

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: Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация
рулевого управления

Студент

М.А. Покусаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Ященко

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Целью настоящего проекта является модернизация рулевого управления переднеприводного легкового автомобиля второго класса LADA PRIORA.

Конструкторская часть включены все необходимые расчеты рулевого управления и расчет характеристик тягово-динамических параметров автомобиля.

Графическая часть содержит сборочные чертежи рулевого управления, и чертежи деталей его составляющих.

В технологическом разделе приводится технологическая схема сборки телескопического вала рулевого управления.

В разделе безопасности и экологичности описываются все опасные и вредные производственные факторы при сборке проектируемого рулевого вала и мероприятия по разработке безопасных условий труда.

Экономические расчеты раскрывают возможные затраты при запуске в производство и в эксплуатации новой конструкции телескопического вала рулевого управления.

ABSTRACT

The purpose of this project is to modernize the steering of the front-wheel drive car of the second class LADA PRIORA.

The design part includes all necessary calculations of the steering and calculation of the characteristics of the traction and dynamic parameters of the car.

The graphic part contains the steering drawings and drawings of parts of its components.

In the technological section of the technological, scheme of assembling the telescopic shaft of the steering.

The section on safety and environmental compatibility describes all hazardous and harmful production processes in the development of safe working conditions.

Economic calculations reveal the possible costs when launching new designs of the telescopic steering shaft in production and operation.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса	
1.1 Назначение рулевого управления.....	8
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции рулевого управления.....	8
1.3 Классификаций конструкций рулевого управления.....	10
1.4 Обзор и тенденции развития конструкции рулевого управления.....	11
1.5 Обоснование выбранного проекта рулевой колонки.....	16
2 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрено)	
3 Конструкторская часть	
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	18
3.2 Выбор компоновочной схемы.....	38
3.3 Проектирование рулевого управления.....	39
3.4 Расчет рулевого вала на прочность.....	41
3.5 Применение дополнительных смазочных материалов	41
4 Технологическая часть	
4.1 Анализ технологичности конструкции рулевого вала.....	42
4.2 Разработка технологической схемы сборки рулевого вала.....	43
4.3 Составление маршрутной технологии.....	47
5 Анализ экономической эффективности объекта	
5.1 Расчет себестоимости проектируемого телескопического рулевого вала.....	49
5.2 Расчет точки безубыточности.....	55
5.3 Расчет коммерческой эффективности.....	58

5.4 Выводы.....	72
6 Безопасность и экологичность объекта	
6.1 Анализ безопасности модернизации рулевого управления. Организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	74
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	77
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	78
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	79
6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	83
6.6 Заключение.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	99

ВВЕДЕНИЕ

Анализ аварийных ситуаций становится все более важным, если учесть, что за последние 20 лет количество транспортных средств увеличилось в 6 раз, и требования к их безопасности постоянно возрастают. По результатам этих анализов конструкторы постоянно вносят значительные усовершенствования в конструкцию автомобиля, появилось большое число совершенно новых конструктивных решений. При разработке новых элементов конструкции автомобиля необходимо учитывать, насколько тот или иной элемент опасен для человека.

Исследования показали, что основная причина получения тяжелых и смертельных травм - удары о передний щиток и рулевую колонку. Таким образом, рулевая колонка является основным источником травм водителя при лобовых столкновениях.

Для уменьшения количества несчастных случаев на автомобильных дорогах необходимо дальнейшее совершенствование активных и пассивных средств, повышение безопасности, как автомобиля, так и дорожного движения.

К средствам активной безопасности относится большинство элементов конструкции автомобиля, дорог и организации движения, использование которых осуществляется через активные действия людей, управляющих транспортным средством.

К средствам пассивной безопасности относятся те элементы конструкции автомобиля и дорог, которые снижают тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий без активных действий со стороны участников движения. К такому средству относится травмобезопасная рулевая колонка, которая при столкновении автомобиля, поглощает кинетическую энергию удара. В качестве энергопоглощающих устройств в рулевых колонках применяют металлические, резиновые, пластмассовые деформирующиеся,

разрушающиеся или смещающиеся детали. Используются энергопоглощающие устройства с жидкостью и газом.

Наибольшее распространение получили механические энергопоглощающие устройства с продольной или поперечной деформацией деталей колонки. Их выполняют, например, в виде сминаемых в продольном направлении цилиндрических оболочек, ослабленных до необходимого усилия деформации поперечными гофрами или отверстиями. Для обеспечения жесткости на скручивание оболочки обычно изготавливают из металла. Вместо оболочек применяют также деформируемые металлические пластины.

В некоторых конструкциях энергия удара поглощается при трении или поперечной деформации деталей рулевой колонки, собранных с предварительным натягом. В качестве деформаторов деталей рулевых колонок часто служат стальные шарики.

Используют также устройства, в которых энергия удара поглощается при совершении работы сил трения, резание металла при взаимном смещении деталей рулевой колонки.

Стабильность усилия в перемещении рулевого колеса зависит в таких конструкциях от правильного подбора материалов, термообработки, точности изготовления взаимодействующих деталей.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение рулевого управления

Рулевое управление выполняет функции, которые обеспечивают движение по направлению, заданное водителем, и так же для поворота колес на месте. Управление включает в свой состав рулевой механизма и рулевой привод. Конструкция рулевого управления должна надежно выполнять функцию: точность движение заданное водителем, применение малых усилий при управление, отсутствие воздействий от дороги через рулевое колесо на водителя.

Для избегания бокового скольжения колес при повороте, колеса двигаются по неодинаковым радиусам исходящих из центра поворота. При этом передние колеса поворачивают на разные углы, такое стало возможным с внедрение в привод трапеции с шарнирными соединениями, внешнее колесо поворачивается на меньший угол, чем внутреннее.

Рулевой механизм. Есть несколько видов рулевого механизма. Крайне часто встречающиеся из них являются рейка-шестерня, червяк — ролик, червяк — сектор и винт — шариковая гайка.

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции рулевого управления

Требования к элементам рулевого управления транспортных средств регламентируется правилами ЕЭК ООН № 79. Данный регламент включает в основном конструктивные требования к основным элементам. Требования основные эксплуатационные, согласно которым и выполняется проверка на технического состояния рулевого управления, которые написаны в СТБ 1641-2006.

Выполнение требований пассивной безопасности применительно к системе управления связано с созданием травмобезопасного рулевого управления. Правилами ЕЭК ООН по защите водителя от ударов

регламентированы требования к рулевому управлению. Травмирование водителя при деформации и смещении деталей и механизмов рулевого управления должно быть исключено, а перемещение рулевого вала назад параллельно продольной оси автомобиля не должно превышать 127 мм при ударе силой 11,35 кН.

Естественно, что основной причиной дорожно-транспортных происшествий происходит из-за неисправности рулевого управления. Число дорожно-транспортных происшествий, возникающих вследствие неисправности рулевого управления автомобиля, составляет 4,9—19,2% от общего числа происшествий из-за отказов механизмов и узлов и элементов.

При органолептической проверке рулевого управления проверяется выполнение следующих нормативных требований:

- Поворот рулевого колеса должен выполнять без заеданий и рывков;
- Рулевое колесо не должно самопроизвольно отклоняться от нейтрального положения;
- Поворот рулевого колеса должен ограничиваться только предназначенными ограничениями конструкции;
- Все детали рулевого управления должны быть закреплены, резьбовые соединения должны быть затянуты;
- Применение в рулевом управлении деталей имеющих дефекты недопустимо;
- Слабо закрепленных или полное отсутствие деталей крепления недопустимо;
- Рулевая колонка должна быть крепко соединена с другими деталями управления и кузова, быть целой, устройство регулировки положения и противоугонная система должны быть исправны;

- Осевое перемещение и качание плоскости рулевого колеса, качание рулевой колонки определяются путем приложения к рулевому колесу знакопеременных сил в направлении оси рулевого вала и в плоскости рулевого колеса перпендикулярно к колонке, а также знакопеременных моментов сил в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через ось рулевой колонки.
- Движение деталей привода, картера рулевого механизма и рычагов поворотных цапф должно непосредственно только вместе с рулевым колесом на 40...60 градусов в каждую сторону.

1.3 Классификация конструкций рулевого управления

Сведения о классификации рулевого управления для транспортных средств занесены в таблицу 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Классификация рулевого управления

По способу выполнения поворота:	По месту расположения водителя:
Управляемые колеса	Правое - левостороннее движение
Управляемая ось	Левое - правостороннее движение
Складыванием звеньев	
Бортовой поворот	

Сведения о классификации рулевых механизмов занесены в таблицу 1.3.2.

Таблица 1.3.2 – Классификация рулевых механизмов

По типу передачи момента:	По передаточному числу:
Механические	Изменяемое
Гидравлические	Неизменяемое
	Обратимости
	Обратимый
	На пределе обратимости

Сведения о классификации рулевых приводов занесены в таблицу 1.3.3.

Таблица 1.3.3 – Классификация рулевых приводов

По расположению:	В зависимости от типа подвески:
Передняя ось - передняя	Цельная (зависимая подвеска)
Задняя ось - задняя	Разрезная (независимая подвеска)

1.4 Обзор и тенденции развития конструкции рулевого управления

Травмобезопасное рулевое управление «ДаймлерБенц»

Вал рулевого колеса должен быть жестким на кручение, так как выполняет передачу вращающего момента. Так же вал обладает некой

упругостью в малом угловом диапазоне, для обеспечения снижения колебаний рулевого управления и шумоизоляции. Труба рулевой колонки и вал рулевого колеса для повышения травмобезопасности должны иметь свободы для продольного изгиба.

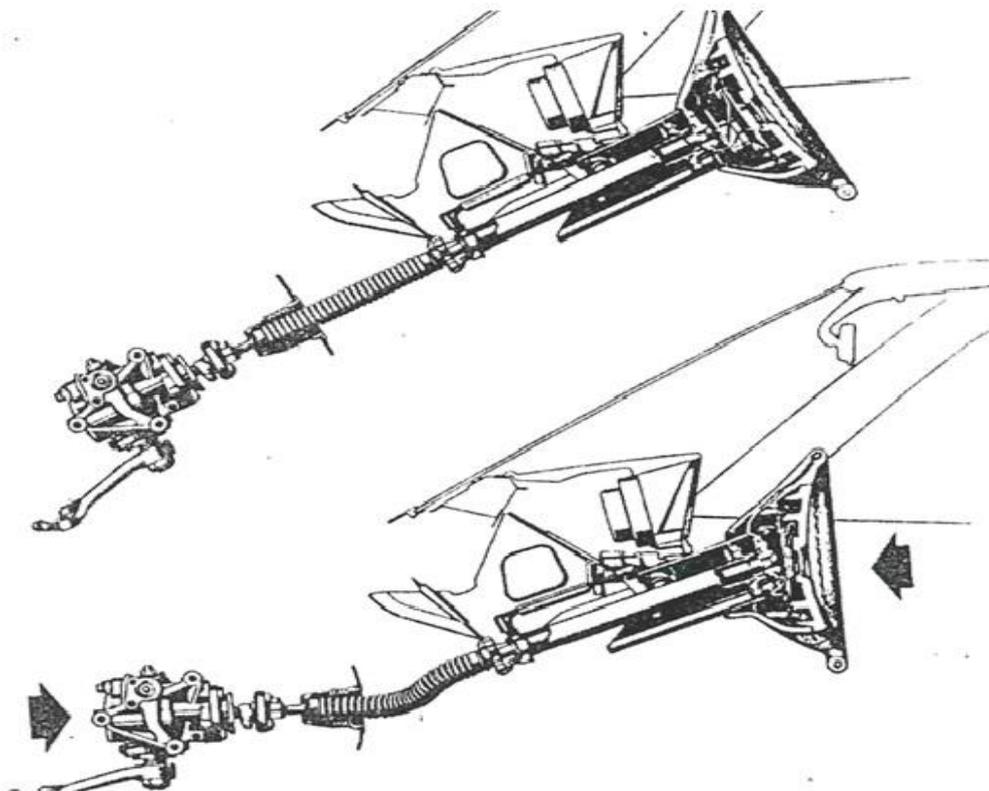


Рисунок 1.4.1 - Травмобезопасная рулевая колонка 240 ЖД/280 ЖЕ фирмы «ДаймлерБенц».

Для достижения этого «ДаймлерБенц» и «Вольво» на легковых автомобилях высокого класса применяют гофрированную трубу (рисунок 1.4.1). Нижнее звено вала при определенной нагрузке складывает «в гармошку».

Рулевой вал фирмы «Лемфердер металлварен» для фирмы «Вольво»

Вал рулевого колеса, изготавливаемый фирмой «Лемфердер металлварен» для фирмы «Вольво» (рисунок 1.4.2) отвечает жесткими

требованиям безопасности благодаря комбинации гофрированной трубы, установленной в его нижней части звена, и телескопическидвигающийся друг в друга. Обо звена и шарниры изготавливаются из легкого металла для снижения веса.

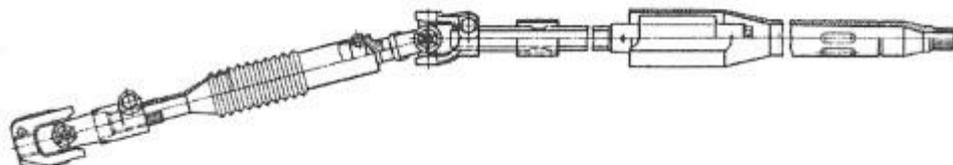
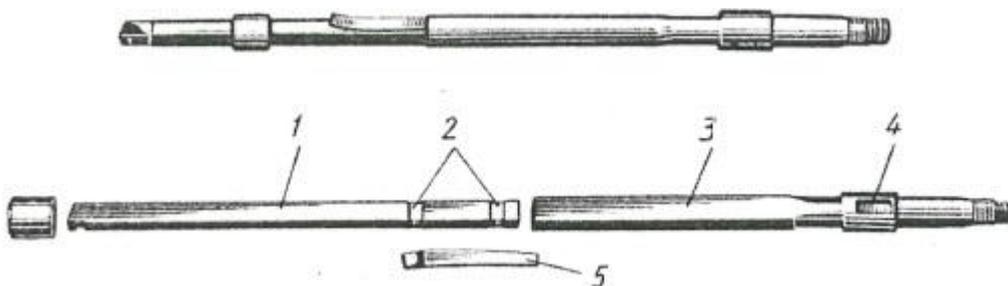


Рисунок 1.4.2 - Вал рулевого колеса, фирмы «Лемфердер металлварен».

Вал рулевого колеса фирмы «Лемфердер металлварен» для «Гольф» и «Сирокко».

Данный узел имеет телескопическую конструкцию (рисунок 1.4.3), часть 1 имеет плоскую форму сечения, а часть 3 имеет трубчатое сечение, обе эти части под действие силы вдвигаются друг в друга. Сила, требуемая для этого, определяется формой и материалом двух пластмассовых втулок, расположенных в углублениях 2.



1 – плоская часть вала; 2 – Углубление для втулок; 3 – трубчатая часть вала.

Рисунок 1.4.3 Телескопический рулевой вал, изготовленный фирмой «Лемфердер металлварен» для «Гольф» и «Сирокко».

Травмобезопасная рулевая колонка автомобилей 80 и 100 фирмы «Ауди», также «Фольксваген-пассат».

Одним из простых средств повышения травмобезопасности, является расщепляющаяся муфта. Она образована фланцем 2 на заднем рулевом валу и штифтом 1 на переднем рулевого валу (рисунок 1.4.4). В стандартном состоянии штифт 1 входит в отверстие во фланце 2, обеспечивая передачу вращающегося момента обоих валов. При дорожнотранспортном происшествии также деформируется консоль 3, трубу рулевой колонки и панели приборов. Рулевые колонки такого типа используются на автомобилях «Ауди-100», «Поло С» и «Дерби» фирмы «Фольксваген», «Пассат С» этой же фирмы, А также «Форд-фиеста».

