекта расчетные показатели развитой конструкции задних тормозов показали, что их стоимость выше базовой конструкции, но благодаря улучшенному свойству тормозной системы, повышается управляемость и безопасность автомобиля и в результате снижения скорости ДТП. Поэтому расчет общественного эффекта-сбережения был сделан из снижения потребности, из которого можно сделать вывод о целесообразности проектирования задних тормозных механизмов, так



как этот проект имеет положительный экономический эффект.

Точка безубыточности продаж равна объему 43600 штук, то есть. в этом объеме продаж компания покрывает свои расходы, а при плановом выпуске 120000 штук. компания имеет чистый дисконтированный доход (с учетом инвестиционных инвестиций)

1957633.32 рублей.

Из всех рассматриваемых коэффициентов приемлемым для принятия решения инвестиционного характера является абсолютный показатель ПДД.

Поскольку чистый эффект (чистый дисконтированный доход SDA) является положительным, проект является эффективным.

Индекс доходности составляет  $1,43 > 1$ , что характеризует этот проект как немного рискованный и прибыльный.

Вложенные инвестиции окупятся менее чем за год.

Анализируя результаты расчетов показателей эффективности внедрения разработанной конструкции, можно сделать вывод о целесообразности его реализации в производстве.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта была осуществлена модернизация тормозной системы для автомобиля ВАЗ-2170.

Пояснительная записка к дипломному проекту содержит следующие разделы:

- Введение. В этом разделе описывается развитие автомобилестроения.
- Состояние вопроса. Описывается назначение разрабатываемого узла и его возможные конструкторские решения.
- Конструкторская часть. Содержит расчёты тяговой динамики автомобиля и конструкторские расчёты деталей узла.
- Технологическая часть. Разработка технологической схемы сборки.
- Безопасность и экологичность объекта. Мероприятия по технике безопасности на производстве и инженерные расчёты помещения.
- Эффективность проекта. В разделе определяется экономическая эффективность, разрабатываемого проекта.

Результатом проведенной работы является модернизация тормозной системы автомобиля ВАЗ-2170, а именно, задних тормозных механизмов, используемых в настоящее время на серийных переднеприводных автомобилях 2-го класса выпускаемых ПАО«АвтоВАЗ». В данном дипломном проекте предлагается установка задних дисковых тормозных механизмов в место стандартных барабанных механизмов.

Данное техническое решение позволяет улучшить тормозные качества автомобиля практически без изменения компоновки автомобиля. Для унификации производства, снизить себестоимость изготовления и избежать затруднений в обеспечении некоторыми запасными частями, за базовую конструкцию взят передний тормозной механизм устанавливаемый в настоящее время.

Представленная работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобилестроения. Применение задних дисковых тормозных механизмов на серийном автомобиле позволит существенно повысить управляемость автомобиля и как

следствие его безопасность, особенно в городском режиме движения, что приведёт к большой конкурентоспособности автомобиля ВАЗ- 2170.

Разработанную модернизацию тормозной системы предлагается использовать на серийных автомобилях семейства ВАЗ- 2170.

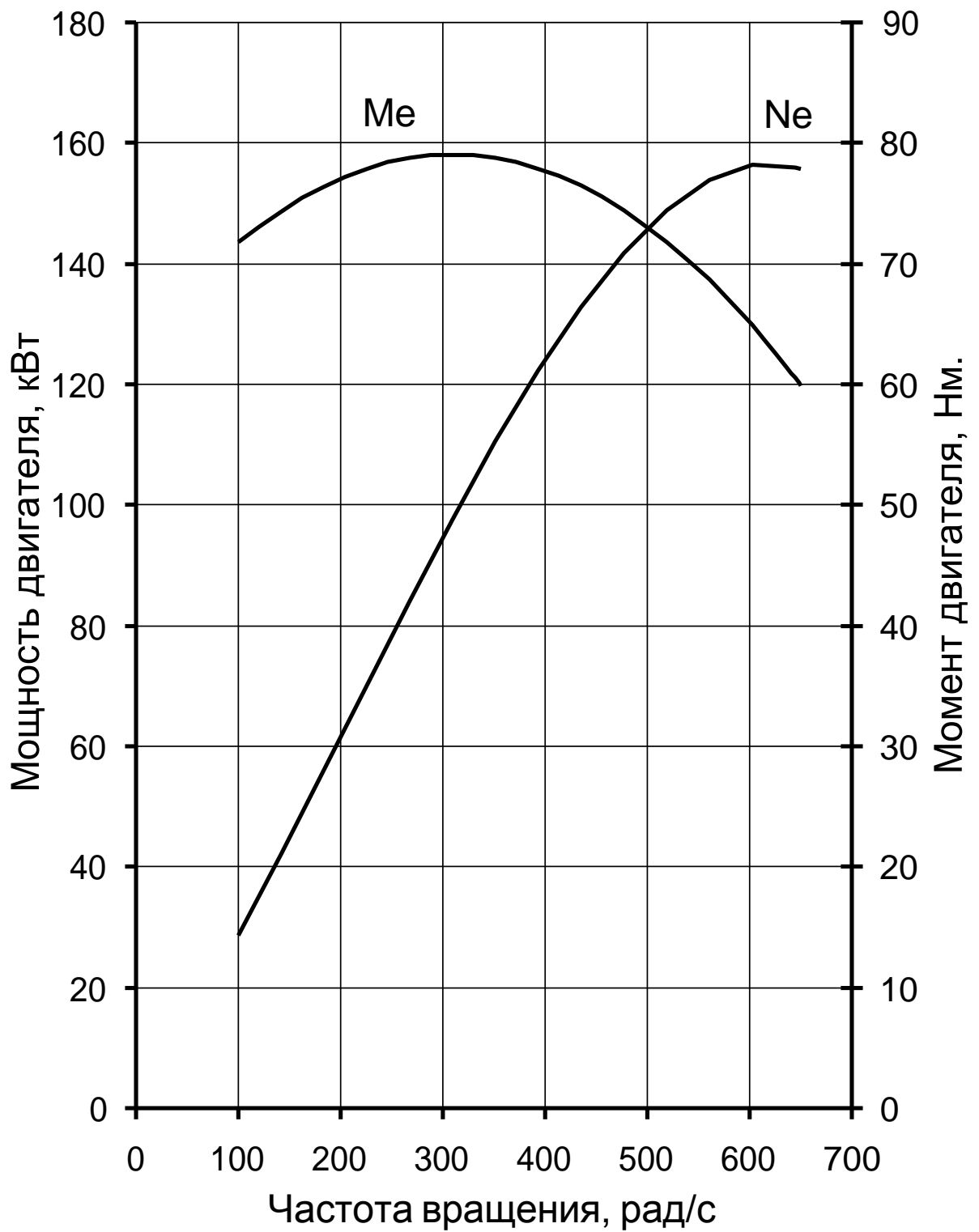
## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
- 3.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.
- 3.Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
- 4.Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
- 5.Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
- 6.«Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления» Тольятти 1988. - 35 с.
- 7.Горина, Л.Н. « Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2003. – 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.Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. «Краткий автомобильный справочник» - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
- 11.Гришкевич, А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
- 13.Малкин, В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
- 13.Лысов, М.И. «Машиностроение» / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1973.–233 с.
- 14.Осепчугов, В.В.; «Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета» / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.

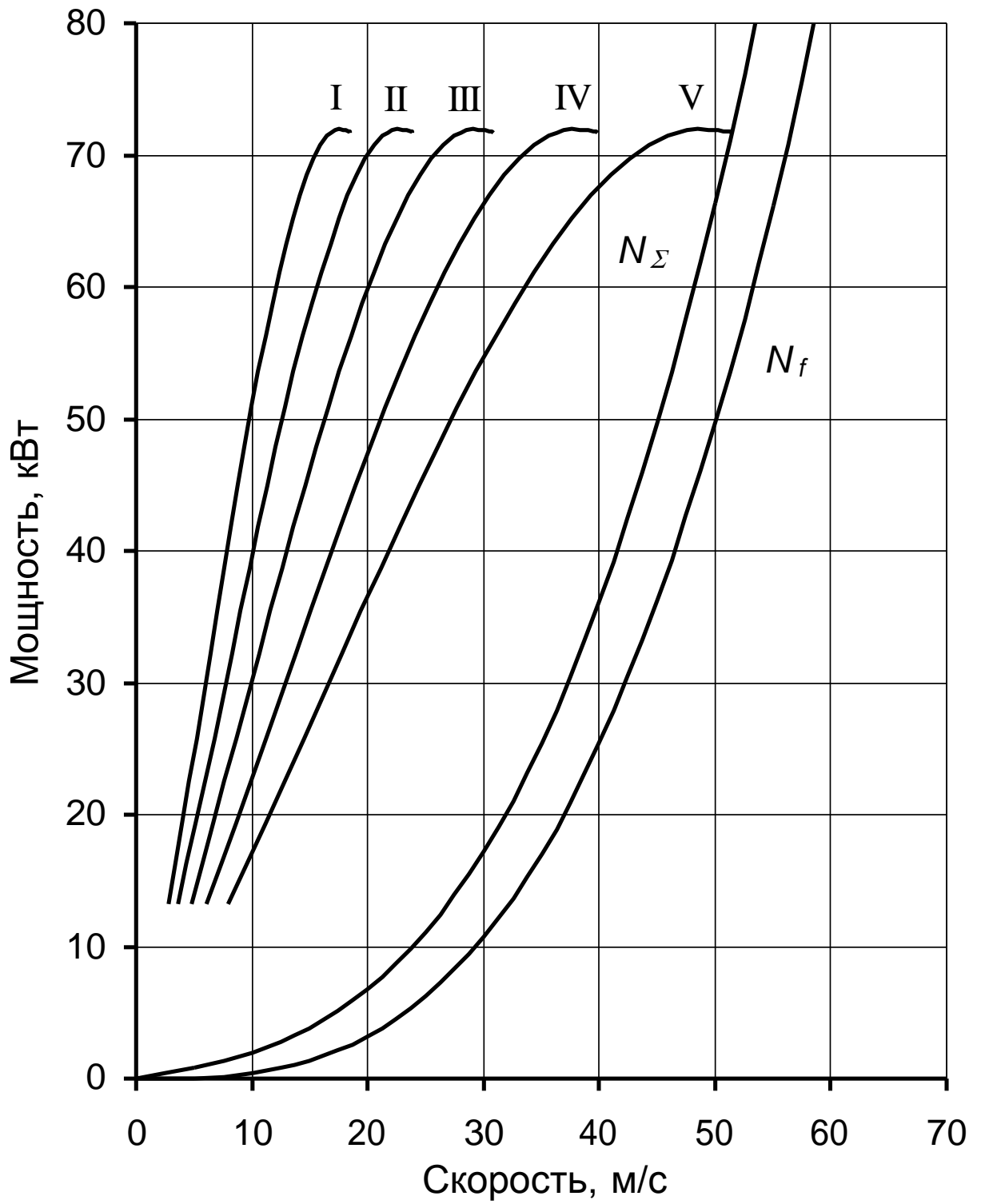
15. Писаренко, Г.С. «Справочник по сопротивлению материалов» / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
17. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
19. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан; - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
20. Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин; - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car / 2004.
23. Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Gear box Control Design for Vehicles / 2010.
23. Colin Campbell. Automobile Gear box / 2013.
24. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2013. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
25. Dainius, L., Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. – 2 p.
26. Catalin, A., Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / A. Catalin, V. Totu Ingeniería e Investigación, 2016. – 1 p.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