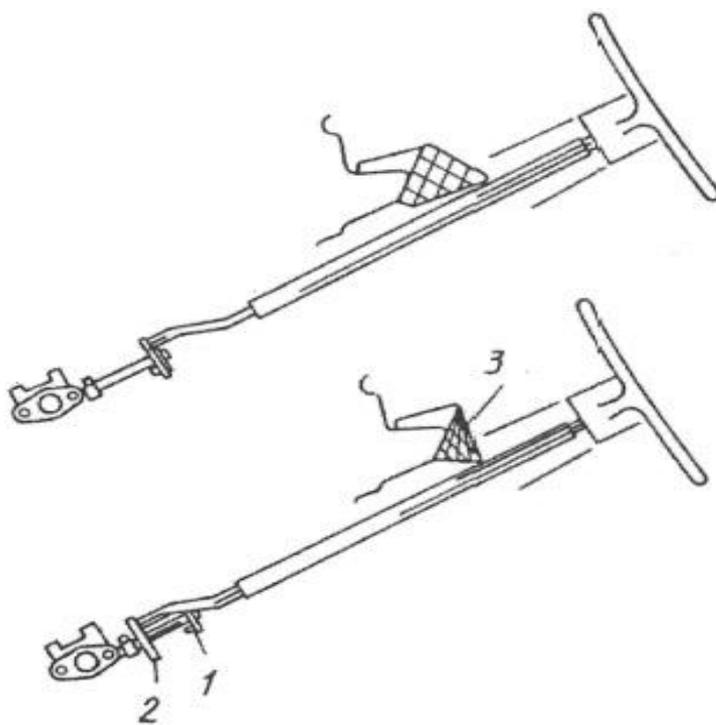
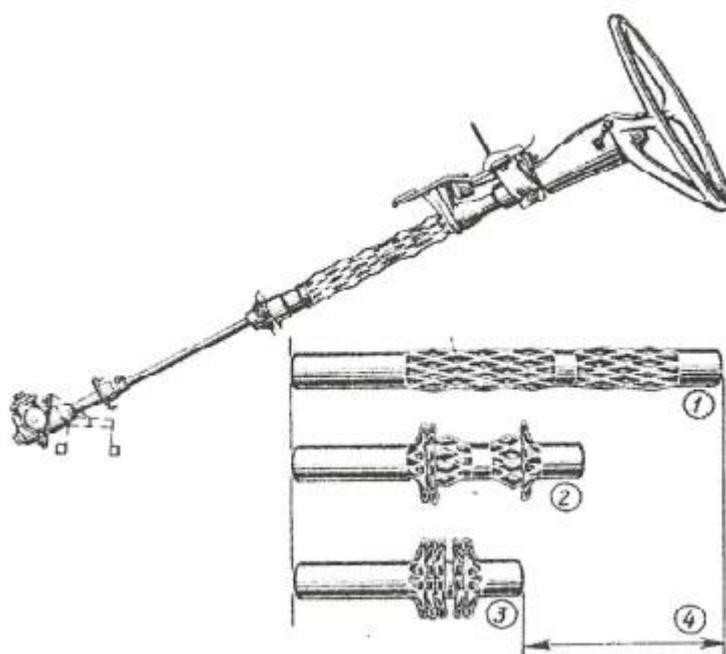


Рисунок 1.4.4 - Травмобезопасная рулевая колонка автомобилей фирмы «Ауди» моделей 80 и 100, и автомобилей «Фольсваген-пассат» в стандартном состоянии (вверху) и после дорожнотранспортного происшествия (внизу).

Поглощающая энергию удара рулевая колонка автомобилей фирмы «Опель».

Фирма «Опель» на многих своих моделях легковых автомобилей применяют трубу рулевой колонки, которая поглощает энергию удара при складывании в «гармошку», благодаря тому, что изготовлена из перфорированного материала. Тем самым обеспечивая податливость вала рулевой колонки, при ударной нагрузке, и возможности перемещения рулевого колеса вперед.



1 - до удара; 2 - в процессе удара; 3 - полностью сложилась; 4 - ход утапливания рулевой колонки.

Рисунок 1.4.5 - Рулевая колонка легкового автомобиля фирмы «Опель», с трубой из перфорированного материала.

Таким образом, при конструировании рулевых колонок выявляются следующие общие принципы:

-конструкция рулевой колонки, поглощающей энергию удара, должна уменьшить тяжесть ранения водителя при ударе о рулевое колесо и рулевую колонку, поглощая большую часть кинетической энергии удара;

-предотвращать проникновение рулевого механизма в салон при столкновении автомобиля;

-сжатие рулевой колонки должно начинаться при динамическом усилии на тело водителя, вызывающем травму ($>3,2$ кН) и прекращаться, когда эти усилия упадут до уровня, безопасного для человека.

1.5 Обоснование выбранного проекта рулевой колонки

Предлагаемый мною проект рулевой колонки автомобиля LADA PRIORA представляет собой усовершенствованную травмобезопасную рулевую колонку на базе существующей.

Базовая рулевая колонка, регулируемая по высоте, представляет собой следующее: вал рулевого колеса и промежуточный вал, соединенный через карданный узел с валом рулевого колеса одним концом, и с валом шестерней нижним концом. Таким образом, энергопоглощающим элементом является карданное соединение и, непосредственно, рулевое колесо.

Разработанный мною проект предусматривает телескопическую рулевую колонку, где один из валов представляет собой соединение 2х валов, причем один вал вдвигается в другой. При ударе не предусматривается разрушение или смятие телескопического вала.

Энергопоглощающее устройство многоразовое, т.е. способное восстанавливать свои защитные функции. Данное энергопоглощающее устройство соответствует требованиям на надежность рулевой колонки автомобиля, обеспечивает требуемую жесткость на кручение и стабильность заданного усилия деформации.

С точки зрения экономических требований стоимость усовершенствованной рулевой колонки несколько возрастет из-за увеличения числа деталей и времени, затрачиваемого на процесс сборки узла.

2 Защита интеллектуальной собственности

(не предусмотрено)

3 Конструкторская часть

3.1 Тяговый и динамический расчет автомобиля

Таблица 3.1.1 - Исходные данные:

Длина	4350 мм.
Ширина	1680 мм.
Высота	1420 мм.
Масса в снаряженном состоянии	1088 кг.
Шины	«185/65 R14»
Коэф. сопротивления качению	0,012
Коэф. аэродинамического сопротивления	0,32
Коэф. уклона i	0,30
Максимальная скорость	180 км/ч

1. Подготовка данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} n + m_{\text{б}}, \quad (3.1.1)$$

где m_a – снаряженная масса автомобиля;

m_0 – масса снаряженная автомобиля;

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

n – число пассажиров, включая водителя;

$m_{\text{б}}$ – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира.

$$m_a = 1088 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1513 \text{ кг.}$$

Нагрузка по осям:

– нагрузка на заднюю ось 40%;

– нагрузка на переднюю ось 60%.

$$m_1 = 1513 \cdot 0,60 = 907,8 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1513 \cdot 0,40 = 605,2 \text{ кг}$$

Подбор шин:

$$r_{ст} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (3.1.2)$$

где d – посадочный диаметр шины;

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин.

$$\frac{H}{B} = 0,65_{мм}$$

На дорогах с твердым покрытием $r_{см} \approx r_{\delta} \approx r_k$,

r_{δ} – динамический радиус колеса;

r_k – радиус качения колеса;

$$r_{см} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,65 \cdot 0,185 \cdot 0,65 = 0,276 \text{ м}$$

Коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (3.1.3)$$

где ρ – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст.

$$\rho = 1,293$$

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} = 0,21$$

Лобовая площадь:

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r, \quad (3.1.4)$$

где B_r – габаритная ширина автомобиля;

H_r – габаритная высота автомобиля.

$$F = 0,8 \cdot 1,680 \cdot 1,420 = 1,9 \text{ м}^2$$

КПД трансмиссии автомобиля примем $\eta_{тр} = 0,92$.

Коэффициент сопротивления качению:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (3.1.5)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению автомобиля с малой скоростью;

V – скорость автомобиля в м/с.

$$V = \frac{180 \cdot 1000}{3600} = 50 \text{ м/с}$$

$$f = 0,012 \left(1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027$$

2. Определение передаточного числа главной передачи:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}} \quad (3.1.6)$$

где ω_{max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала;

U_k – передаточное число высшей передачи, на которой достигается максимальная скорость автомобиля.

$$n_{max} = 5600 \text{ об}_{\text{мин}}$$

$$\omega_{max} = \frac{5600 \cdot \pi}{30} = 586,43 \text{ рад}_{\text{с}}$$

$$U_k = 0,78$$

$$U_0 = \frac{0,276}{0,78} \cdot \frac{586,43}{50} = 4,15 \text{ - передаточное число главной передачи}$$

3. Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \quad (3.1.7)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Полный вес автомобиля:

$$G_a = m_a \cdot g \quad (3.1.8)$$

$$G_a = 1513 \cdot 9,81 = 14842,53 \text{ Н}$$

$$\psi_v = f$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} 14842,53 \cdot 0,027 \cdot 50 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 50^3 = 75145 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя:

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (3.1.9)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты

$$a = b = c = 1;$$

$\lambda = \frac{\omega_{max}}{\omega_N}$ - отношение частоты вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности.

Принимаем $\lambda = 1,15$.

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda} \quad (3.1.10)$$

$$\omega_N = \frac{586,43}{1,15} = 509,94 \text{ рад/сек}$$

$$N_{max} = \frac{75145}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,15^2 - 1 \cdot 1,15^3} = 78965 \text{ Вт}$$

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику:

$$N_e = N_{max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - c \frac{\omega_e}{\omega_N}^3 \right) \quad (3.1.11)$$

где ω_e – текущее значение угловой скорости коленчатого вала (рад/сек);

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя (Вт).

Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}$$

Выбрав 7 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости N_e ω_e и M_e ω_e . Результаты расчётов сводим в таблицу 2.

Таблица 3.1.2 - Результаты для внешне-скоростной характеристики

n, об/мин	800	1600	2400	3200	4000	4800	5600
w	83,78	167,55	251,33	335,1	418,88	502,66	586,43
Ne	14754,7 2	31669,1 9	48646,5 2	63582,1 1	74378,6 2	78932,9 7	75145, 1
M	176,11	189,01	193,55	189,74	177,57	157,03	128,14

По данным таблицы 2 строим внешнюю скоростную характеристику двигателя, представленную в Приложении А.

4. Определение передаточных чисел коробки передач.

Определим передаточное число первой передачи:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \quad \text{или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (3.1.12)$$

где U_0 – передаточное число главной передачи;

U_1 – передаточное число коробки передач при включенной первой передаче.

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

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi, \quad \text{или } U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (3.1.13)$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес автомобиля;

φ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

$$G_{\text{сц}} = m_1 \cdot G_1 = 907,8 \cdot 9,81 = 8905,52 \quad (3.1.14)$$

где G_1 – вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля;

m_1 – коэффициент перераспределения нагрузки на передние колеса

$$m_1 = 0,9;$$

$\varphi = 0,7$ (сухое асфальтированное шоссе в состоянии).

$$G_{\text{сц}} = 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н} \quad (3.1.15)$$

$$U_1 \geq \frac{14842,53 \cdot (0,3 + 0,012) \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 1,73$$

$$U_1 \leq \frac{8014,97 \cdot 0,7 \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 2,1$$

Примем $U_1 = 2,0$.

Передаточные числа для пятиступенчатой коробки передач:

$$U_2 = \sqrt[3]{U_1^2} = 1,59$$

$$U_3 = \sqrt[3]{U_1} = 1,28$$

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

$$U_{3X} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4$$

Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \quad (3.1.16)$$

где U_n – передаточное число коробки передач;

ω_e – текущие значения угловой скорости вала.

Таблица 3.1.3 – Расчет скорости автомобиля для каждой передачи

н, об/мин	1	2	3	4	5
800	2,79	3,50	4,46	5,57	7,14
1600	5,57	7,01	8,91	11,14	14,29
2400	8,36	10,51	13,37	16,71	21,43
3200	11,14	14,02	17,83	22,29	28,57
4000	13,93	17,52	22,29	27,86	35,72
4800	16,71	21,03	26,74	33,43	42,86
5600	19,50	24,53	31,20	39,00	50,00

5. Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса:

$$P_T = P_d + P_B + P_{и} \quad (3.1.17)$$

где P_T – сила тяги;

P_d – сила дорожного сопротивления;

P_B – сила сопротивления воздуха;

$P_{и}$ – сила сопротивления разгону автомобиля.

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{тр}}{r_k} \quad (3.1.18)$$

где U_k – коробки передач передаточное число;

M_e – величина эффективный момента двигателя (Нм).

Сила сопротивления дороги:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (3.1.19)$$

где ψ – коэффициент сопротивления дороги

$\psi = i + f$, т.е.

$$\psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right)$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \quad (3.1.20)$$

Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.1.4.

Таблица 3.1.4 – Расчет тяговой силы на ведущих колесах

n, об/мин	1	2	3	4	5
800	4872	3874	3045	2436	1900
1600	5229	4157	3268	2615	2039
2400	5355	4257	3347	2677	2088
3200	5249	4173	3281	2625	2047
4000	4913	3906	3070	2456	1916
4800	4344	3454	2715	2172	1694
5600	3545	2818	2216	1773	1399

Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления. Сведения занесем в таблицу 3.1.5.

Таблица 3.1.5 – Сила сопротивления и сила дорожного покрытия

n , об/мин	P_g	P_d	$P_{сум}$
800	20	178	198
1600	82	193	275
2400	183	223	406
3200	326	252	578
4000	509	297	806
4800	733	341	1074
5600	998	401	1399

Полученные значения силы тяги на ведущих колесах вносим в таблицу 3.1.4 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке в Приложении А.

6. Динамическая характеристика автомобиля.

Динамический фактор на соответствующей передаче:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (3.1.21)$$

где P_g – сила сопротивления воздуха;

P_m – тяговая сила на ведущих колесах автомобиля;

G_a – полный вес автомобиля.

Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче и данные сведем в таблицу 3.1.6.

Таблица 3.1.6 – Расчет динамического фактора на каждой передаче

n, об/мин	1	2	3	4	5
800	0,328	0,261	0,205	0,163	0,127
1600	0,351	0,279	0,218	0,173	0,132
2400	0,359	0,284	0,221	0,173	0,128
3200	0,350	0,276	0,212	0,163	0,116
4000	0,326	0,255	0,194	0,145	0,095
4800	0,285	0,221	0,164	0,116	0,065
5600	0,229	0,174	0,123	0,079	0,026

Данные по расчётам заносим в таблицу 3.1.6. По данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данная характеристика представлена в Приложении А на рисунке.

7. Разгон автомобиля

Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге ($i=0$) с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес.

Ускорение находят из выражения:

$$J = \frac{D - f \cdot g}{\delta_{\text{вр}}} \quad (3.1.22)$$

где $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + \frac{I_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_{\text{тр}}^2 + I_{\text{к}} \cdot g}{G_{\text{а}} \cdot r_{\text{к}}^2} \quad (3.1.23)$$

где $I_{\text{м}}$ – момент инерции вращающихся частей двигателя;

$U_{\text{тр}} = U_0 \cdot U_{\text{к}}$ – передаточное число трансмиссии;

$I_{\text{к}}$ – суммарный момент инерции ведущих колес.

Определим коэффициент вращающихся масс по формуле:

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\text{к}}^2 \quad (3.1.24)$$

где δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя.

Примем $\delta_1 = \delta_2 = 0,04$.

Рассчитаем коэффициент вращающихся масс на каждой передаче и данные сведем в таблицу 3.1.7.

Таблица 3.1.7 Коэффициент вращения на каждой передаче

1	2	3	4	5
1,20	1,14	1,10	1,08	1,06

Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \quad (3.1.25)$$

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 3.1.8 – Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче

n, об/мин	1	2	3	4	5
800	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1600	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
2400	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
3200	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017
4000	0,013	0,014	0,015	0,017	0,020
4800	0,014	0,015	0,016	0,019	0,023
5600	0,014	0,016	0,018	0,021	0,027

Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведём в таблицу 3.1.9.

Таблица 3.1.9 – Ускорение автомобиля на каждой передаче

n, об/мин	1	2	3	4	5
800	2,58	2,14	1,71	1,37	1,05
1600	2,77	2,29	1,83	1,45	1,09
2400	2,83	2,33	1,85	1,45	1,05
3200	2,76	2,26	1,77	1,35	0,91
4000	2,56	2,07	1,59	1,16	0,69
4800	2,22	1,77	1,31	0,89	0,38
5600	1,75	1,36	0,94	0,52	0,16

Полученные значения ускорения вносим в таблицу 3.1.9 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке в Приложении А.

Рассчитаем обратные ускорения.