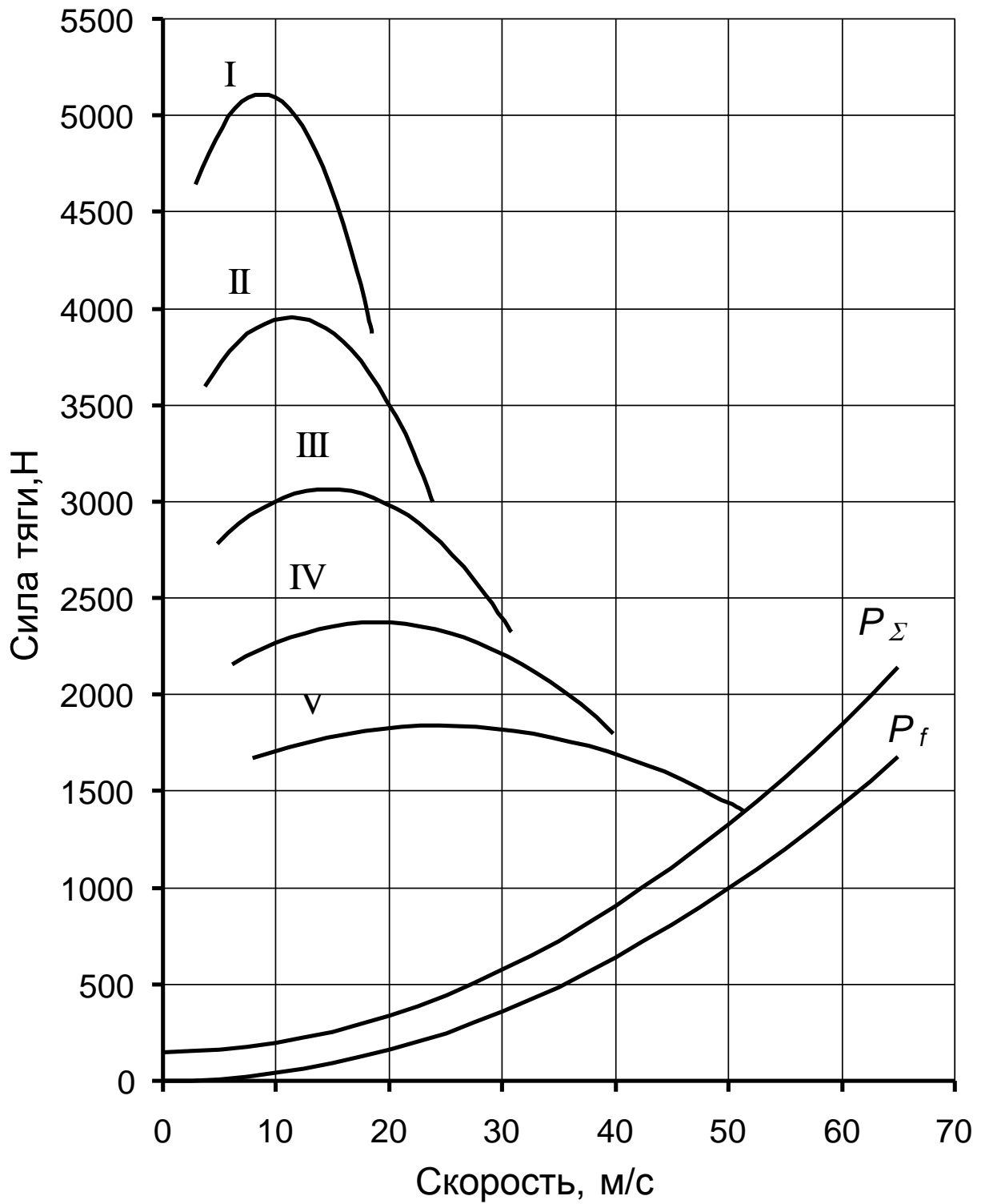
## Внешняя скоростная характеристика



# Баланс мощностей

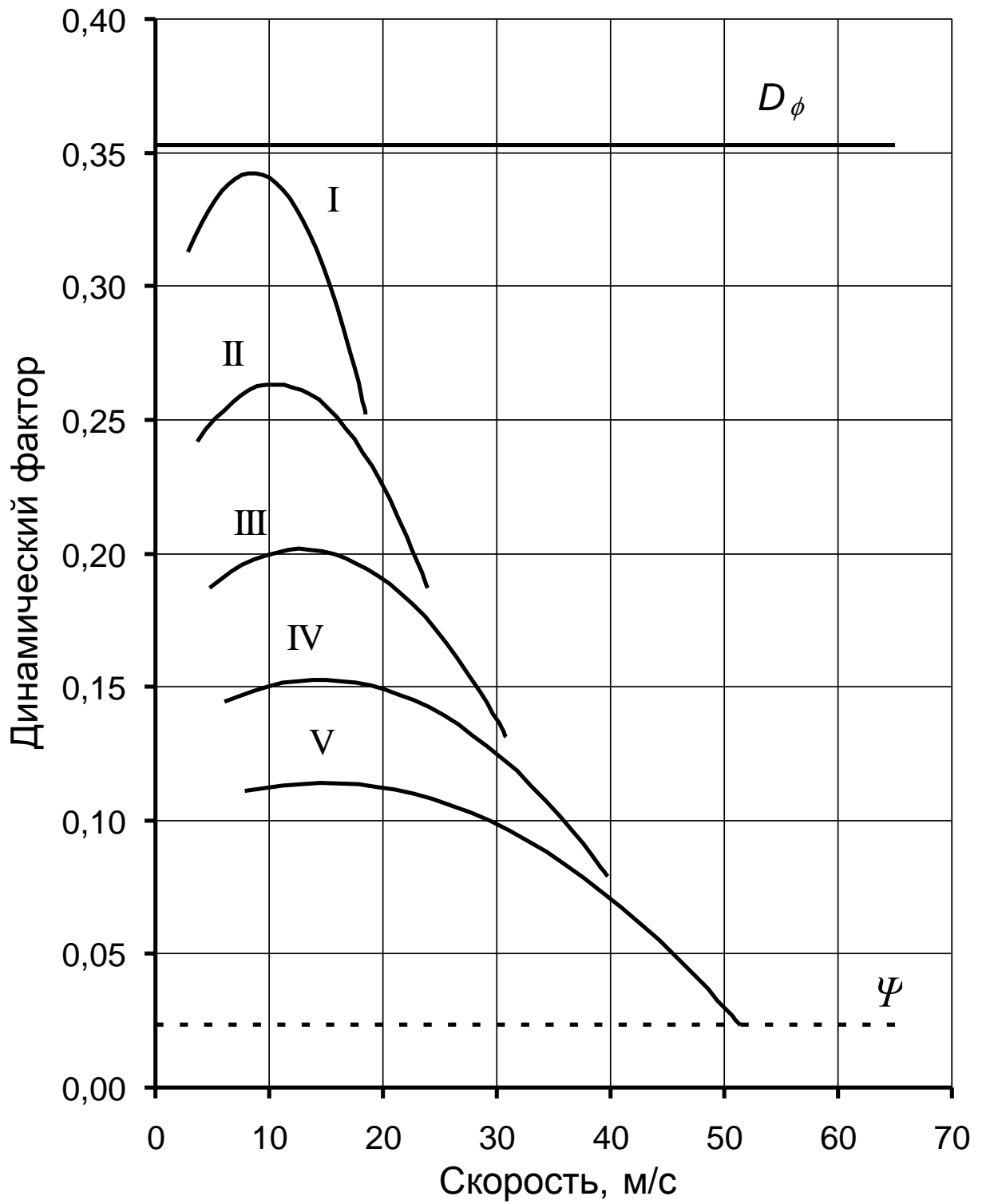


# Тяговый баланс

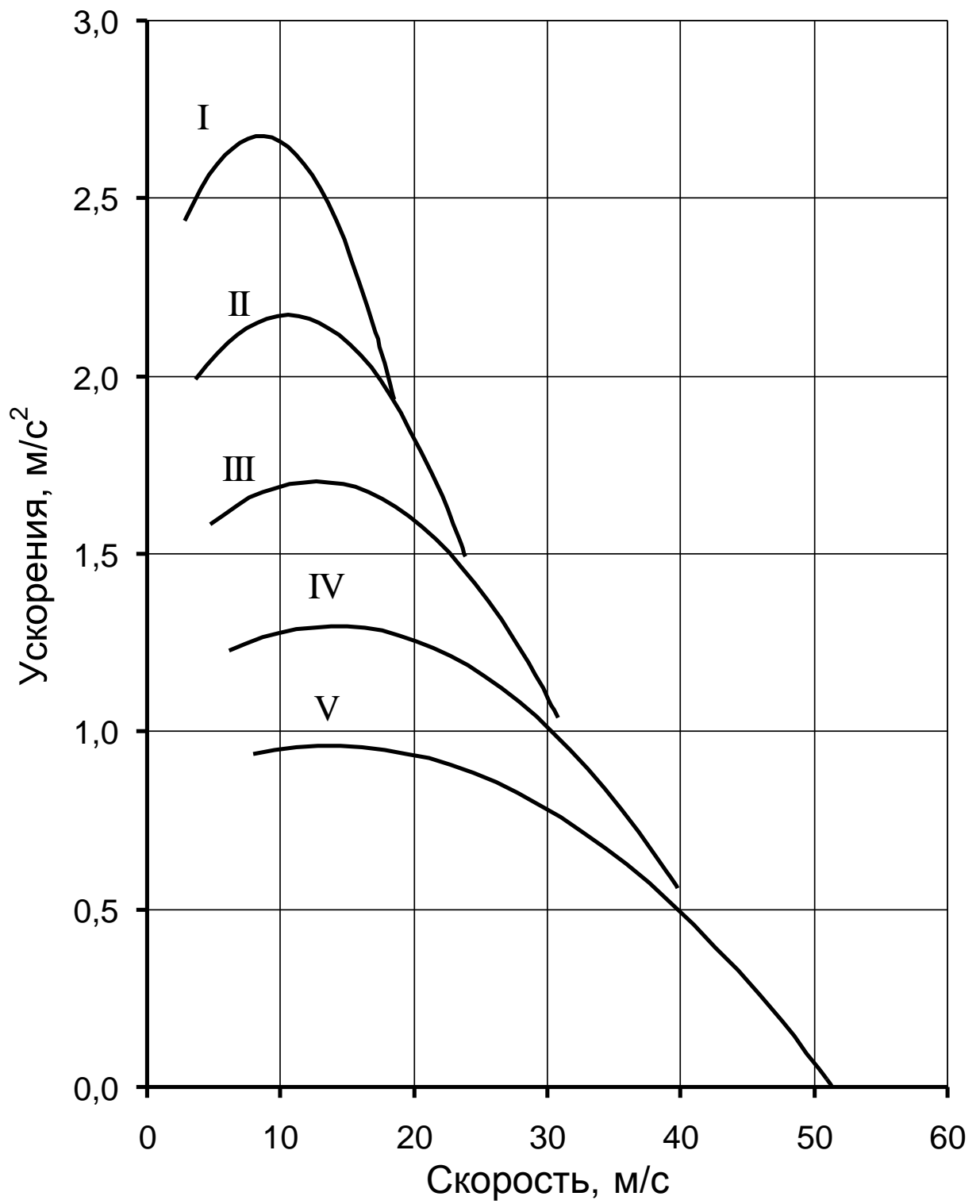




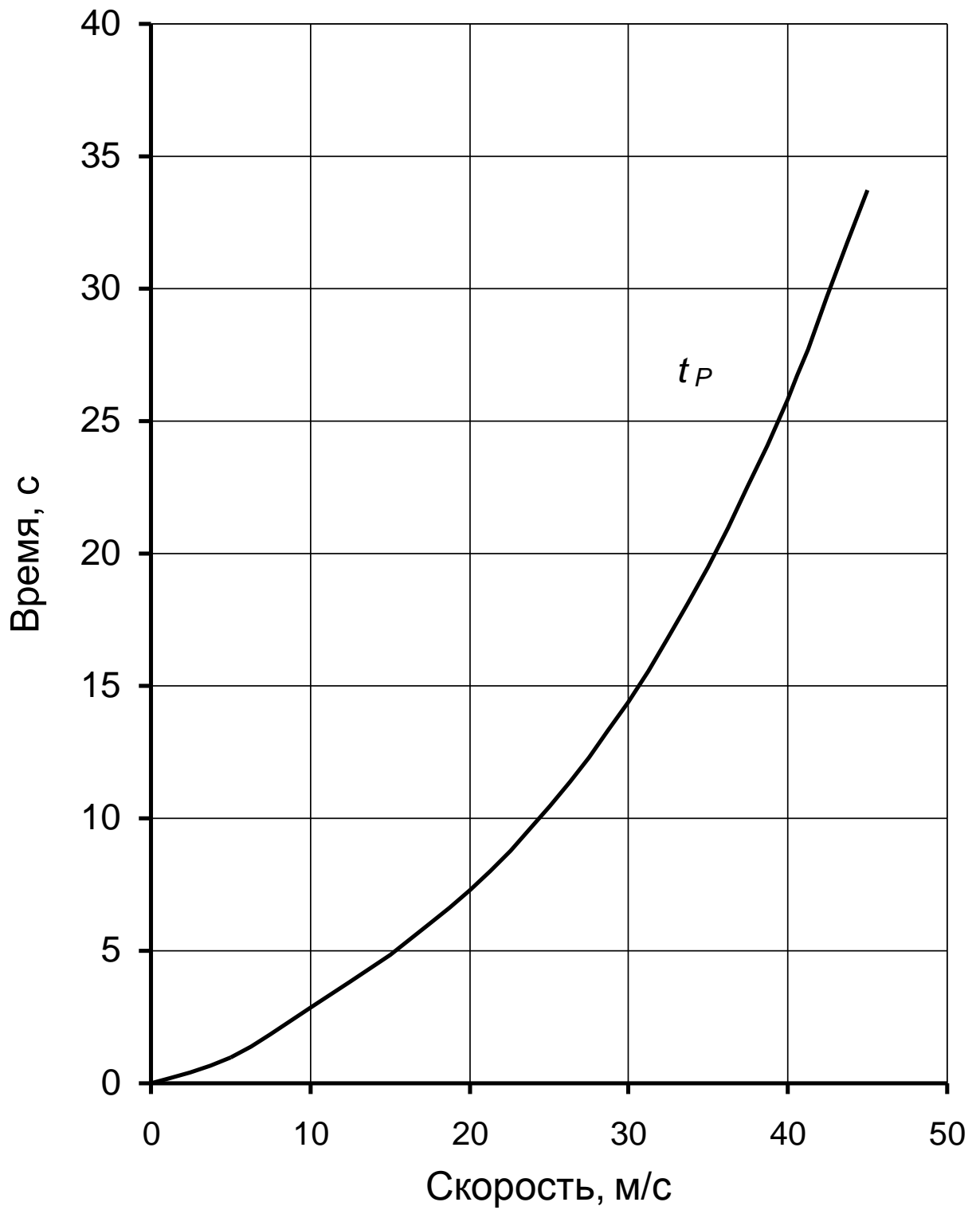