Так как при скоростях, близких к максимальным ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью:

$$V=(0,8\dots0,9)V_{\max} .$$

Таблица 3.1.10 – Значения обратного ускорения

n, об/мин	1	2	3	4	5
800	0,39	0,47	0,58	0,73	0,95
1600	0,36	0,44	0,55	0,69	0,91
2400	0,35	0,43	0,54	0,69	0,95
3200	0,36	0,44	0,57	0,74	1,10
4000	0,39	0,48	0,63	0,86	1,44
4800	0,45	0,56	0,76	1,13	2,60
5600	0,57	0,74	1,07	1,92	5,00

Полученные значения обратного ускорения вносим в таблицу 3.1.10 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке в Приложении А.

8. Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом.

Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$v_{\text{мин}} = 2,79 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \text{ м/с}$$

$$50 - 2,79 = 47,21$$

$$47,21/8 = 5,90$$

Определим из графика обратных ускорений величину $1 J$ и сведем значения в таблицу 3.1.11:

$$t = 0,35 \cdot 5,90 = 2,07 \text{ с}$$

$$t = 0,3 \cdot 5,90 + 2,07 = 3,84 \text{ с}$$

$$t = 0,45 \cdot 5,90 + 3,84 = 6,49 \text{ с}$$

$$t = 0,7 \cdot 5,90 + 6,49 = 10,62 \text{ с}$$

$$t = 1,1 \cdot 5,90 + 10,62 = 17,11 \text{ с}$$

$$t = 1,8 \cdot 5,90 + 17,11 = 27,74 \text{ с}$$

$$t = 2,95 \cdot 5,90 + 27,74 = 45,14 \text{ с}$$

$$t = 5 \cdot 5,90 + 45,14 = 74,65 \text{ с}$$

Таблица 3.1.11 – Значения диапазона скоростей от времени и обратного ускорения

Диапазон скоростей, м/с	Время, с	$1 J$
0 - 8,69	2,07	0,35
0 - 14,59	3,84	0,3
0 - 20,49	6,49	0,45
0 - 26,40	10,62	0,7
0 - 32,30	17,11	1,1
0 - 38,20	27,74	1,8
0 - 44,10	45,14	2,95
0 - 50,00	74,65	5

Путь разгона:

$$v_{cp} = \frac{8,69}{2} = 4,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(14,59 - 8,69)}{2} + 8,69 = 11,64 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(20,49 - 14,59)}{2} + 14,59 = 17,54 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(26,40 - 20,49)}{2} + 20,49 = 23,44 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(32,30 - 26,40)}{2} + 26,40 = 29,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(38,20 - 32,30)}{2} + 32,30 = 35,25 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(44,10 - 38,20)}{2} + 38,20 = 41,15 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(50,0 - 44,10)}{2} + 44,10 = 47,05 \text{ м/с}$$

Строим график зависимости времени разгона от скорости автомобиля, представленный на рисунке Приложения А.

Значение t возьмем из таблицы 3.1.11.

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t$$

$$S_1 = 4,35 \cdot 2,07 = 9 \text{ м}$$

$$S_2 = 11,64 \cdot (3,84 - 2,07) + 9 = 29,6 \text{ м}$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,1 \text{ м}$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 172,9 \text{ м}$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,4 \text{ м}$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,1 \text{ м}$$

$$S_7 = 41,15 \cdot (45,14 - 27,74) + 738,1 = 1454,1 \text{ м}$$

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,5 \text{ м}$$

Таблица 3.1.12 – Значение для графика путь разгона

$v, \text{ м/с}$	$S, \text{ м}$	Время, с
0 - 8,69	9	2,07
0 - 14,59	29,6	3,84
0 - 20,49	76,1	6,49
0 - 26,40	172,9	10,62
0 - 32,30	363,4	17,11
0 - 38,20	738,1	27,74
0 - 44,10	1454,1	45,14
0 - 50,00	2842,5	74,65

На основании таблицы 3.1.12 строим графики зависимости пути разгона от скорости, представленный рисунком в Приложения А.

9. Мощностной баланс автомобиля

Мощностной баланс рассчитывается по формуле:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{\Pi} + N_B + N_{и} \quad (3.1.26)$$

где N_T – тяговая мощность, или мощность подводимая к ведущим колесам;

$N_{тр}$ – мощность, затрачиваемая на потери в трансмиссии;

$N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоления силы сопротивления качению колес;

$N_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление силы сопротивления подъему;

$N_B = P_B \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление силы сопротивления воздуха;

$N_{и} = P_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления инерции;

$N_d = P_d \cdot V = N_f + N_{\Pi}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Составим таблицу 3.1.13 мощностного баланса:

Таблица 3.1.13 – Мощностного баланс

$v, \text{ м с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_e, \text{ тыс. Вт}$	14754,7 2	31669,1 9	48646,5 2	63582,1 1	74378,6 2	78932,9 7	75145,1
$N_T, \text{ тыс. Вт}$	13574,3 4	29135,6 5	44754,8 0	58495,5 4	68428,3 3	72618,3 3	69133,4 9
$N_B, \text{ тыс. Вт}$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,1 6	31415,5 5	49901,4 4

Продолжение таблицы 3.1.13

$N_{д}$, тыс. Вт	1272,3 2	2756,4 8	4771,0 5	7209,29	10602,1 3	14631,1 6	20038,0 8
Сумма: $N_{в}, N_{д}$	1415,1 8	3927,9 4	8692,6 4	16523,7 7	28781,2 9	46046,7 1	69939,5 2
$(N_{в} + N_{д})/N_{т}$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01

По данным таблицы 3.1.13 строим график мощностного баланса, приведенный в Приложении А на рисунке.

10. Топливо-экономическая характеристика

$$q_{п} = \frac{k_{ск} \cdot k_{и} \cdot P_{д} + P_{и} \cdot g_{emin} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{т} \cdot \eta_{тр}} \quad (3.1.27)$$

где $k_{ск}$ – коэффициент который учитывает изменение эффективного расхода топлива в зависимости от частоты вращения;

$k_{и}$ – коэффициент, который учитывает изменение эффективного расхода топлива в зависимости от мощности двигателя;

g_{emin} – минимальный эффективный расход топлива. Принимаем равным 340 г/кВт ч;

$\rho_{т}$ – плотность топлива. Принимаем равной 0,72 кг/л.

Коэффициенты $k_{ск}$ и $k_{и}$ определяем по графикам.

Таблица 3.1.14 – Путевой расход топлива от движения автомобиля

$V, \text{ м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
ω_e/ω_N	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
k_{CK}	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_B + N_D)/N_T$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
$k_{и}$	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
$q_{п}$	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35

Результаты расчётов сведём в таблицу 3.1.14 и представляем в виде графика зависимости путевого расхода топлива от скорости движения автомобиля, представленным рисунком в Приложении А.

3.2. Выбор компоновочной схемы

LADA PRIORA легковые автомобиль, четырехдверный закрытый кузов типа "седан" и имеют два ряда сидений; имеют колесную формулу 4×2 , переднеприводный – двигатель, сцепление, коробка передач, главная передача и дифференциал расположены впереди, поперечное расположение двигателя относительно оси автомобиля, ведущий мост – передний.

3.3 Проектирование рулевого управления

Рулевое управление будет иметь телескопический рулевой вал с шлицевые соединения с прямобочным профилем зуба, которые надёжны и просты в изготовлении. Эти соединения применяются для подвижных и неподвижных соединений. Размеры и допуски взяты по данным «Основные нормы взаимозаменяемости. Соединение шлицевые прямобочные.» ГОСТ 1139—80 для средней серии (мм): $D - 12 \times 18 \times 22 \times 5$.

Исходные данные, которые потребуются для дальнейшего расчета рулевого вала:

- 1) Длина нижнего вала=60 мм
- 2) Длина нижнего вала=74 мм
- 3) Диаметр нижнего вала=16 мм
- 4) Диаметры верхнего вала: $D_{рв1}=25$ мм; $d_{рв1}=18$ мм
- 5) Радиус рулевого колеса=200 мм
- 6) КПД рулевого механизма и рулевого привода: $\eta_{рм}=0,75$ и $\eta_{рп}=0,85$
- 7) Передаточное число рулевого механизма и рулевого привода: $\mu_{рм}=16,4$ и $\mu_{рп}=0,95$
- 8) Давление в шинах $=1,8 \cdot 10^5$ Па
- 9) Масса на передней оси =907,8 кг

Момент сопротивления повороту управляемых колес неподвижного автомобиля находим по формуле:

$$M_c = \frac{\varphi_0}{3} \frac{\overline{Z_1^3}}{P_{ш1}}, \quad (3.3.1)$$

где $\varphi_0=0,9$ — коэффициент сцепления шин с дорогой при повороте колес на месте;

Z_1 — вертикальная реакция дороги на управляемый мост, Н;

$P_{u1}=1.8 \cdot 10^5$ Па — давление воздуха в шинах передней оси;

$Z_1=G_1$ — нагрузка на управляемый мост с учетом увеличения составит

$$G_1 = 1,5m_1g = 1,5 \cdot 907,8 \cdot 9,8 = 13344 \text{ Н.}$$

Тогда значение момента

$$M_c = \frac{0,9}{3} \frac{13344^3}{180000} = 1089,9 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.3.2)$$

При повороте управляемых колес на месте (асфальтобетонная поверхность) допустимое усилие на рулевом колесе [$P_{рк}$] не должно превышать 350 Н, условно принимаем величину [$P_{рк}$]=250 Н.

Усилие на рулевом колесе $P_{рк}$ определяем по следующему выражению:

$$P_{рк} = \frac{M_c}{\mu_{рм} \mu_{рп} \eta_{рм} \eta_{рп} r_{рк}} =$$
$$= \frac{1089,9}{16,4 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,85 \cdot 0,2} = 547,2 \text{ Н} > P_{рк} = 250 \text{ Н.} \quad (3.3.3)$$

Для уменьшения $P_{рк}$ до принятого допустимого значения необходимо увеличить радиус рулевого колеса или применить усилитель рулевого колеса.

Крутящий момент рулевого вала $M_{рв}$ при заданном значении радиуса рулевого колеса $r_{рк} = 0,2$ м:

$$M_{рв} = M_{рк} = P_{рк} r_{рк} = 547,2 \cdot 0,2 = 109,44 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.3.4)$$

3.4 Расчет рулевого вала на прочность

Напряжение кручения полого вала :

$$\tau = \frac{M_{pв} D_{pв}}{0.2 D_{pв}^4 - d_{pв}^4} = \frac{109.44 \cdot 0.025}{0.2 \cdot 0.025^4 - 0.018^4} = 47.89 \text{ МПа.} \quad (3.4.1)$$

Материал вала—стали 20,30,35,40,45; допускаемое напряжение кручения $[\tau]=100$ МПа.

Условие прочности соблюдается: $\tau=47.89$ МПа $< [\tau]=100$ МПа.

3.5 Применение дополнительных смазочных материалов

Применение пластичных смазок будет способствовать снижению износа шлицевых соединений карданных передач и повышению срока их службы.

Для смазывания шлицевых соединений карданных валов автомобилей применяют сложные по составу пластичные смазки. В качестве масляной основы смазок используются различные масла нефтяного и синтетического происхождения. Загустителями могут быть мыла жирных кислот, парафин, сажа и др. Содержание загустителя в пластичных смазках составляет 10-20%. Размеры частиц дисперсной фазы загустителя колеблются от 0,1 мкм до 10 мкм. Для улучшения противоизносных, противозадирных и консервационных свойств, в пластичные смазки добавляют присадки (до 5%).

Автозаводами рекомендуется для смазывания шлицевых соединений карданных валов являются Литол-24.

Литол-24 является унифицированной смазкой, обладает хорошей водостойкостью, выдерживает широкий диапазон температур и имеет хорошую механическую стойкость, при нагревании не упрочняется. В течение длительного времени сохраняет работоспособность при +130 °С.

В данном рулевом вале будет применяться смазка Литол-24.

4 Технологическая часть

4.1 Анализ технологичности конструкции рулевого вала

4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса

По количеству деталей базовый карданный вал имеет меньше деталей в сравнении с телескопическим карданным валом, но отличается лишь одно дополнительной деталью.

Не смотря на это, технология сборки проектируемого рулевого вала остается практически неизменной и несколько увеличивается время на сборку в сравнении с базовым валом.

4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции рулевого вала

Сборка карданного телескопического вала может выполняться отдельно от сборки автомобиля.

Возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия.

Карданный вал монтируется сначала на рулевую рейку и после этого соединяется с рулевой колонкой.

Возможность унификации деталей и единиц сборочных.

Использование простых сборочных приспособлений.

Используются таких приспособления как рабочий стол.

Возможность использования методов обеспечения точности.

4.2 Разработка технологической схемы сборки рулевого вала

Множество различных процессов, которые выполнять переработку материалов и полуфабрикатов, детали, узлы и механизмы на предприятии, называется производственным процессом.

Под производственный процесс можно понимать не только процессы, которые изменяют форму сырья и полуфабрикатов, но и сборку из них механизмов, а так же все вспомогательные процессы(производственный транспорт, подготовка инструментов, ремонт и обслуживание оборудования, контроль) при сборке, тоже входят в производственный процесс.

Технологический процесс сборки является последовательное соединение готовых деталей в узлы. Технологический процесс так же является частью производственного процесса.

Собранный механизм или машина – являющийся готовым изделием основного производства предприятия-изготовителя, имеет собственное заводское обозначение и наименование, например: “Автомобиль в сборе”.

Вместе с тем, в процессе сборки деталей в узлы появляются другие состояния сборки изделия с соответствующими обозначениями и наименованиями.

«Группа – сборочное целое, которая может выступать как самостоятельная организационная часть производства. Это может быть, например, двигатель в сборе, подвеска задняя в сборе».

«Группа, в свою очередь входит или в другую подгруппу, или непосредственно в изделие, например, группа коробка передач в сборе входит в двигатель с коробкой передач в сборе».

«Подгруппа - составная часть группы. Если она входит непосредственно в группу, её условно называют подгруппой первого порядка. Если же она входит в подгруппу первого порядка, то её называют подгруппой второго порядка. Соответственно могут быть подгруппы третьего и большего порядков,

следовательно, порядок входящей подгруппы на единицу больше базовой. Таким образом, изделие состоит из групп, группы состоят из подгрупп соответствующих порядков, подгруппы состоят из деталей».

Как уже было сказано, неотъемлемой частью формирования технологического процесса сборки изделия является разделение его на части. В связи с этим в изделии или узле различают конструктивные или сборочные элементы. При выделении сборочных элементов обязательным условием является возможность существования одного из них независимо от другого.

Конструктивные элементы не всегда бывают сборочными, и наоборот. Однако бывает их совпадение; в таком случае элемент называют конструктивно-сборочным.

Процесс комплектования сборочных элементов – сборочных единиц, изображается в виде схемы или последовательности сборочных операций, поясняющей в какой последовательности соответствующие сборочные единицы – группы, подгруппы и детали – представлены в технологическом процессе сборки.

На основе требований, указанных в чертежах деталей, наименования и количества деталей согласно спецификации, а также требований, которые должны быть обеспечены в процессе сборки узла – составляются маршрутные карты. Маршрутные карты являются связующим документом для операционных карт.

Под операцией понимают законченную часть процесса обработки на одном месте и за одну единицу времени. В операцию входят процессы обработки и вспомогательные приёмы (обезжиривание, позиционирование, удаление литников и заусенцев).

Совокупность маршрутных и операционных карт, карт замеров и карт контроля – составляет общий технологический процесс изготовления и сборки изделия – и является основным средством регламентации производственного процесса.

4.2.1 Составление перечня сборочных работ

Перечень сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки и данные по нормированию всех необходимых видов работ сводим в таблицу 16.

Таблица 16 - Наименование сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
1	2	3
1.Сборка телескопического карданного рулевого вала		
1	Взять две части (верхнюю и нижнюю) телескопического вала и провести визуальный осмотр	0,3
2	Нанести пластическую смазку Литол-24 на шлицы вала	0,5
3	Соединить две части телескопического вала	0,5
4	Взять крестовину и провести визуальный осмотр	0,3
5	Надеть сальники на оси крестовина	0,5
6	Поместить крестовину в вилку верхней части вала	0,3
7	Взять подшипник крестовины и провести визуальный осмотр	0,3
8	Запрессовать подшипник на ось крестовины сверху и снизу	1

Продолжение таблицы 16

9	Взять передний карданный вал и провести визуальный осмотр	0,3
10	Соединить передний карданный вал и телескопический вал	0,3
11	Запрессовать подшипники справа и слева на оси крестовика	1
12	Провести пункты 4-11 с нижней частью телескопического вала и задним карданным валом	4
Всего $t_{оп}$		9,3

4.2.2 Расчет трудоемкости сборки рулевого вала

Все время на все виды работ по сборке задней подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 9,3 \text{ мин}$$

Сумма трудоемкость сборки рулевого вала:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 9,3 + 9,3 \cdot (2 + 4) \cdot 100 = 9,86 \text{ мин},$$

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

β – часть оперативного времени затрачиваемого на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем $\beta = 4\%$.

4.3 Составление маршрутной технологии

Технологический маршрут процесса сборки рулевого вала представлен в виде таблицы 17.

Таблица 17 – Схема маршрутной технологии

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Используемая приспособления, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
005	Сборка телескопического карданного рулевого вала	Взять две части (верхнюю и нижнюю) телескопического вала и провести визуальный осмотр Нанести пластическую смазку Литол-24 на шлицы вала Соединить две части телескопического вала Взять крестовину и провести визуальный осмотр Надеть сальники на оси крестовина Поместить крестовину в вилку верхней части вала		9,3

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
		<p>Взять подшипник крестовины и провести визуальный осмотр</p> <p>Запрессовать подшипник на ось крестовины сверху и снизу</p> <p>Взять передний карданный вал и провести визуальный осмотр</p> <p>Соединить передний карданный вал и телескопический вал</p> <p>Запрессовать подшипники справа и слева на оси крестовика</p> <p>Провести пункты 4-11 с нижней частью телескопического вала и задним карданным валом</p>	<p>Приспособление для запрессовки</p> <p>Приспособление для запрессовки</p>	

5 Анализ экономической эффективности объекта

В данной части представляется ценность экономической эффективности модернизации рулевого управления. Базовый узел, а именно карданный вал рулевого управления, имеет надежную конструкцию и отвечает всем техническим требованиям. Существуют конструкции более современные, которые не только выполняют конструкторские и технические требования, но и также обеспечивают гораздо выше безопасность водителя.

Целью модернизации является замена существующего карданного вала рулевого управления на телескопический вал для повышения травмобезопасности автомобиля. За счет того, что вал имеет возможность при лобовом столкновении складываться, это должно значительно повысить пассивную безопасность автомобиля. Для предотвращения или снижения получения серьезных травм водителем.

5.1 Расчет себестоимости проектируемого телескопического рулевого вала.

Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого телескопического вала были получены от руководителя дипломного проекта и консультанта кафедры управления инновациями и маркетинг и сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого телескопического рулевого вала

Программа выпуска изделия, годовая	V _г	шт.	150000
Коэффициент страховых взносов в Пенсионный фонд России, Федеральный фонд обязательного	Кс.в.	%	30

медицинского страхования, Фонд социального страхования			
Коэффициент общезаводских расходов	Еоб_зав.	%	200

Продолжение таблицы 5.1

Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	Е_ком	%	5
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	Е_обор	%	175
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	К _{тзр}	%	145
Коэффициент цеховых расходов	Е_цех	%	125
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	Е_инс	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	К_рент	%	40
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	К_вып	%	12
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	К_перм	%	23

Расчет покупных полуфабрикатов производится по формуле:

$$\Sigma \Pi u = \Sigma \text{Ц}_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100, \quad (5.1.1.)$$

Где - Ц_i – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.

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

Таблица 5.1.2 – Расчет затрат на покупку полуфабрикатов

Применяемые	Кол-во	Стоимость средняя	Сумма,
-------------	--------	-------------------	--------

полуфабрикаты		одной штуки, руб.	руб.
Телескопический вал	1	2100	2100
Крестовина в сборе	2	180	360

Продолжение таблицы 5.1.2

Карданная вилка	2	450	900
Транспортно-заготовительные расходы			0,145
Всего:			3360,145

Основную заработную плату производственных рабочих рассчитываем по следующей формуле:

$$Z_o = Z_m(1 + K_{\text{прем}}/100), \quad (5.1.2.)$$

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

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 5.1.2 – Расчет затраты основную заработную плату производственных рабочих

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Сборочные	4	7,2	80,06	12
Контрольные	4	2,1	80,06	0,35
Итого:				12,35
Премияльные				2,84

Основная зарплата				15,19
-------------------	--	--	--	-------

Дополнительная заработная плата производственных рабочих выполняется по формуле:

$$Z_{доп} = Z_o \times K_{вып} = 15,19 \times 0,12 = 1,82 \quad (5.1.3)$$

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

Расчет Страховых взносов выполняется по формуле:

$$C_{с.в.} = Z_o + Z_{доп} \times K_{с.в.} = 15,19 + 1,82 \times 0,3 = 5,1 \text{ руб,} \quad (5.1.4)$$

где $K_{с.в.}$ - Коэффициент страховых взносов, %.

Цеховые расходы выполняется по формуле:

$$C_{цех} = Z_o \times E_{цех} = 15,19 \times 1,25 = 18,98 \text{ руб} \quad (5.1.5)$$

где $E_{цех}$ - коэффициент цеховых расходов, %.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования выполняется по формуле:

$$C_{сод.обор.} = Z_o \times E_{обор.} = 15,19 \times 1,75 = 26,58 \text{ руб} \quad (5.1.6)$$

где $E_{обор.}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

Расходы на инструмент и оснастку выполняется по формуле:

$$C_{инстр} = Z_0 \times E_{инстр} = 15,19 \times 0,03 = 0,46 \text{ руб} \quad (5.1.7)$$

где $E_{инстр}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %.

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{цех с/с} = \Pi_{и} + Z_0 + Z_{доп} + C_{с.в.} + C_{содобор} + C_{цех} + C_{инстр}, \quad (5.1.8)$$

$$C_{цех с/с} = 3360,15 + 15,19 + 1,82 + 5,1 + 18,98 + 26,58 + 0,46 = 3428,28 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы выполняются по формуле:

$$C_{об.завод} = Z_0 \times \frac{E_{об.завод}}{100} = 15,19 \times \frac{200}{100} = 30,38 \text{ руб.} \quad (5.1.9)$$

где $E_{об.завод}$ – коэффициент общезаводских расходов, %.

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{об.завод с/с} = C_{об.завод} + C_{цех с/с} \quad (5.1.10)$$

$$C_{об.завод с/с} = 3428,28 + 30,38 = 3458,66 \text{ руб.}$$

Расчет коммерческих расходов выполняется по формуле:

$$C_{ком} = C_{об.завод с/с} \times \frac{E_{ком}}{100}, \quad (5.1.11)$$

где $E_{ком}$ – коэффициент коммерческих расходов, %.

$$C_{ком} = 3458,66 \times \frac{5}{100} = 172,93, \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{пол} = C_{об.завод с/с} + C_{ком}, \quad (5.1.12)$$

$$C_{пол} = 3428,28 + 172,93 = 3601,2 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле:

$$Ц_{отп.п.} = C_{пол.б.} \cdot (1 + K_{рент} / 100) \quad (5.1.13)$$

где $K_{рент}$ – коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %;

$$Ц_{отп.п.} = 3606,2 \cdot (1 + 0,4) = 5048,68. \quad (5.1.14)$$

Результаты расчета статей по себестоимости проектируемого рулевого телескопического вала заносим в таблицу 5.1.3.

Таблица 5.1.3 – Калькуляция себестоимости проектируемого рулевого телескопического вала

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (проект)	Затраты на единицу изделия (базовый)
Стоимость комплектующих изделий	$P_{и}$	3360,15	2760,15
Основная заработная плата производственных рабочих	$З_о$	15,19	15,19
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_{доп.}$	1,82	1,82
Отчисления в единый социальный налог	$C_{с.в.}$	5,1	5,1
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор.}$	26,58	26,58
Цеховые расходы	$C_{цех.}$	18,98	18,98
Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	0,46	0,46
Цеховая себестоимость	$C_{цех.с/с}$	3428,28	2828,28
Общезаводские расходы	$C_{об.завод.}$	30,38	30,38

Общезаводская себестоимость	$C_{об.заводо.с/с}$	3458,66	2858,6
Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	172,93	142,9
Полная себестоимость	$C_{пол.}$	3601,2	3001,6
Цена расчетная	$C_{РАС}$	5048	4202

5.2 Определении точки безубыточности

Для определения объема продаж, при котором организация будет способна покрыть все свои расходы без получения прибыли, используются аналитический и графический методы определения критического объема производства [10].

Точка критического объема производства зависит от трех факторов:

- продажной цены производимого продукта;
- переменных издержек производства, реализации и управления;
- фиксированных издержек производства, реализации и управления.

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

Точка безубыточности рассчитывает по формуле:

$$Ц_{отп} \cdot V_г = Z_{пост} + Z_{пер\ уд} \cdot V_г, \quad (5.2.1)$$

Где – $Ц_{отп}$ - цена продукции;

$V_г$ - объем производства;

$Z_{пост}$ - постоянные издержки;

$Z_{пер\ уд}$ – переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат:

$$Z_{пере.уд} = П_{и} + Z_о + Z_д + C_{со.в}, \quad (5.2.2)$$

$$Z_{\text{пере.уд}} = 3360,15 + 15,19 + 1,82 + 5,1 = 3382,26$$

На годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пере}} = Z_{\text{пере.уд}} \times V_{\Gamma}, \quad (5.2.3)$$

$$Z_{\text{пере}} = 3382,26 \times 150000 = 507339000$$

Определение постоянных затрат:

$$Z_{\text{пос.уд}} = C_{\text{содж.об}} + C_{\text{инс}} + C_{\text{цех}} + C_{\text{обощ.з}} + C_{\text{комер}}, \quad (5.2.4)$$

$$Z_{\text{пос.уд}} = 26,58 + 0,46 + 18,98 + 30,38 + 172,93 = 249,33.$$

На годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пос}} = Z_{\text{пос.уд}} \times V_{\Gamma}, \quad (5.2.5)$$

$$Z_{\text{пос}} = 249,33 \times 150000 = 37399500.$$

Определение амортизационных отчислений:

$$A_{\text{м.уд}} = C_{\text{содж.об}} + C_{\text{инс}} \times N_{\text{А}} \cdot 100, \quad (5.2.6)$$

Где $N_{\text{А}}$ – доля амортизационных отчислений, %.

$$A_{\text{м.уд}} = 26,58 + 0,46 \times \frac{20}{100} = 5,41.$$

Полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$C_{\text{-пол.г}} = C_{\text{-пол}} \times V_{\Gamma}, \quad (5.2.7)$$

$$C_{\text{пол.г}} = 3606,2 \times 150000 = 540930000$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = C_{\text{рас}} \times V_{\Gamma} = 5048,68 \times 150000 = 757302000 \quad (5.2.8)$$

Маржинальный доход рассчитаем по следующей формуле

$$D_{\text{марж}} = \text{Выручка} - Z_{\text{перем}} =$$

$$= 600000000 - 507339000 = 92661000. \quad (5.2.9)$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{\text{крит}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_{\text{рас}} - Z_{\text{пере,уд}}} = \frac{37399500}{5048.68 - 3382,26} = 22443.02, \text{ шт.} \quad (5.2.10)$$

Примем равным – 22445 штук.

Определим точку безубыточности графическим методом.

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемого изделия представлен на рисунке 8.

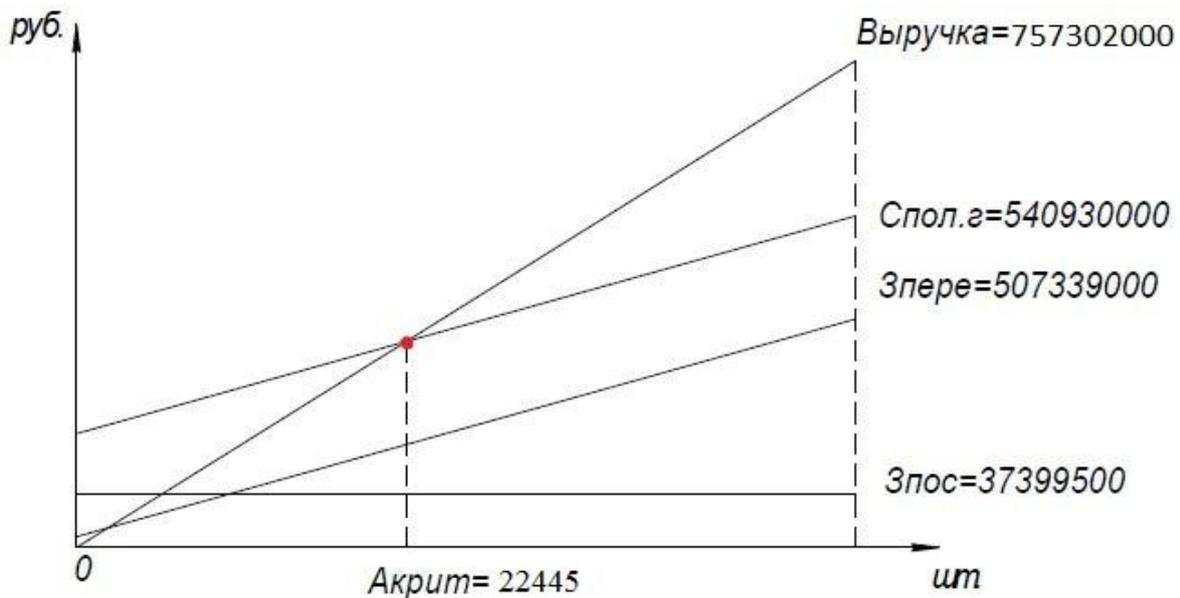


Рисунок 8 - График безубыточной точки объема производства проектируемого телескопического рулевого вала.

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

В качестве основных показателей, используемых для расчета эффективности инвестиционного проекта в целом, характеризующих с экономической точки зрения технические, технологические и организационные проектные решения, рассчитываются:

- 1) чистый доход;
- 2) чистый дисконтированный доход;
- 3) потребность в дополнительном финансировании
- 4) индексы доходности инвестиций;
- 5) срок окупаемости.

Условия финансовой реализуемости и показатели эффективности рассчитываются на основании денежного потока, конкретные составляющие которого зависят от оцениваемого вида эффективности [15].

Для определения объема продаж в течение расчетного периода вычисляется прирост объема производства по годам. Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно на Δ , которое рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{V_{\text{МАК}} - A_{\text{КРИТ}}}{n - 1} = \frac{150000 - 22445}{6 - 1} = 25511, \quad (5.3.1)$$

где $V_{\text{МАК}}$ – максимальный объем продукции, шт.;

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

n – количество лет, с учетом предпроизводственной подготовки.

а) выручка по годам:

$$V_{\text{прод}i} = A_{\text{крит}} + \Delta - \text{объем продаж в } i - \text{году}. \quad (5.3.2)$$

$$V_{\text{прод}1} = 22445 + 25511 = 47956;$$

$$V_{\text{прод}2} = 47956 + 25511 = 73467;$$

$$V_{\text{прод}3} = 73467 + 25511 = 98978;$$

$$V_{\text{прод4}} = 98978 + 25511 = 124489;$$

$$V_{\text{прод5}} = 124489 + 25511 = 150000.$$

Вычислим выручку по годам по формуле 5.2.8.

Базовый вариант:

$$\text{Выручка}_{16} = 4202 \times 47956 = 201511112;$$

$$\text{Выручка}_{26} = 4202 \times 73467 = 308708334;$$

$$\text{Выручка}_{36} = 4202 \times 98978 = 415905556;$$

$$\text{Выручка}_{46} = 4202 \times 124489 = 523102778;$$

$$\text{Выручка}_{56} = 4202 \times 150000 = 630300000.$$

Проектируемый вариант:

$$\text{Выручка}_{1n} = 5049 \times 47956 = 242129844;$$

$$\text{Выручка}_{2n} = 5049 \times 73467 = 370934883;$$

$$\text{Выручка}_{3n} = 5049 \times 98978 = 499739922;$$

$$\text{Выручка}_{4n} = 5049 \times 124489 = 567956961;$$

$$\text{Выручка}_{5n} = 5049 \times 135000 = 681615000.$$

б) Вычислим переменные затраты по годам по формуле 5.2.3.

Базовый вариант:

$$Z_{\text{перем } 1} = 2782 \times 47956 = 133413592;$$

$$Z_{\text{перем } 2} = 2782 \times 73467 = 204385194;$$

$$Z_{\text{перем } 3} = 2782 \times 98978 = 275356796;$$

$$Z_{\text{перем } 4} = 2782 \times 124489 = 346328398;$$

$$Z_{\text{перем } 5} = 2782 \times 150000 = 417300000.$$

Проектируемый вариант:

$$Z_{\text{перем } 1 \text{ п}} = 3382 \times 47956 = 162187192;$$

$$Z_{\text{перем } 2 \text{ п}} = 3382 \times 73467 = 248465394;$$

$$Z_{\text{перем } 3 \text{ п}} = 3382 \times 98978 = 334743596;$$

$$Z_{\text{перем } 4 \text{ п}} = 3382 \times 124489 = 421021798;$$

$$Z_{\text{перем } 5 \text{ п}} = 3382 \times 150000 = 507300000.$$

в) Вычислим постоянные затраты по формуле 5.2.4 и 5.2.5.