# Динамический баланс



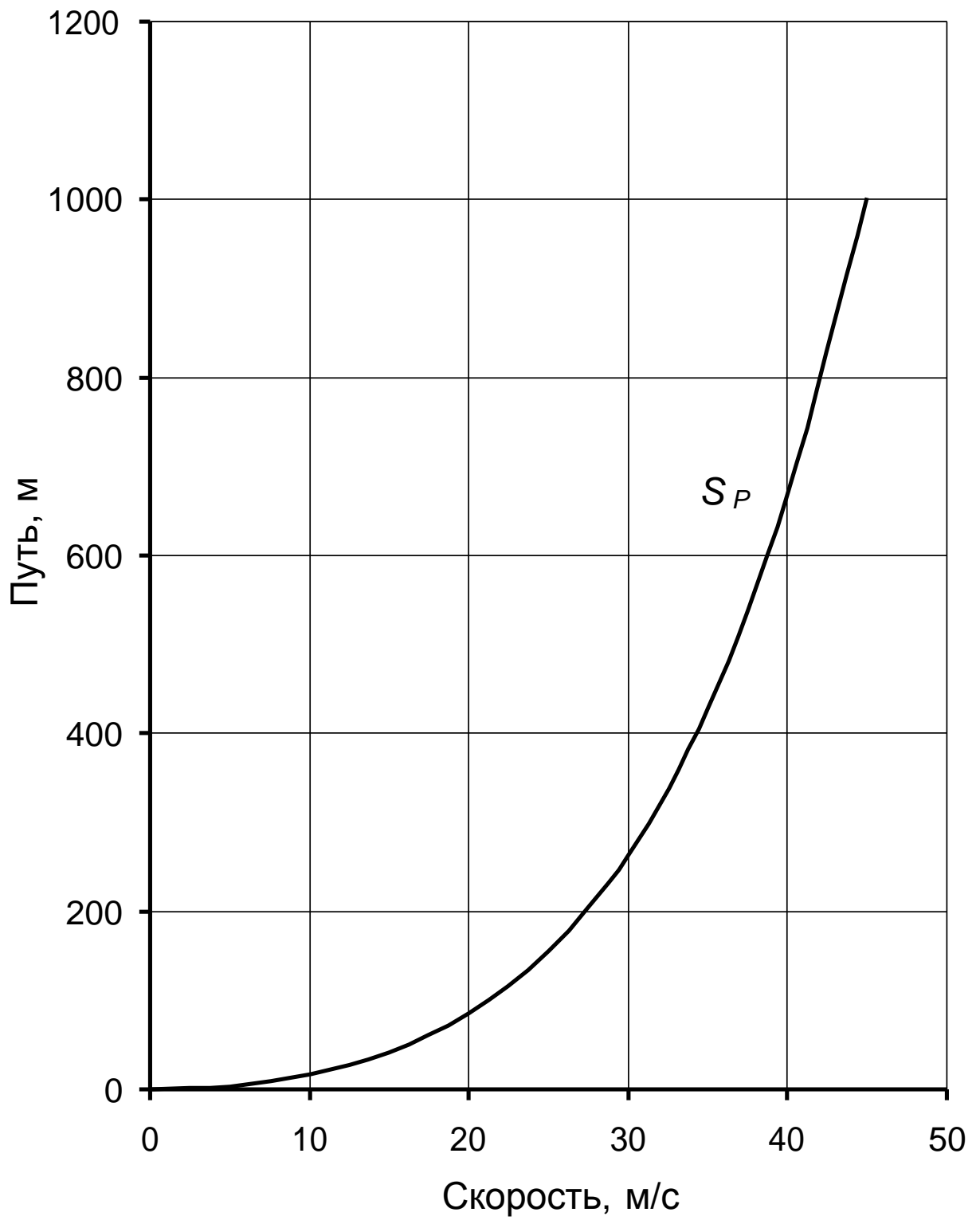
# Ускорения на передачах



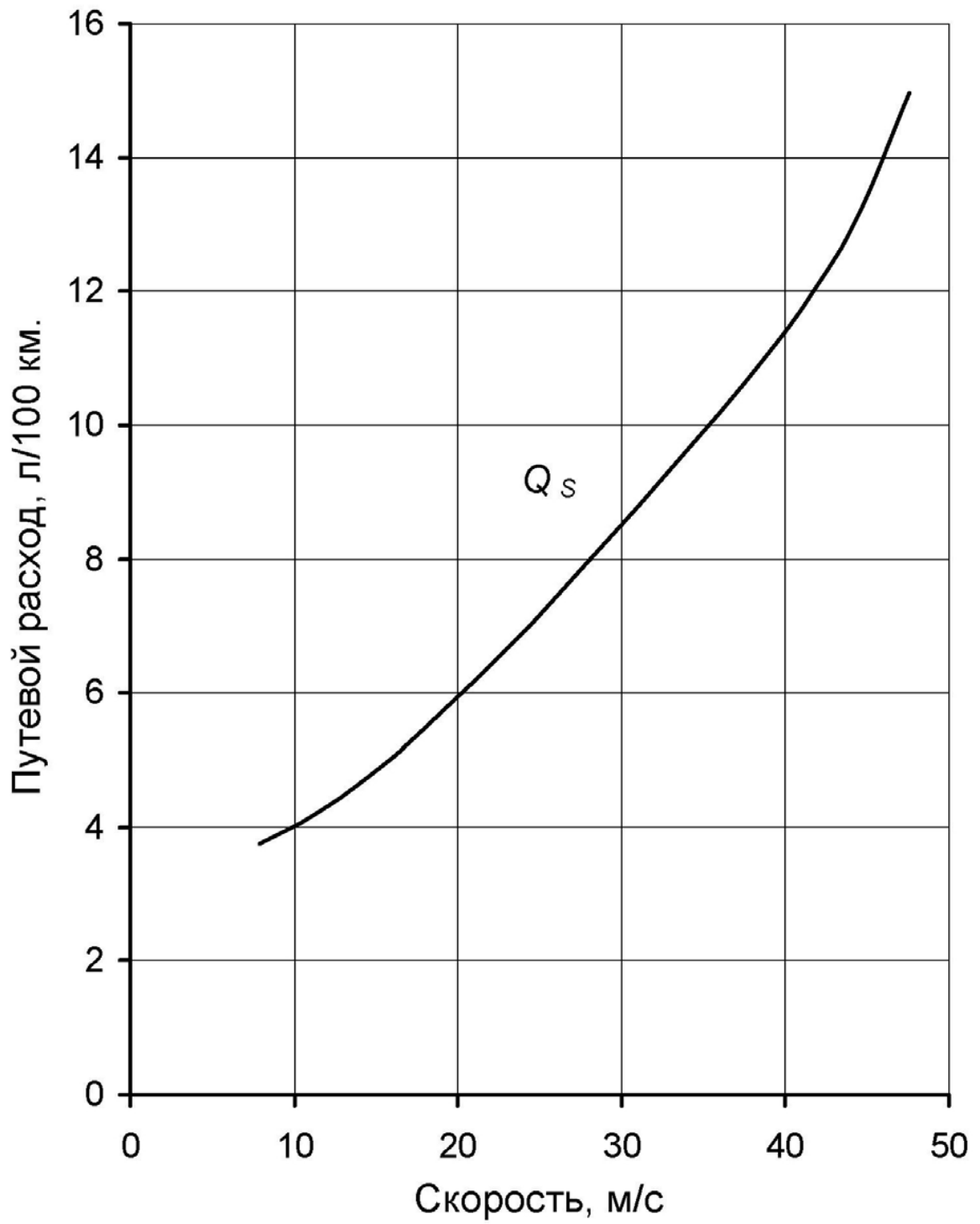
# Время разгона



# Путь разгона



### Путевой расход топлива



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Общие требования по охране труда

1 Работники должны проходить обязательные предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры в соответствии с приказом «Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10 декабря 1996 г. N 405 «[16]О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 декабря 1996 г., регистрационный N 1224).»[16]

2 «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.»[16]

3 «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).»[16]

4 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»[16] соответственно.