Базовый вариант:

$$Z_{\text{пос } б} = 219,3 \times 150000 = 32895000.$$

Проектируемый вариант:

$$Z_{\text{пос п}} = 249,33 \times 150000 = 37399500.$$

где V_{Γ} – максимальный объем продаж, шт;

г) Рассчитаем амортизационных отчислений по формуле 5.3.4.

$$A_M = A_{\text{м.уд}} \times V_{\Gamma} = 5,41 \times 150000 = 811500, \text{ руб,} \quad (5.3.4)$$

где V_{Γ} - максимальный объем продаж, шт;

Найдем амортизационные отчисления:

$$A_{\text{м.уд}} = C_{\text{содж.об}} + C_{\text{инс}} \times N_A / 100, \quad (5.2.6)$$

где N_A – доля амортизационных отчислений, %.

$$A_{\text{м.уд}} = 26,58 + 0,46 \times \frac{20}{100} = 5,41.$$

д) Рассчитаем полную себестоимость по годам:

$$C_{\text{пол } i} = Z_{\text{перем } i} + Z_{\text{пост}} \quad (5.3.5)$$

Базовый вариант:

$$C_{\text{пол } 1 \text{ б}} = 133413592 + 32895000 = 166308592;$$

$$C_{\text{пол } 2 \text{ б}} = 204385194 + 32895000 = 237280194;$$

$$C_{\text{пол } 3 \text{ б}} = 275356796 + 32895000 = 308251796;$$

$$C_{\text{пол } 4 \text{ б}}=346328398+32895000=379223398;$$

$$C_{\text{пол } 5 \text{ б}}=417300000+32895000=450195000.$$

Проектируемый вариант:

$$C_{\text{пол } 1 \text{ п}}=162187192+37399500=199586692;$$

$$C_{\text{пол } 2 \text{ п}}=248465394+37399500= 285864894;$$

$$C_{\text{пол } 3 \text{ п}}=334743596+37399500= 372143096;$$

$$C_{\text{пол } 4 \text{ п}}=421021798+37399500=458421298;$$

$$C_{\text{пол } 5 \text{ п}}=507300000+37399500=544699500.$$

е) Расчет общественный эффект, получаемый в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП.

Расчет величины пробега реализованных в i -году автомобилей находится по формуле:

$$L_i = L_{\text{ср}} \times V_i; \quad (5.3.6)$$

где $L_{\text{ср}}$ - величина пробега в год.

$$L_1 = 20000 \times 47956 = 959120000;$$

$$L_2 = 20000 \times 73467 = 1469340000;$$

$$L_3 = 20000 \times 98978 = 1979560000;$$

$$L_4 = 20000 \times 124489 = 2489780000;$$

$$L_5 = 20000 \times 150000 = 3000000000.$$

Возможное количество человек получающих ранения в ДТП, где ДТП_р равен 380000 км.; ДТП_с равен 1400000км. :

$$\text{ЧР}_1 = 959120000 / 380000 = 2524;$$

$$\text{ЧР}_2 = 1469340000 / 380000 = 3866;$$

$$\text{ЧР}_3 = 1979560000 / 380000 = 5209;$$

$$\text{ЧР}_4 = 2489780000 / 380000 = 6552;$$

$$\text{ЧР}_5 = 3000000000 / 380000 = 7894.$$

Возможное количество человек погибших в ДТП:

$$\text{ЧС}_1 = 959120000 / 1400000 = 685;$$

$$\text{ЧС}_2 = 1469340000 / 1400000 = 1049;$$

$$\text{ЧС}_3 = 1979560000 / 1400000 = 1413;$$

$$\text{ЧС}_4 = 2489780000 / 1400000 = 1778;$$

$$\text{ЧС}_5 = 3000000000 / 1400000 = 2142.$$

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

$$\text{Чр}_{mi} = \text{Чр}_i \times k_{c.m.}, \quad (5.3.7)$$

где $k_{c.m.}$ - доля травм людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма.

$$\text{Чр}_{m1} = 2524 \times 0,1 = 252;$$

$$\text{Чр}_{m2} = 3866 \times 0,1 = 386;$$

$$\text{Чр}_{m3} = 5209 \times 0,1 = 520;$$

$$\text{Чр}_{m4} = 6552 \times 0,1 = 655;$$

$$\text{Чр}_{m5} = 7894 \times 0,1 = 789.$$

$$\text{Чс}_{mi} = \text{Чс}_i \times k_{c.c.}, \quad (5.3.8)$$

где $k_{c.c.}$ - доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за неисправного исследуемого механизма.

$$\text{Чс}_{m1} = 685 \times 0,2 = 137;$$

$$\text{Чс}_{m2} = 1049 \times 0,2 = 209;$$

$$\text{Чс}_{m3} = 1413 \times 0,2 = 282;$$

$$\text{Чс}_{m4} = 1778 \times 0,2 = 355;$$

$$\text{Чс}_{м5} = 2142 \times 0,2 = 428.$$

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека:

$$\Delta \text{Н}_д = \frac{\text{П}_р}{\text{Ч}_{т.н.} L_1 - L_2} = \frac{13000000}{82 \times (60 - 30)} = 5220, \text{ млн. руб.} \quad (5.3.9)$$

Где $\text{П}_р$ – прибыль, полученная во всех отраслях экономики, млн.руб. ;

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

L_1 – Средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

L_2 – Пенсионный возраст.

Для дальнейшего расчета проведем классификацию ранений по степени тяжести:

1) Легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания не больше 28 дней;

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

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

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

Расчет общественного эффекта представим в таблице 5.3.1.

Таблица 5.3.1 – Расчет общественного эффекта

Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести и последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего	Экономия по группам раненых, тыс.руб.
		До мероприятия	После мероприятия				
Первый год							
Ранения	100%	252	214	37			
Легкие	71%	178	151	27	0,015	5220	2114
Тяжелые	29%	73	62	11	0,36		20671
Смертельные		137	116	20	1		107271
Итого:							130056
Второй год							
Ранения	100%	386	328	58			
Легкие	71%	274	232	42	0,015	5220	3288
Тяжелые	29%	112	95	17	0,36		31946
Смертельные		209	177	31			163647
Итого:							198881
Третий год							
Ранения	100%	520	442	78			
Легкие	71%	369	299	69	0,015	5220	5402
Тяжелые	29%	150	128	22	0,36		41342

Смертельн ые		282	239	42	1		219240
Итого:							265984
Четвертый год							
Ранения	100%	655	556	98			
Легкие	71%	465	394	70	0,015	5220	5481
Тяжелые	29%	189	161	27	0,36		52166
Смертель ные		355	301	54	1		281880
Итого:							339527
Пятый год							
Ранения	100%	789	670	119			
Легкие	71%	560	476	84	0,015	5220	6577
Тяжелые	29%	228	194	34	0,36		63892
Смертель ные		428	363	64	1		334080
Итого:							404549

Так как проектируемое изделие снижает только получаемый ущерб при ДТП, то общественная эффективность будет иметь следующий вид:

$$\mathcal{E}_{\text{общ } i} = \mathcal{E}_{\text{ДТП } i}. \quad (5.3.10)$$

з) Рассчитаем налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр}_{\text{обл } i} = \text{Выручка}_i - \text{С}_{\text{пол } i}, \quad (5.3.11)$$

Базовый вариант:

$$\text{Пр}_{\text{обл } 16} = 201511112 - 166308592 = 35202520;$$

$\text{Пр}_{\text{обл } 1 \text{ б}}=308708334-237280194=71428140;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 1 \text{ б}}=415905556-308251796=107653760;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 1 \text{ б}}=523102778-379223398=143879380;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 1 \text{ б}}=630300000-450195000=180105000.$

Проектируемый вариант:

$\text{Пр}_{\text{обл } 1 \text{ п}}=242129844-199586692=42543152;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 2 \text{ п}}=85069989;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 3 \text{ п}}=127596826;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 4 \text{ п}}=170123663;$

$\text{Пр}_{\text{обл } 5 \text{ п}}=212650500.$

Налог на прибыль взимается в размере 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$H_{\text{пр } i} = \text{Пр}_{\text{обл } i} \times 0.20 , \quad (5.3.12)$$

Базовый вариант:

$H_{\text{пр } 1 \text{ б}}=35202520 \times 0,20=7040504;$

$H_{\text{пр } 2 \text{ б}}=14285628;$

$H_{\text{пр } 3 \text{ б}}=21530752;$

$H_{\text{пр } 4 \text{ б}}=28775876;$

$H_{\text{пр } 5 \text{ б}}=36021000.$

Проектируемый вариант:

$H_{\text{пр } 1 \text{ п}}=42543152 \times 0,20=8508630;$

$H_{\text{пр } 2 \text{ п}}=17013997;$

$H_{\text{пр } 3 \text{ п}}=25519365;$

$H_{\text{пр } 4 \text{ п}}=34024732;$

$N_{\text{пр5п}}=42530100.$

и) Прибыль чистая по годам:

$$\text{Пр}_{\text{ч}i} = \text{Пр}_{\text{обл}i} - N_{\text{пр}i}, \quad (5.3.13)$$

Базовый вариант:

$$\text{Пр}_{\text{ч}1\text{б}}=35202020-7040504=28162016;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}2\text{б}}=57142512;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}3\text{б}}=86123008;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}4\text{б}}=115103504;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}5\text{б}}=144084000.$$

Проектируемый вариант:

$$\text{Пр}_{\text{ч}1\text{д}}=42543152-8508630=34034521;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}2\text{д}}=68055991;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}3\text{д}}=102077460;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}4\text{д}}=136098930;$$

$$\text{Пр}_{\text{ч}5\text{д}}=170120400.$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам составит:

$$\text{ЧД}_i = \text{Пр}_{\text{ч}i\text{д}} - \text{Пр}_{\text{ч}i\text{б}} + A_M + \text{Э}_{\text{общ}i}, \quad 5.3.14$$

$$\text{ЧД}_1=34034521-28162016+811500+130056=6814061;$$

$$\text{ЧД}_2=11923860;$$

$$\text{ЧД}_3=17031936;$$

$$\text{ЧД}_4=22146453;$$

$$\text{ЧД}_5=27252449.$$

Дисконтирование осуществляется путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{cti})^t}; \quad (5.3.15)$$

где: E_{cti} – процентная ставка на капитал;

t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

Определяя коэффициент дисконтирования, обычно исходят из гарантированного уровня рентабельности финансовых инвестиций, который обеспечивается государственным банком или операциями с ценными бумагами. Поскольку это табличные данные заносим их сразу в таблицу.

Рассчитываем дисконтированное сальдо потока реальных денег по формуле:

$$\text{ДСП}_{it} = \text{ЧД}_i \times \alpha_{ti} E_{cti}; \quad 5.3.16$$

$$\text{ДСП}_1 = 6814061 \times 0,909 = 6193981;$$

$$\text{ДСП}_2 = 11923860 \times 0,826 = 9849108;$$

$$\text{ДСП}_3 = 17031936 \times 0,751 = 12790984;$$

$$\text{ДСП}_4 = 22146453 \times 0,683 = 15126027;$$

$$\text{ДСП}_5 = 27252449 \times 0,621 = 16923770.$$

Потребность в капиталобразующих инвестициях рассчитываем по формуле:

$$J_o = K_{инв} \times C_{пол i}, \quad (5.3.17)$$

$$J_o = 0.022 \times 1708525480 =$$

где: $K_{инв}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций, равен.

Чистый дисконтированный доход рассчитываем по формуле:

$$\text{ЧДД}_i = \sum_{i=0}^t \text{ДСП } i t - J_o, \quad (5.3.18)$$

$$\text{ЧДД}_t = 322875204 - 37587561 = 285287643.$$

Индекс доходности инвестиций определяем по формуле:

$$JD = \frac{\text{ЧДД}_t}{J_o} = \frac{285287643}{37587561} = 7,58;$$

Находим срок окупаемости проекта

$$T_{\text{окуп}} = \frac{J_o}{\text{ЧДД}_t} = 0,131;$$

Результаты расчетов показателей коммерческой эффективности, проектируемого телескопического рулевого вала, сводятся в таблицу 5.3.1.

Таблица 5.3.1 – Показатели коммерческой эффективности проектируемого телескопического вала

Наименование показателей	ГОДЫ				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Объем продаж, (шт.)	44956	67467	89978	112489	135000
Расчетная цена за единицу продукции, (руб.)	5049				
Выручка, (руб.)	226982844	340640883	454298922	567956961	681615000
Переменные затраты, (руб.)	152041192	228173394	304305596	380437798	456570000

Амортизация, (руб.)	811500				
Постоянные затраты, (руб.)	37399500				
Полная себестоимость, (руб.)	189440692	265572894	341705096	417837298	493969500
Налогооблагаемая прибыль, (руб.)	37542152	75067989	112593826	150119663	187645500
Налог на прибыль, (руб.)	7508430	15013598	22518765	30023933	37529100
Прибыль чистая, (руб.)	30033722	60054391	90075060	120095730	150116400

Продолжение таблицы 5.3.1

Текущий чистый доход, (руб.)	30845222	60865891	90886561	120907230	150927900
Коэффициент дисконтирования при $E_{сн-1}$ (10%)	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
Дисконтированное сальдо потока реальных денег, (руб.)	28038306	50275226	68255807	82555807	82579638
Капиталообразующие инвестиции, (руб.)	37587561				
Суммарное					

дисконтированное сальдо, (руб.)	322875204
Чистый дисконтированный доход	285287643
Индекс доходности инвестиций	7,58
Срок окупаемости	0,13

Затем строится график соотношения между объемом производства и прибылью рисунок 5.3.1.

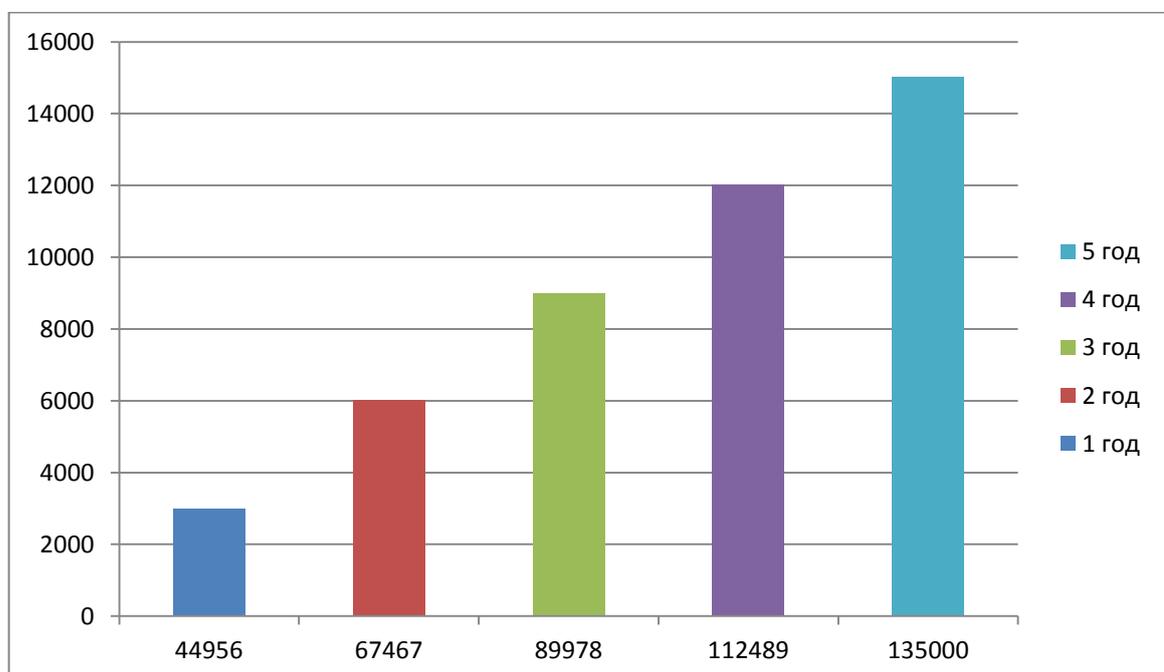


Рисунок 5.3.1 – Соотношение объема производства и прибыли

5.4 Выводы

В заключении делаем следующие выводы. Телескопический рулевой вал является важным узлом входящим в состав рулевого управления, он не только позволяет управлять движением автомобиля, но и способен уберечь водителя от получения серьезных или тяжелых травм. Я считаю внедрение такого агрегата в производство целесообразно и весьма выгодно. Объем производства в год может составлять 150 000 штук. По расчету полная себестоимость составляет 3606,2 руб., в том числе цеховые, общезаводские и коммерческие расходы составили 222,29 руб. (6 %), стоимость комплектующих изделий – 3360,15 руб. (93 %), зарплата производственных рабочих – 17,01 руб. (1 %). Из этого следует, что для понижения стоимости телескопического рулевого вала следует снизить стоимость закупки комплектующих изделий.