15 «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.»[16]

5 «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.»[16]

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.»[16]

7 «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»[16] 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. «[16]

8 «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. «[16]

9 «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. «[16]

21 «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»[16]

22 «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. «[16]

23 «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. «[16]

24 «[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.» [16]

25 «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.» [16]

«Термины и определения» [16]

26 «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. » [16]

27 «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. » [16]

10 «Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной  $+10^{\circ}\text{C}$  и ниже. » [16]

11 «Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ . » [16]

12 «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [16]

13 «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в  $^{\circ}\text{C}$ . » [16]

«Общие требования и показатели микроклимата»

14 «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. » [16]

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

16 «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. » [16]

#### «Оптимальные условия микроклимата»

17 «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. » [16]

18 «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. » [16]

19 «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [16]

20 «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.» [16]

21 «Предметом регулирования настоящего Федерального закона являются отношения, возникающие в связи с проведением специальной оценки условий труда, а также с реализацией обязанности работодателя по обеспечению безопасности работников в процессе их трудовой деятельности и прав работников на рабочие места, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда.

22 Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые и организационные основы и порядок проведения специальной оценки условий труда, определяет правовое положение, права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда.

## Статья 2. Регулирование специальной оценки условий труда

23 Регулирование специальной оценки условий труда осуществляется Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации, настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

24 Нормы, регулирующие специальную оценку условий труда и содержащиеся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, должны соответствовать нормам Трудового [кодекса](#) Российской Федерации и настоящего Федерального закона.

25 Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, применяются правила международного договора.

## Статья 3. Специальная оценка условий труда

26 Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также - вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов

(гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

27 По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах.

28 Специальная оценка условий труда не проводится в отношении условий труда надомников, дистанционных работников и работников, вступивших в трудовые отношения с работодателями - физическими лицами, не являющимися индивидуальными предпринимателями.

29 Проведение специальной оценки условий труда в отношении условий труда государственных гражданских служащих и муниципальных служащих регулируется федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации о государственной гражданской службе и о муниципальной службе.

Статья 4. Права и обязанности работодателя в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работодатель вправе:

1) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, обоснования результатов ее проведения;

2) проводить внеплановую специальную оценку условий труда в порядке, установленном настоящим Федеральным законом;

3) требовать от организации, проводящей специальную оценку условий труда, документы, подтверждающие ее соответствие требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

4) обжаловать в порядке, установленном [статьей 26](#) настоящего Федерального закона, действия (бездействие) организации, проводящей специальную оценку условий труда.

2. Работодатель обязан:

1) обеспечить проведение специальной оценки условий труда, в том числе внеплановой специальной оценки условий труда, в случаях, установленных [частью 1 статьи 17](#) настоящего Федерального закона;

2) предоставить организации, проводящей специальную оценку условий труда, необходимые сведения, документы и информацию, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

3) не предпринимать каких бы то ни было преднамеренных действий, направленных на сужение круга вопросов, подлежащих выяснению при проведении специальной оценки условий труда и влияющих на результаты ее проведения;

4) ознакомить в письменной форме работника с результатами проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

5) давать работнику необходимые разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

6) реализовывать мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников, с учетом результатов проведения специальной оценки условий труда.

Статья 5. Права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда

1. Работник вправе:

1) присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

2) обращаться к работодателю, его представителю, организации, проводящей специальную оценку условий труда, эксперту организации, проводящей специальную оценку условий труда (далее также - эксперт), за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте;

3) обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте в соответствии со [статьей 26](#) настоящего Федерального закона.

2. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда.

Статья 6. Права и обязанности организации, проводящей специальную оценку условий труда

1. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, вправе:

1) отказаться в порядке, установленном настоящим Федеральным законом, от проведения специальной оценки условий труда, если при ее проведении возникла либо может возникнуть угроза жизни или здоровью работников такой организации;

2) обжаловать в установленном порядке предписания должностных лиц федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и его территориальных органов.

2. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, обязана:

1) предоставлять по требованию работодателя, представителя выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников обоснования результатов проведения специальной оценки условий труда, а также давать работникам разъяснения по вопросам проведения специальной оценки условий труда на их рабочих местах;

2) предоставлять по требованию работодателя документы, подтверждающие соответствие этой организации требованиям, установленным [статьей 19](#) настоящего Федерального закона;

3) применять утвержденные и аттестованные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, методы исследований (испытаний) и методики (методы) измерений и соответствующие им средства измерений, прошедшие поверку и

внесенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

4) не приступать к проведению специальной оценки условий труда либо приостанавливать ее проведение в случаях:

а) непредоставления работодателем необходимых сведений, документов и информации, которые предусмотрены гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона, и которые характеризуют условия труда на рабочих местах, а также разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда;

б) отказа работодателя обеспечить условия, необходимые для проведения исследований (испытаний) и измерений идентифицированных вредных и (или) опасных производственных факторов, в соответствии с гражданско-правовым договором, указанным в [части 2 статьи 8](#) настоящего Федерального закона;

5) хранить коммерческую и иную охраняемую законом тайну, ставшую известной этой организации в связи с осуществлением деятельности в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Статья 7. Применение результатов проведения специальной оценки условий труда

Результаты проведения специальной оценки условий труда могут применяться для:

1) разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;

2) информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

3) обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;

- 4) осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;
- 5) организации в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников;
- 6) установления работникам предусмотренных Трудовым [кодексом](#) Российской Федерации гарантий и компенсаций;
- 7) установления дополнительного тарифа страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации с учетом класса (подкласса) условий труда на рабочем месте;
- 8) расчета скидок (надбавок) к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- 9) обоснования финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда, в том числе за счет средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- 10) подготовки статистической отчетности об условиях труда;
- 11) решения вопроса о связи возникших у работников заболеваний с воздействием на работников на их рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов, а также расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- 12) рассмотрения и урегулирования разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда, между работниками и работодателем и (или) их представителями;
- 13) определения в случаях, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, и с учетом государственных нормативных требований охраны труда видов санитарно-бытового обслуживания и медицинского обеспечения работников, их объема и условий их предоставления;



- 14) принятия решения об установлении предусмотренных трудовым законодательством ограничений для отдельных категорий работников;
- 15) оценки уровней профессиональных рисков;
- 16) иных целей, предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

## Глава 2. Порядок проведения специальной оценки условий труда

### Статья 8. Организация проведения специальной оценки условий труда

1. Обязанности по организации и финансированию проведения специальной оценки условий труда возлагаются на работодателя.

2. Специальная оценка условий труда проводится совместно работодателем и организацией или организациями, соответствующими требованиям [статьи 19](#) настоящего Федерального закона и привлекаемыми работодателем на основании гражданско-правового договора.

3. Специальная оценка условий труда проводится в соответствии с методикой ее проведения, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

4. Специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже чем один раз в пять лет, если иное не установлено настоящим Федеральным законом. Указанный срок исчисляется со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

5. В случае проведения специальной оценки условий труда в отношении условий труда работников, допущенных к сведениям, отнесенным к государственной или иной охраняемой законом тайне, ее проведение осуществляется с учетом требований законодательства Российской Федерации о государственной и об иной охраняемой законом тайне.

### Статья 9. Подготовка к проведению специальной оценки условий труда

1. Для организации и проведения специальной оценки условий труда работодателем образуется комиссия по проведению специальной оценки

условий труда (далее - комиссия), число членов которой должно быть нечетным, а также утверждается график проведения специальной оценки условий труда.

2. В состав комиссии включаются представители работодателя, в том числе специалист по охране труда, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии). Состав и порядок деятельности комиссии утверждаются приказом (распоряжением) работодателя в соответствии с требованиями настоящего Федерального закона.

3. При проведении у работодателя, отнесенного в соответствии с законодательством Российской Федерации к субъектам малого предпринимательства, специальной оценки условий труда в состав комиссии включаются работодатель - индивидуальный предприниматель (лично), руководитель организации, другие полномочные представители работодателя, в том числе специалист по охране труда либо представитель организации или специалист, привлекаемые работодателем по гражданско-правовому договору для осуществления функций службы охраны труда (специалиста по охране труда), представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии).

4. Комиссию возглавляет работодатель или его представитель.

5. Комиссия до начала выполнения работ по проведению специальной оценки условий труда утверждает перечень рабочих мест, на которых будет проводиться специальная оценка условий труда, с указанием аналогичных рабочих мест.

6. Для целей настоящего Федерального закона аналогичными рабочими местами признаются рабочие места, которые расположены в одном или нескольких однотипных производственных помещениях (производственных зонах), оборудованных одинаковыми (однотипными) системами вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления и освещения, на которых работники работают по одной и той же профессии, должности, специальности,

осуществляют одинаковые трудовые функции в одинаковом режиме рабочего времени при ведении однотипного технологического процесса с использованием одинаковых производственного оборудования, инструментов, приспособлений, материалов и сырья и обеспечены одинаковыми средствами индивидуальной защиты.

7. В отношении рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, а также в случае, если выполнение работ по проведению специальной оценки условий труда создает или может создать угрозу жизни или здоровью работника, членов комиссии, иных лиц, специальная оценка условий труда проводится с учетом особенностей, установленных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере деятельности, Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом", Государственной корпорацией по космической деятельности "Роскосмос" и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Перечень рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, в отношении которых специальная оценка условий труда проводится с учетом устанавливаемых уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти особенностей (в том числе при необходимости оценки травмоопасности рабочих мест), утверждается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Статья 10. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов

1. Под идентификацией потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов понимаются сопоставление и установление

совпадения имеющихся на рабочих местах факторов производственной среды и трудового процесса с факторами производственной среды и трудового процесса, предусмотренными классификатором вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Процедура осуществления идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов устанавливается методикой проведения специальной оценки условий труда, предусмотренной [частью 3 статьи 8](#) настоящего Федерального закона.

2. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах осуществляется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда. Результаты идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов утверждаются комиссией, формируемой в порядке, установленном [статьей 9](#) настоящего Федерального закона.

3. При осуществлении на рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов должны учитываться:

1) производственное оборудование, материалы и сырье, используемые работниками и являющиеся источниками вредных и (или) опасных производственных факторов, которые идентифицируются и при наличии которых в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры работников;

2) результаты ранее проводившихся на данных рабочих местах исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов;

3) случаи производственного травматизма и (или) установления профессионального заболевания, возникшие в связи с воздействием на работника на его рабочем месте вредных и (или) опасных производственных факторов;

4) предложения работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

4. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте не идентифицированы, условия труда на данном рабочем месте признаются комиссией допустимыми, а исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов не проводятся.

5. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте идентифицированы, комиссия принимает решение о проведении исследований (испытаний) и измерений данных вредных и (или) опасных производственных факторов в порядке, установленном [статьей 12](#) настоящего Федерального закона.

6. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов не осуществляется в отношении:

1) рабочих мест работников, профессии, должности, специальности которых включены в списки соответствующих работ, производств, профессий, должностей, специальностей и учреждений (организаций), с учетом которых осуществляется досрочное назначение трудовой пенсии по старости;

2) рабочих мест, в связи с работой на которых работникам в соответствии с законодательными и иными нормативными правовыми актами предоставляются гарантии и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

3) рабочих мест, на которых по результатам ранее проведенных аттестации рабочих мест по условиям труда или специальной оценки условий труда были установлены вредные и (или) опасные условия труда.

7. Перечень подлежащих исследованиям (испытаниям) и измерениям вредных и (или) опасных производственных факторов на указанных в [части 6](#) настоящей статьи рабочих местах определяется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, исходя из перечня вредных и (или) опасных производственных факторов, указанных в частях [1](#) и [2](#) статьи 13 настоящего Федерального закона.

Статья 11. Декларирование соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда

1. В отношении рабочих мест, на которых вредные и (или) опасные производственные факторы по результатам осуществления идентификации не выявлены, работодателем подается в территориальный орган федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, по месту своего нахождения декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.

2. Форма и порядок подачи декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

3. Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, обеспечивает формирование и ведение реестра деклараций соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.