Для оценки любого бизнес-проекта на уровень инвестиционной привлекательности следует рассмотреть следующие показатели: чистый дисконтированный доход, индекс доходности и дисконтированный период окупаемости.

1. Чистый дисконтированный доход есть одна из важных целей в развитии предприятия, и характеризует прирост экономических возможностей предприятия, нужно оценить и провести анализ полученной величины ЧДД. Основная цель данного показателя - дать ясное понимание того, стоит ли вкладывать средства в тот или иной инвестиционный проект. Это дает потенциал увидеть реальную картину вещей и ту выгоду, которую можно получить от реализации каждого проекта. Инвестор видит прибыль реально, а значит, без сомнений может отдать предпочтение тому или иному проекту - тому, у которого ЧДД выше. В нашем положении это 285 млн. руб.

2. Индекс доходности инвестиций показывает относительную «отдачу» проекта и тесно связан с чистым дисконтированным доходом. Показатель индекс доходности является фундаментальным в системе выбора инвестиционного проекта, он позволяет провести сравнительный анализ

инвестиционных проектов различных по масштабу. Если показатель больше 1, то инвестиционный проект принимается для дальнейшего инвестиционного анализа. У нас он равен 7,58 - значит инвестиционный проект рентабельный.

3.Срок окупаемости - период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции. У нас срок окупаемости проекта равен 0,13 (чуть больше месяца). Проект является мало рискованный.

Разработка конструкторской документации и внедрение домкратов в производство влечет за собой снижение себестоимости продукции, что позволяет увеличить дополнительную прибыль от реализации.

Можно сделать вывод о целесообразности и экономической эффективности данной разработки.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1.1 Анализ безопасности модернизации рулевого управления.

Транспортные колесные средства играют огромную роль в жизнедеятельности человека. Перевозка грузов и пассажиров сильно облегчается с появлением транспортных средств. Несмотря на всю полезность, они являются источником опасности жизни, как для водителя и его пассажиров, так и для других участников движения. Поэтому требования к безопасности и конструкции автомобиля с каждым годом повышаются.

В данной проектной работе мной идет разработка модернизации рулевого управления путем внедрения вместо карданного вала карданного телескопического вала. Данная конструкция должна повысить пассивную безопасность транспортного средства. Все нормы безопасности транспортного средства были мной рассмотрены и указаны в разделе 1.2, а именно привила ЕЭК ООН о травмобезопасности рулевого управления.

Все технические требования к данному узлу описаны в ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытания». На основе данного документа проверке подлежат следующие величины:

- стабилизация рулевого управления;
- усилие на рулевом колесе;
- устойчивость при испытании «рывок»;
- управляемость и устойчивость при испытании «поворот» и «переставка».

6.1.2 Организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Место по сборке данного узла должно соответствовать всем требованиям безопасности. Технический объект выпускной квалификационной работы характеризуется прилагаемым технологическим паспортом представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Сборка карданного телескопического вала	Смазка трущихся поверхностей	Слесарь 4-разряда		Литол-24
	Сборка телескопического вала		Фиксирующее устройство	
	Запрессовка подшипников карданного соединения		Фиксирующее устройство, приспособление для запрессовки	

На данном объекте происходит сборка карданного телескопического вала для дальнейшего монтажа его на автомобиль. Так как, конструкция проектируемого вала не сильно отличается от базового, то можно сделать

вывод, что требования по обеспечению безопасности и экологичности объекта будут выполняться.

Описание рабочего места, где происходит сборка карданного телескопического вала, также представлена схемой местом сборки карданного телескопического вала (рисунок 1), сборка производится одним рабочим, место оборудовано приспособлениями для фиксации, столами хранения документации, малогабаритными изделиями и тарой для готовых рулевых валов.

После сборки рулевого вала остается упаковочный материал, который убирается производственным транспортом. Готовые карданные телескопические вала укладываются в тару для готовых рулевых валов.

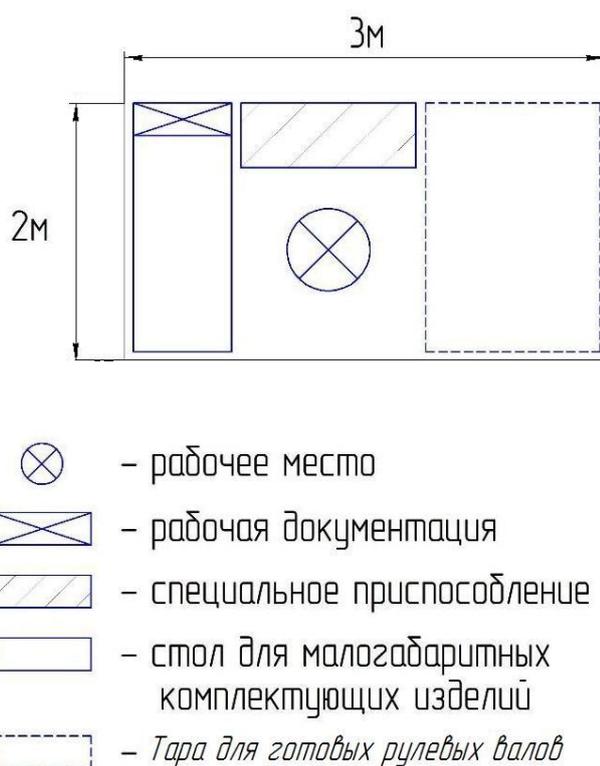


Рисунок 1. Схема места сборки карданного телескопического вала

6.2. Идентификация профессиональных рисков

Таблица 2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-техническая и/или эксплуатационно-техническая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Сборка рулевого вала	Подвижные части деталей и приспособления, острые кромки и заусенцы на деталях, монотонность труда	Инструменты, детали, однообразность труда
Комплектация рабочего места	Столкновение с транспортом	Производственный транспорт

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-74 все опасные и вредные факторы были проанализированы, если не превышать продолжительность вредных производственный фактором, то можно избежать возможность заболевание или снижение работоспособности.

Рабочий так же подвержен и опасным факторам, в случаи которых приводит к травме и другим ухудшениям здоровья.

Но в целом, по анализу профессиональных рисков, если будут соблюдены техника безопасности, то рабочее место безопасно.

6.3. Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3 – Организационно-технические методы и технические средства устранения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Подвижные части деталей и приспособления	Соблюдение техники безопасности	Спецодежда, специализированная обувь
Острые кромки и заусенцы	Обработка поверхностей, работа в перчатках	Защитные перчатки
Монотонность труда	Перерывы	
Столкновение с транспортом	Предупреждающие знаки, разметка безопасных зон, отдельные дороги для работников и транспорта	

В соответствии с ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» все средства индивидуальной защиты должны отвечать требованиям данного регламента. Исправность оборудования и соответствие требований ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» вполне могут обеспечить защиту здоровья сотруднику.

6.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества государства от пожаров».

Возникновение пожара влечет за собой ущерба здоровью и жизни, а так же имуществу. Должны соблюдаться требования нормативных документов в области пожарной безопасности, таких как:

- а) ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент «О требованиях пожарной безопасности»;
- б) Постановление правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме»;
- в) «ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

6.4.1. Идентификация опасных факторов пожара

Классификацию опасных факторов пожара – используемую при обосновании разрабатываемых мер пожарной безопасности, необходимых для обеспечения эффективной защиты людей и материального имущества при пожаре.

Все сведения занесены в таблицу 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Таблица 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Место сборки рулевого вала	Столы с фиксирующим устройством	D	Пламя и искры, тепловые потоки, повышение окружающие среды, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)	опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара
	Тары для отходов	D,A		
	Тара для готовых изделий	D		
	Тары с заготовками	D		

6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта.

Все организационно-технических методы и технические средства должны соответствовать действующим нормативным документам, которые приведены в разделе 6.4.

Таблица 5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожаротушения автоматизированные	Пожарно-оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители(ОУ-2,ОУ-80)	Пожарные автомобили(основные и специальные)	Пожарные гидранты			Планы эвакуации, пути эвакуации	Баки с песком, гарпуны, топоры, ведра	Дымные датчики

6.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара.

Для предотвращения пожаров и опасных факторов, способствующих возникновению пожара все сотрудники должны пройти инструктаж по пожарной безопасности, иметь осторожность при работе на своем месте работы, знать, как действовать при возникновении чрезвычайных ситуациях. Все основные положения изложены в Постановление правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме».

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности сведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Использование упаковочных материалов	Удаление упаковочных материалов с места сборки	Отсутствие упаковочных материалов на месте сборки

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

При сборке проектируемого рулевого вала используются материалы: Сталь 45, Литол-24, акрилатный каучук, упаковочные материалы. Во время сборки рулевого вала излишки всех этих материалов должны быть собраны и утилизированные для предотвращения загрязнения окружающей среды в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления".

Проведена идентификация возникающих негативных экологических факторов, результаты которой занесены в таблицу 7.

Таблица 7- Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Отходы процесса сборки вала	Остатки пластичной смазки, частицы металла, упаковочный материал	Отсутствуют	Загрязнение вредными веществами	Загрязнение вредными веществами

Результаты разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым техническим объектом сведены в таблицу 8.

Таблица 8 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сборка рулевого вала
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу и литосферу	Предотвращение образование отходов, максимальное использование материалов, утилизация отходов процесса сборки

6.6 Заключение

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика производственно-технического процесса сборки карданного телескопического рулевого вала, перечислены технологические операции, используемое техническое оборудование, материала, которые используются при данном техническом процессе (таблица 1).

Проведена идентификация возникающих профессиональных рисков во время сборки рулевого вала. В качестве опасных и вредных производственно-технических факторов идентифицированы следующие: подвижные части деталей и приспособления, острые кромки и заусенцы на деталях, монотонность труда, столкновение с производственным транспортом.

Подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты для работников, осуществляющих производственно-технологический процесс (таблица 3).

Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара (таблица 4). Разработанные технические средства и организационные меры по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице 5. Разработанные организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта удовлетворяют действующим нормативным требованиям (таблица 6).

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса (таблица 7) и разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности на заданном техническом объекте, согласно действующим требованиям нормативных документов (таблица 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы была разработка модернизированного рулевого управления с травмобезопасным телескопическим валом для автомобиля второго класса. Для этого в ходе выполнения дипломного проекта были произведены следующие работы:

- определены назначение, классификация рулевого управления и предъявляемые к ним требования;
- произведен обзор конструкций рулевого управления и обозначены тенденции их развития;
- произведен выбор и обоснование проектируемого варианта конструкции рулевого управления;
- выполнен тягово-динамический расчет легкового автомобиля 2ого класса;
- произведен расчет усилия на рулевом колесе при повороте на месте;
- рассчитаны параметры прочности рулевого вала;
- разработан технологический процесс сборки рулевого механизма;
- подтверждена коммерческая эффективность проекта и определены затраты на производство;
- разработан комплекс мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

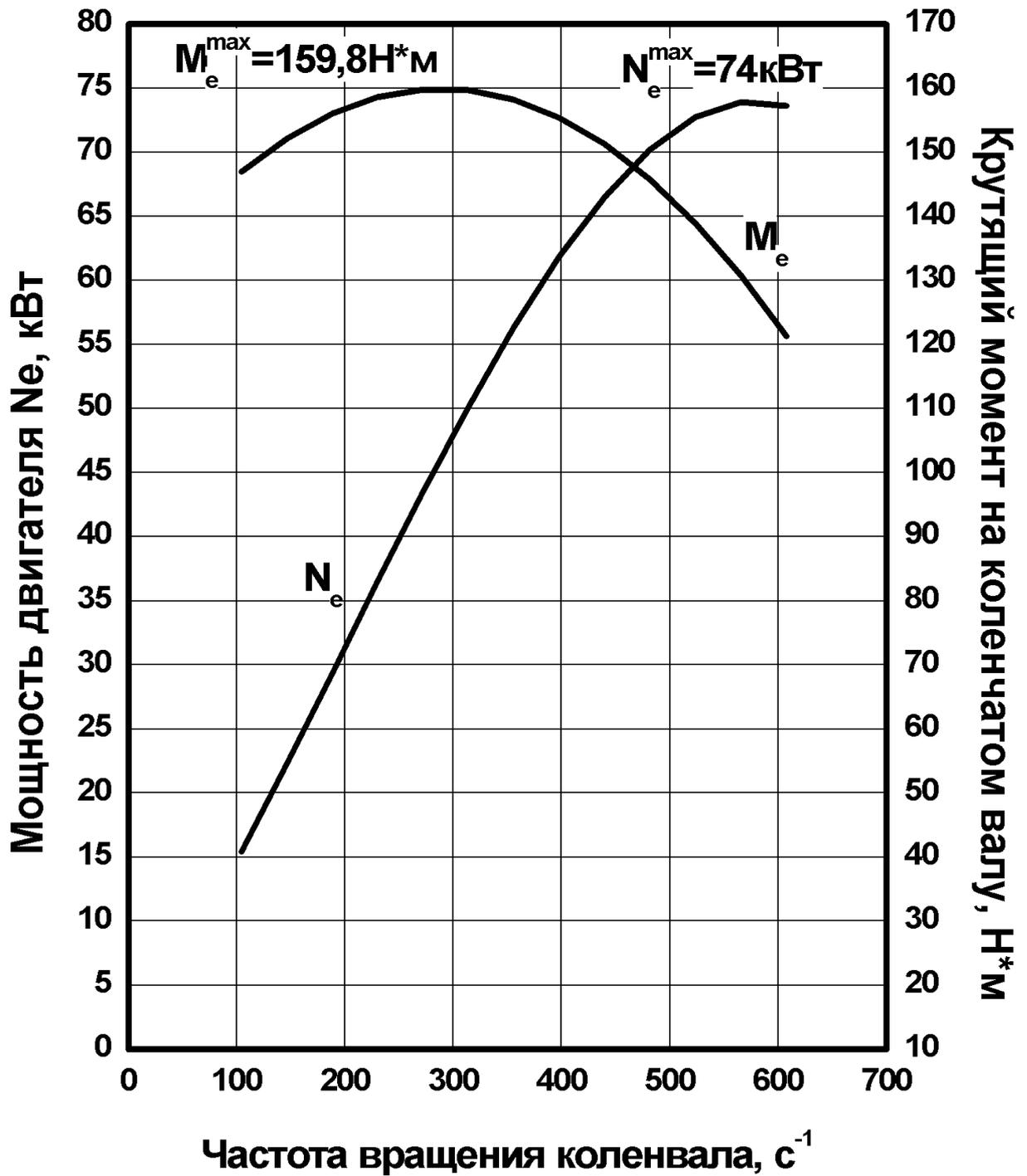
1. Черепанов Л.А «Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля» 2001г.
2. Анурьев В.И. «Справочник конструктора – машиностроителя» 1982г.
3. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А. «Конструирование и расчет автомобиля» 1984г.
4. Гришкевич А.И. «Конструкция, конструирование и расчет автомобиля» МН Высшая школа 1987 г.
5. Малкин В.С. «Конструкция и расчет автомобиля» КуАИ 1978 г.
6. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета.-М.: Машиностроение, 1989.-304с.
7. Лысов М.И. «Машиностроение» 1972 г. 2 изд-е.
8. Чайковский И.П., Саломатин П.А. Рулевые управления автомобилей. -М.: Машиностроение, 1987.-176с.
9. Валхламов В.К. «Автомобили основы конструкции» 2-е издание 2006г.
10. Экономика предприятия / В.Я.Хрипач, А.С.Головачев, И.В.Головачева и др.; Под ред. В.Я.Хрипача; Академия управления при Президенте Республики Беларусь. Кафедра экономики и организации производства. - Мн., 1997.- 448 с.
11. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учеб. пособие для вузов / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов и др.; Под ред. Н.С. Сачко, И.М. Бабука. – Мн.: Выш.шк., 1988.- 272 с.
12. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов. Под. ред. Беклешова В.К. – М.: Высшая школа, 1991.

13. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. (Утверждены Госстроем, Министерством экономики, Министерством финансов и Госкомпромом РФ №ВК 477 от 21 июня 1999 г.).
14. Экономика предприятия. Часть 3. Продукция предприятия. : Учеб. пособие /Ершов В.Ф., Камалетдинов Р.Н., Краюхин Г.А. и др.: СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2001. – 184 с.
15. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / Л. А. Михайлов [и др.] ; под ред. Л. А. Михайлова. - 2-е изд. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Питер, 2013. - 460 с. : ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 456-460 . - Прил.: с. 442-455. - ISBN 978-5-496-00054-3
16. Валова В. Д. (Копылова). *Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Д. Валова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дашков и К°, 2013. - 359 с. : ил. - ISBN 978-5-394-01752-0.*
17. Гордиенко В. А. Экология : базовый курс для студентов небиологических специальностей : учеб. пособие для вузов / В. А. Гордиенко, К. В. Показеев, М. В. Старкова. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 633 с. : ил. - Библиогр.: с. 626-627. - Краткий глоссарий: с. 585-612. - Персоналии: с. 613-625. - ISBN 978-5-8114-1523-6 .
18. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль : учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 153 с. : ил. - Библиогр.: с. 119-120. - Прил.: с. 121-153. - 79-47.
19. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Грачев [и др.]. - 2-е изд., перераб. - Москва : ПожКнига, 2012. - 190 с. - (Пожарная техника). - ISBN 978-5-98629-039-3.

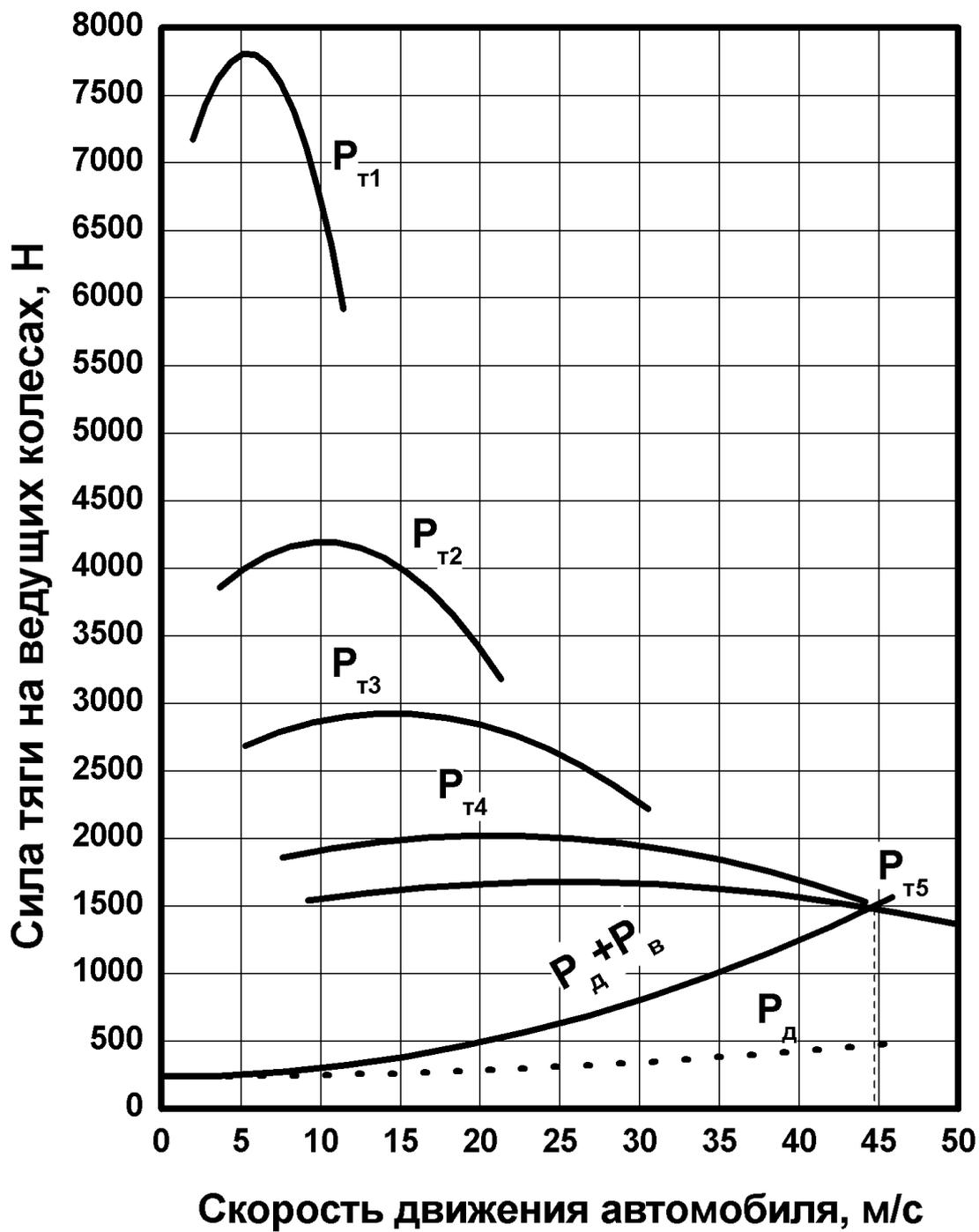
20. Fossier S., “An experimental evaluation of the effects of periodic motor vehicle inspection on accident rates,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 24, no. 6, pp. 599–612, 1992.
21. Wang CH, Meng GY, Zhou ZW. Modal analysis of car the steering column based on ANSYS. *J Green Sci Technol* 2009; 12: 261–263.
22. Van Schoor O., Van Niekerk J. L., and Grobbelaar B., “Mechanical failures as a contributing cause to motor vehicle accidents—South Africa,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 33, no. 6, pp. 713–721, 2001.
23. Gillespie T. D., *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, Society of Automotive Engineers, 1992.
24. Dixon J. C., *Tyres, Suspension and Handling*, Society of Automotive Engineers, Michigan, Mich, USA, 1996.
25. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пос. для вузов. 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 207 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

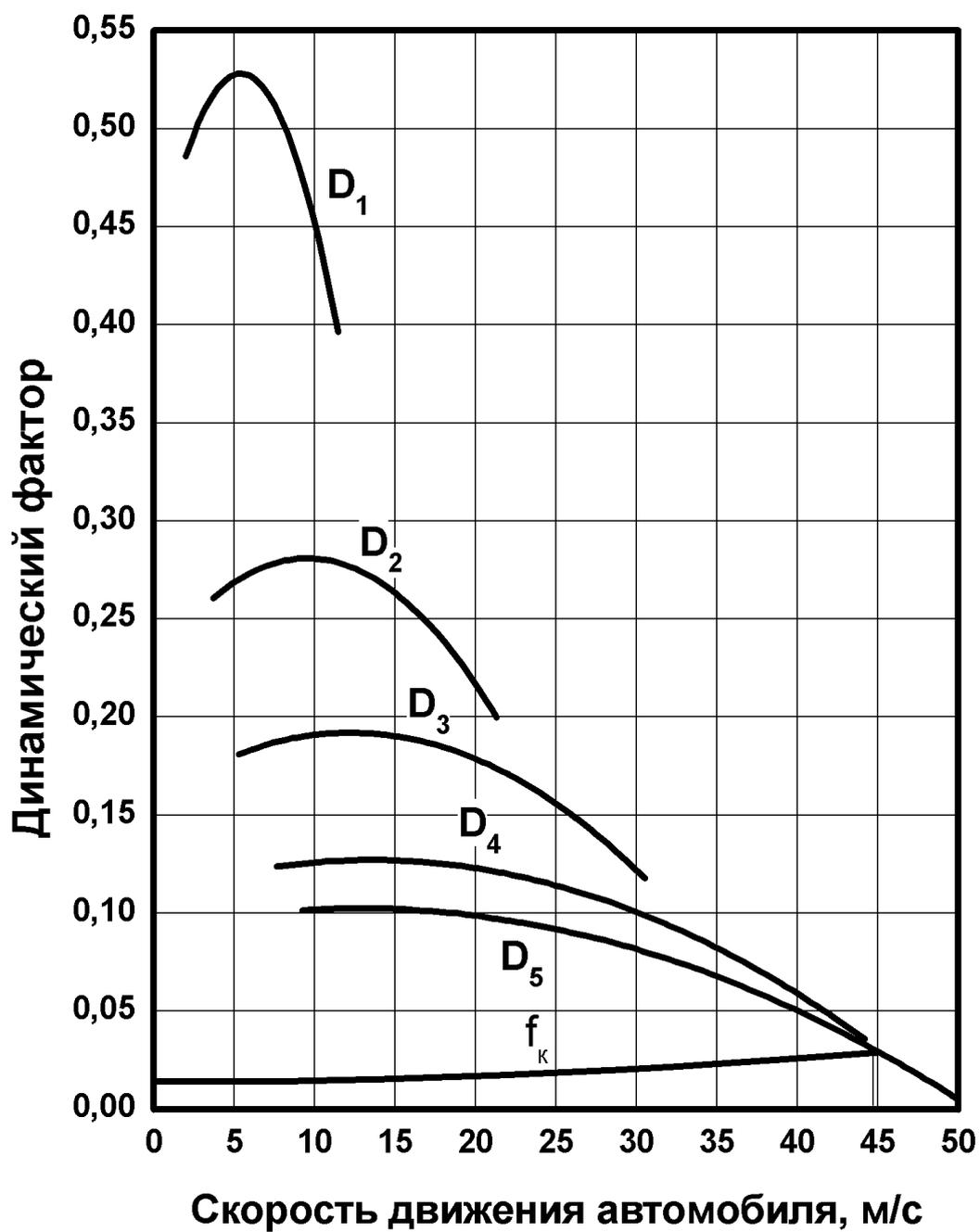
Внешняя скоростная характеристика (ВСХ)



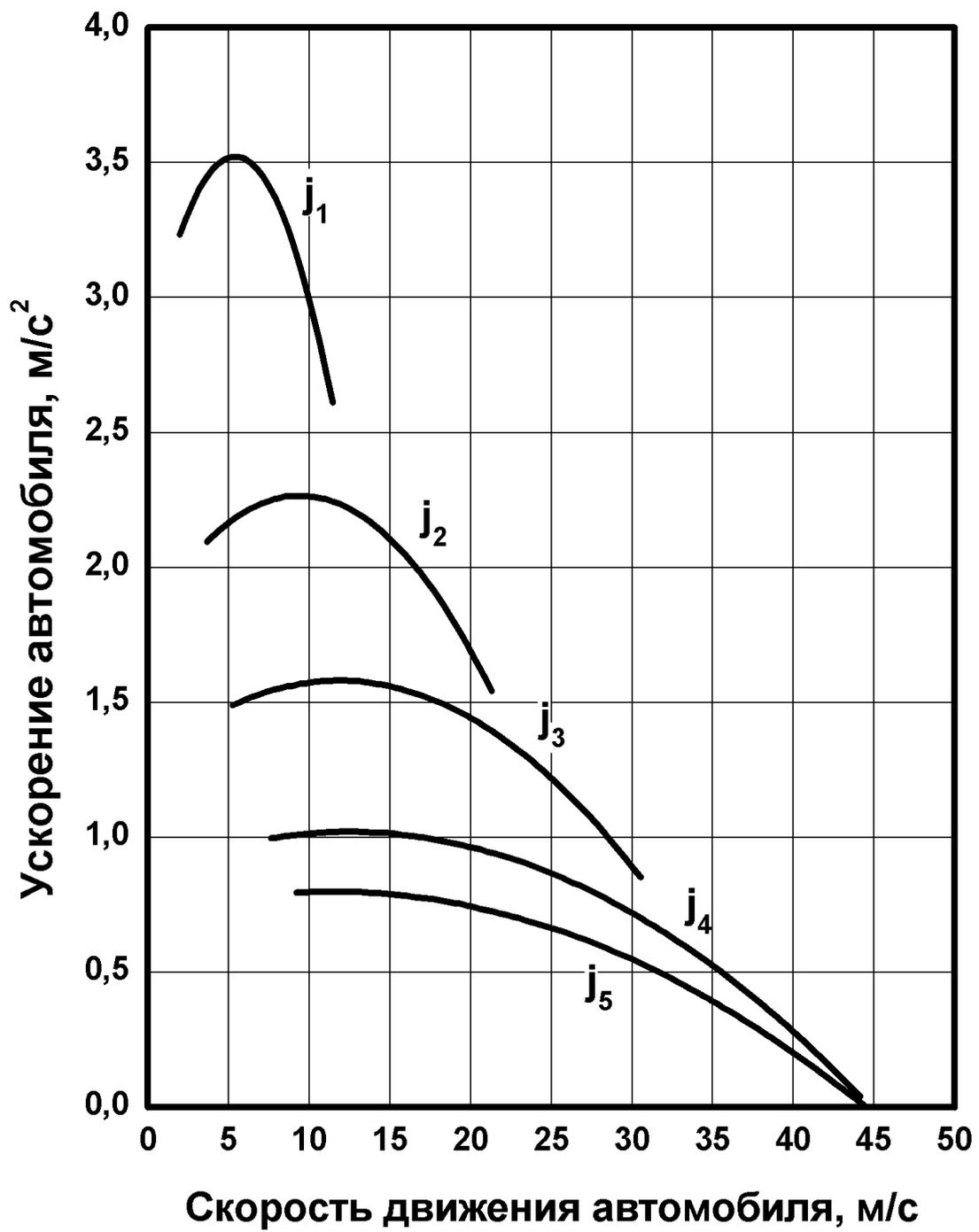
Тяговый баланс



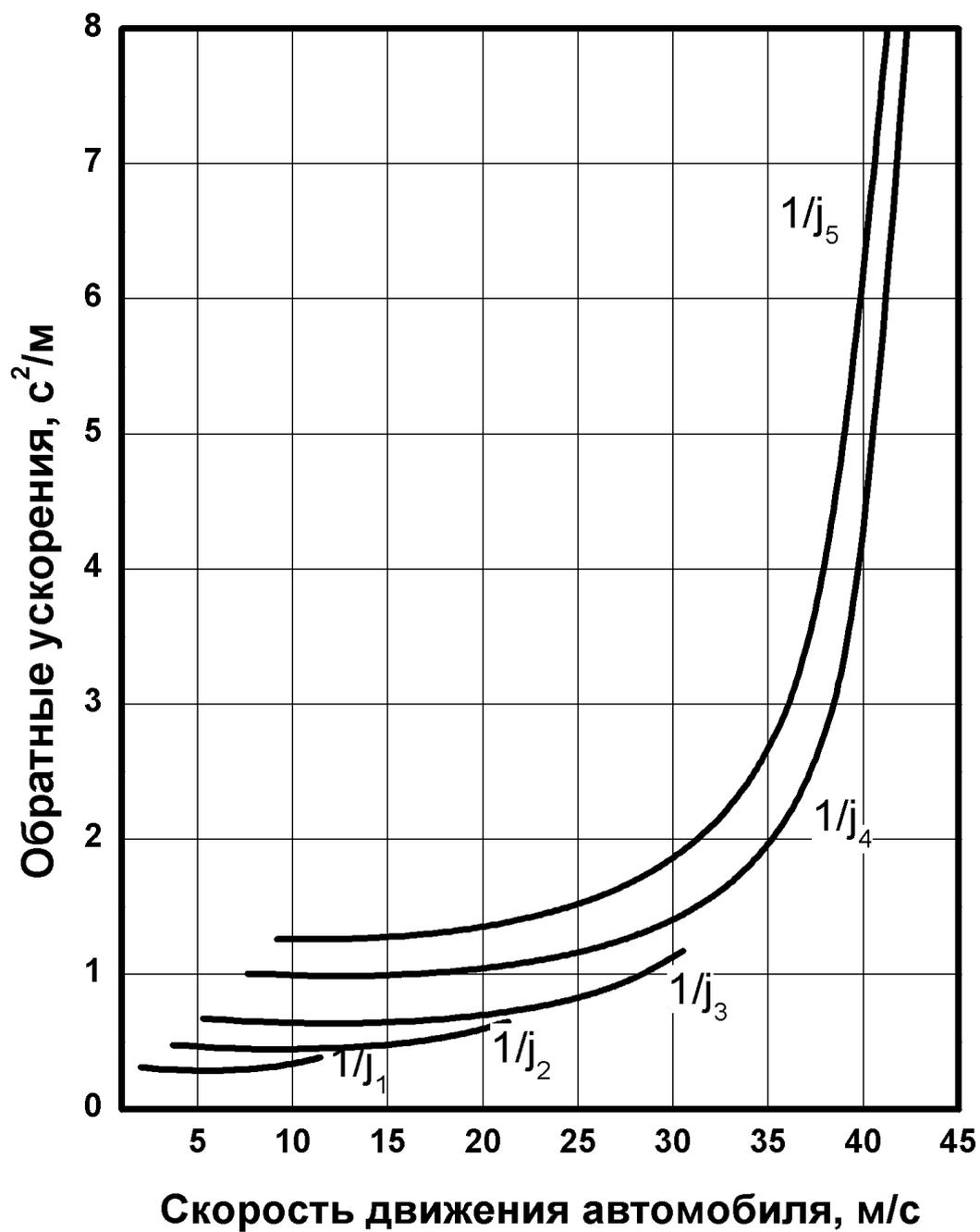
Динамическая характеристики



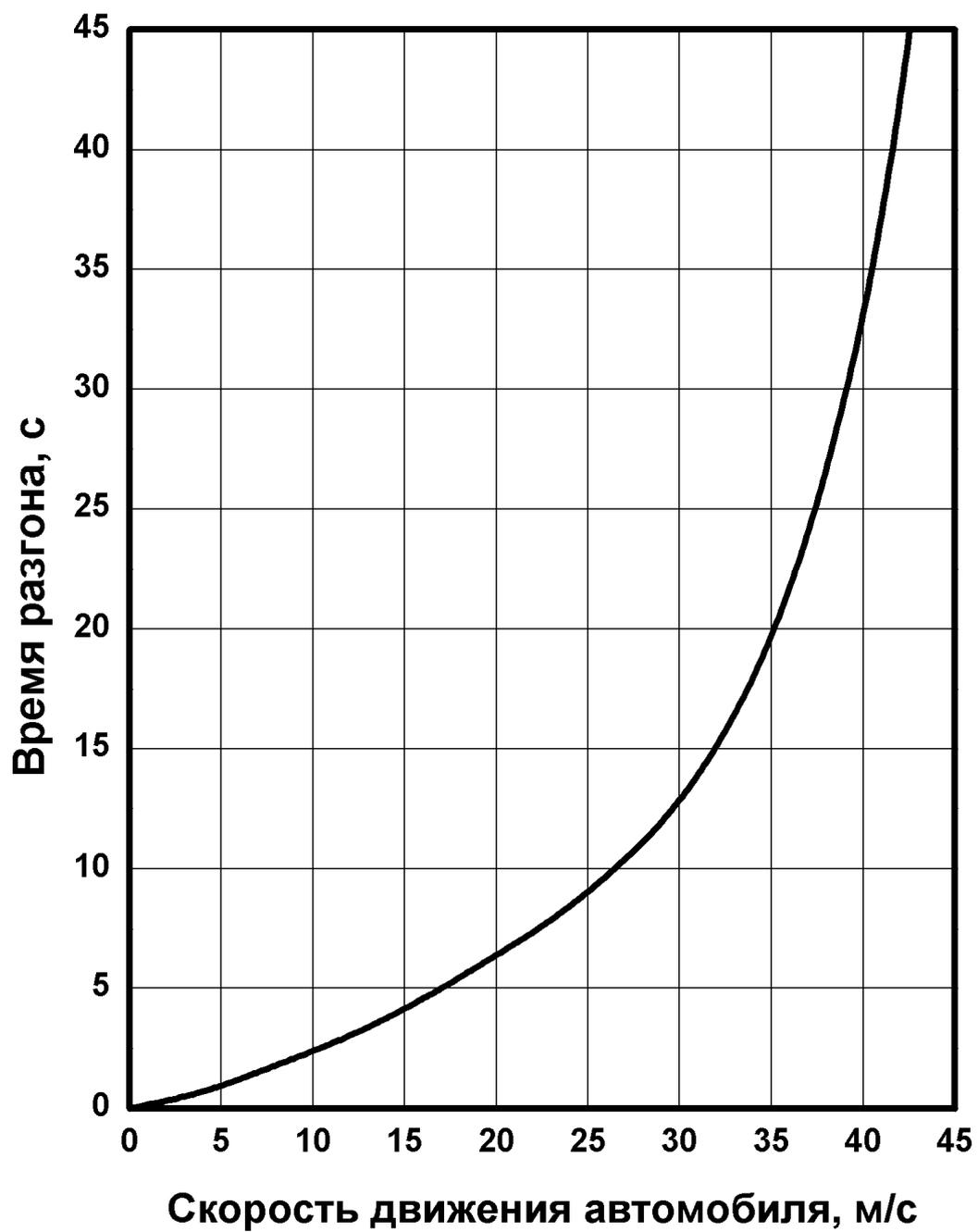
Ускорения



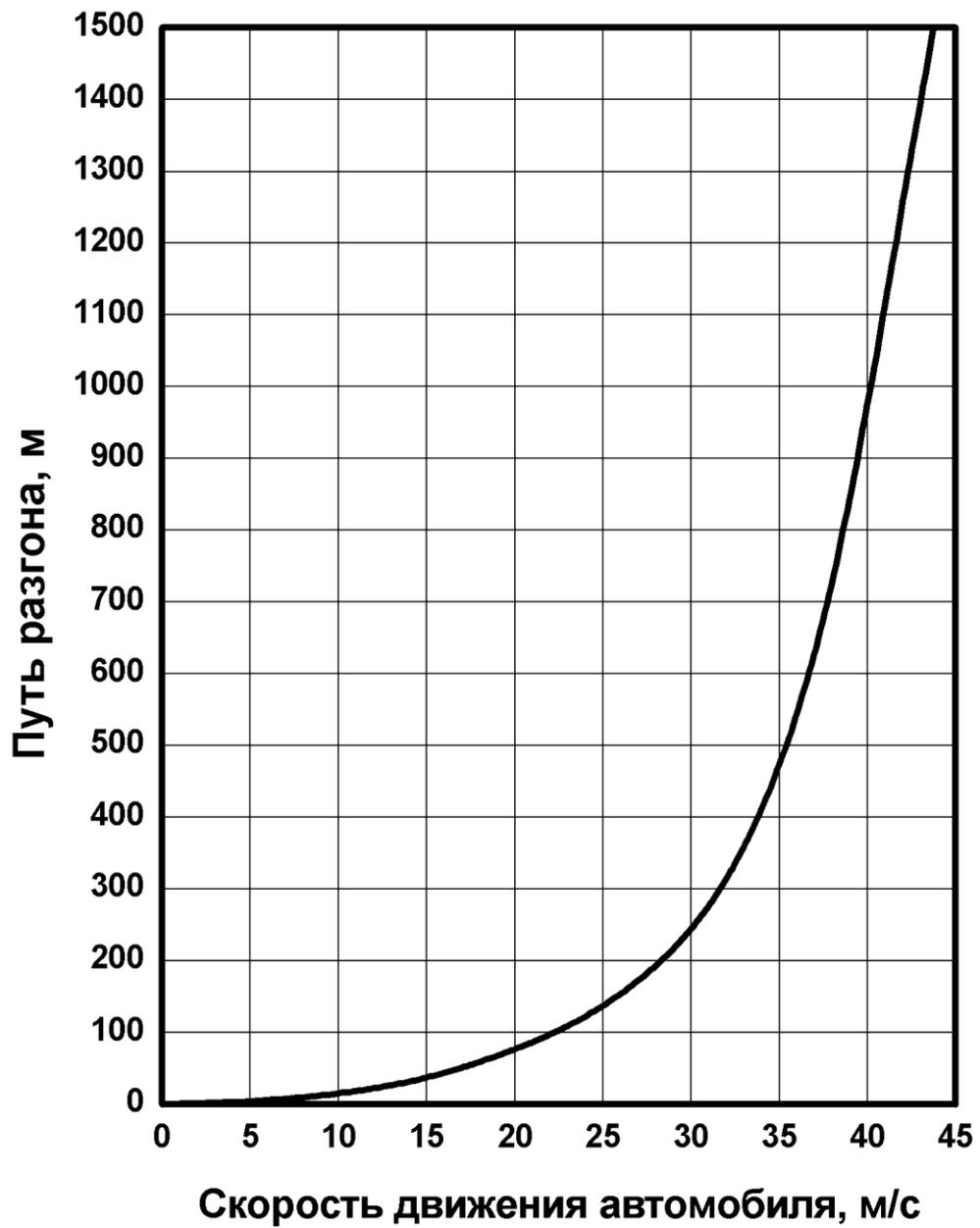
Обратные ускорения



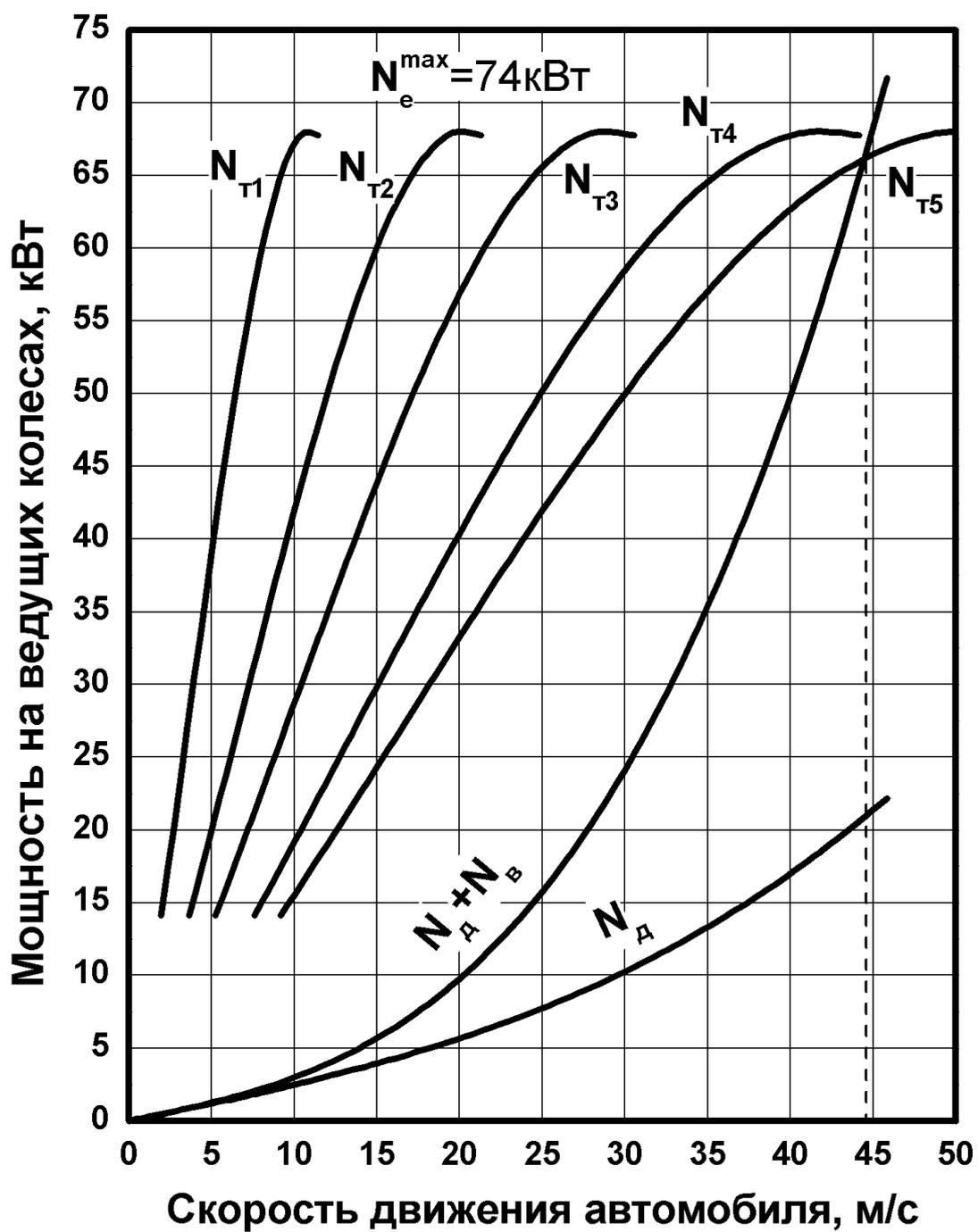
Время разгона



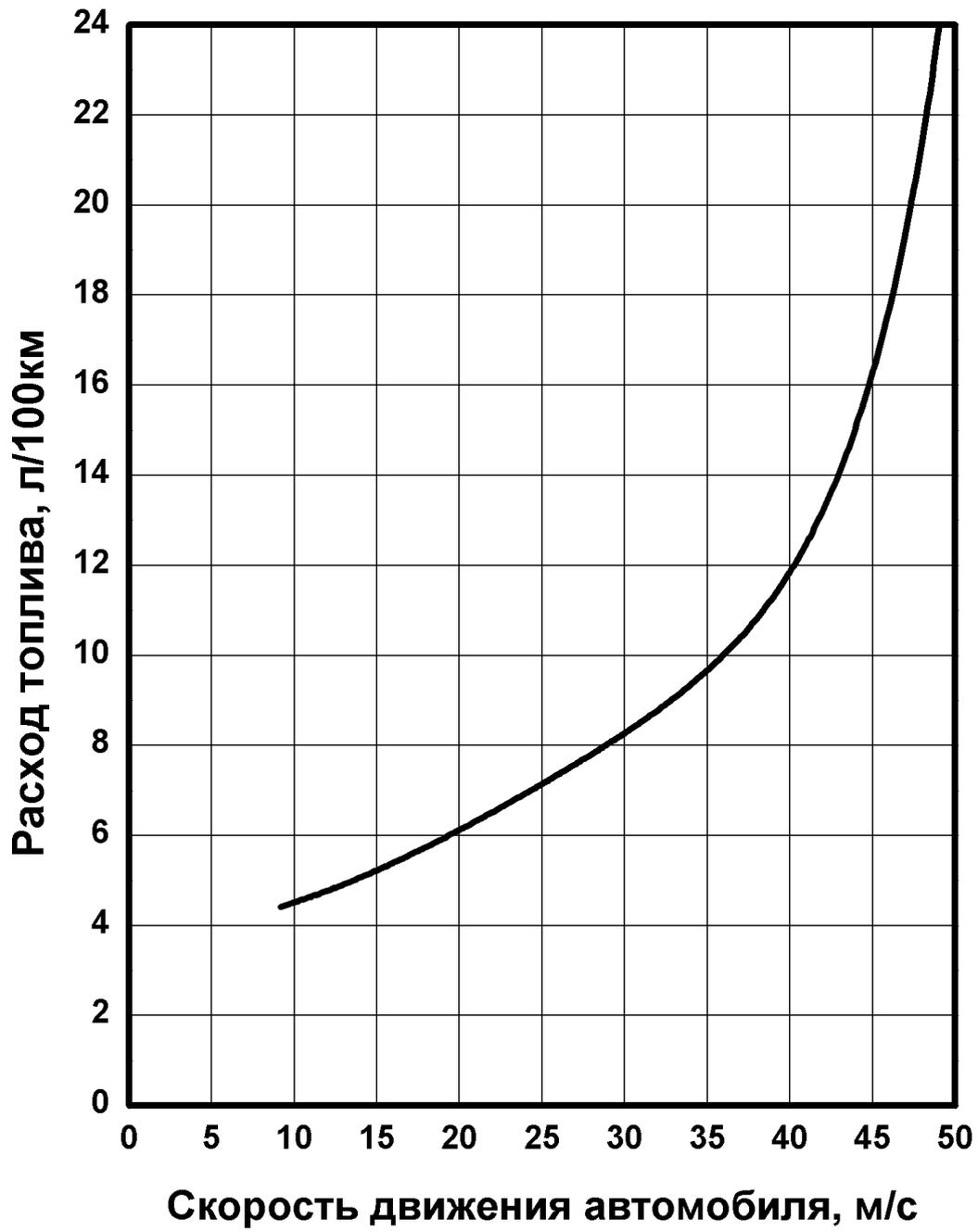
Путь разгона



Мощностной баланс



Расход топлива



ПРИЛОЖЕНИЕ Б