

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей  
(наименование 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-го класса.  
Модернизация рулевого управления

Студент

В.М. Голуб

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.С. Соломатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

     20      г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Название дипломного проекта: Переднеприводный автомобиль 2 класса.  
Модернизация рулевого управления

Целью проекта является улучшение управляемости автомобиля.

Я описываю конструкцию рулевого механизма, провожу классификацию, произвожу обзор основных тенденций в модернизации рулевого управления.

Дипломный проект состоит из 98 страниц, включая расчеты, таблицы, 2 приложения и графическую часть в объеме 9 листов А1.

Ключевой темой диплома является эксплуатация и характеристики рулевого механизма автомобиля.

Дипломный проект разделена на 4 основных частей. В первой части указывается назначение подвески автомобиля, классификация с обзором текущих разработок, а так же обзор основных направлений в разработке рулевых механизмов в настоящее время.

Вторая часть содержит инженерные расчеты, такие как тягово-динамический расчет автомобиля, выбор компоновочной схемы объекта, расчет параметров зацепления механизма шестерня-рейка, расчёт параметров шестерни рулевого механизма, расчёт усилия на рулевом колесе.

В третьей части описываются правила безопасности во время сборки на сборочном участке.

В четвертой части производится расчет себестоимости проектируемой единицы и точки безубыточности проекта, подтверждается экономическая эффективность модернизации.

В конце проекта я прихожу к выводу, что данная модернизация может быть реализована в текущем массовом производстве.

## **ABSTRACT**

The title of the thesis is: "The front car 2 class. Steering Modernization "The aim is to improve drivability.

The design of the steering mechanism, spend classification, of major trends in the steering are designed and represented.

The thesis consists of 98 pages, including calculations, tables, graphics and 2 applications in the amount of the 9-sheet A1.

The a key theme of the diploma is the exploitation and the steering mechanism of the vehicle characteristics.

The thesis is divided into 4 main sections. The first part indicates the appointment of a vehicle suspension, the classification of an overview of the current developments, as well as an overview of the main trends in the development of steering mechanisms now.

The second part contains engineering calculations, such as dynamic calculation towing vehicle, the selection circuit layout object, calculation parameters engagement mechanism "Pinion" calculation steering gear parameters, the calculation effort on the steering wheel.

The third part describes the security rules during the assembly on the assembly site.

The fourth part the projected unit cost and break-even point of the project, the economic efficiency of modernization has been can calculated.

The suggested modernization has been proved and can be realized in the current mass production.

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение рулевого управления автомобиля.....	6
1.2 Требования, предъявляемые к рулевому управлению.....	6
1.3 Классификация конструкций рулевого управления.....	8
1.4 Обзоры тенденции развития конструкций рулевого управления.....	8
1.5 Выбор обоснование проектируемого варианта.....	14
2 Конструкторская часть.....	15
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	16
2.2 Выбор компоновочной схемы объекта.....	28
2.3 Расчет параметров зацепления механизма шестерня-рейка .....	30
2.4 Расчёт параметров шестерни рулевого механизма.....	36
2.5 Расчёт усилия на рулевом колесе.....	39
3 Безопасность и экологичность объекта.....	41
4 Экономическая эффективность проекта.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	66

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля. Из-за увеличения плотности трафика и увеличения динамики трафика эти системы становятся все более сложными. Длительное вращение рулевого колеса и оказывают непосредственное влияние на безопасность дорожного движения, а также косвенную передачу с дороги на силу водителя, что приводит к повышенной усталости и плохому вниманию. Для этого в современной автомобильной промышленности было улучшено качество потребительского управления. Точность рулевого управления, информативность и эргономика определяются динамикой общего ускорения, плавности или комфорта автомобиля, который не менее оценивается потребителем при выборе автомобиля.

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное в автомобилях как опция за дополнительную плату, установленное в большинстве автомобилей как стандарт, существенно не увеличило их стоимость, в основном это касается подушек безопасности и рулевого управления.

Цель этого проекта - повысить маневренность автомобилей второго класса, сократив количество оборотов рулевого колеса с его крайнего положения.

### **1 Состояние вопроса**

## **1.1 Назначение рулевого управления автомобиля**

Рулевое управление-набор устройств, которые управляют направлением движения автомобиля при воздействии на рулевое колесо.

Цель рулевого управления-преобразовать угол поворота рулевого колеса в угол рулевого колеса и предоставить информацию о направлении движения автомобиля водителю. [3]

## **1.2 Требования к рулевому управлению**

Функциональные и экономические требования, а также требования к надежности и безопасности предъявляются к дизайну автозапуска.

Особое внимание уделяется формированию требований к надежности, так как в случае ошибки деталей вероятность возникновения чрезвычайной ситуации довольно высока. Учитывая высокую скорость, а также растущую динамику автомобильного движения, эта ситуация не только приводит к повреждению транспортного средства, но и приводит к травмам участников дорожного движения. На этапе проектирования конструктор должен строго регулировать момент затяжки, используя стопорную шайбу, штифт или Самоконтрящуюся гайку для обеспечения надежности всех резьбовых соединений. Для элемента передачи силы, как тяговое усилие, вращения рукоятки, петли и т. д. для материалов с большим удлинением выбрать. Это устраняет разрушение деталей и в случае чрезмерной нагрузки, оставляя пластиковый элемент деформации. [4]

Для рулевой колонки и рулевого колеса действуют особые требования к безопасности трамваев. Таким образом, ось рулевого колеса должна быть в случае аварии.

Возможность изгиба или выключения, в то время как остальная часть рулевой колонки, в свою очередь, не должна препятствовать этому процессу. При ударе рулевое колесо должно деформироваться и поглощать передаваемую ему энергию. Разрушение рулевого колеса с острыми краями и образование грязи не допускается. Механизм рулевого управления должен свести к минимуму игру. С этой целью механизм компенсации вводится в

конструкцию или может быть легко устранен.

Экономические требования к системе рулевого управления такие же, как и для большинства систем транспортных средств: рост и вес, снижение затрат, упрощение проектирования, производства и сборки.

Одним из функциональных требований рулевого управления является простота в эксплуатации. Этот параметр оценивается силой на рулевом колесе. Различные режимы работы Force-значение параметра OST27. 001. 487-88 " управляемости и стабильности автомобиля. Общие технические требования." Таким образом, для автомобиля с рулевым механизмом этот расход не должен превышать 60N. Если индикатор привода должен быть на 10...20N, и в случае отказа усилителя не должно быть больше 300Н.

Также благодаря стабильности Radverstellung управлять, т. е. они будут освобождены, когда рулевое колесо возвращается в положение, чтобы обеспечить линейное движение. По словам GOST37. 001. Термины 487-88, когда рулевое колесо возвращается, исключается вибрация и не разрешено более одного перехода через нулевую зону.

Информативное управление должно осуществляться за счет монотонно увеличивающейся силы на рулевом колесе, боковое ускорение увеличивается до 4. 5 М/с. Эта ситуация тоже в вышеуказанных ГОСТ. Кроме того, сила, передаваемая с дороги на рулевое колесо на управляемые колеса, должна быть предотвращена, а также во всех видах спорта и условиях колес без собственной вибрации. Угол поворота также строго регулируется в зависимости от категории автомобиля.

В дополнение к вышеуказанным юридическим требованиям, необходимо также предоставить нерегулируемые потребительские характеристики. Это включает в себя рулевое управление для точности и бесперебойной работы. Обеспечение оптимальных налоговых характеристик на этапе проектирования и разработки практически невозможно, поэтому их достижения часто выполняются на этапе завершения.

### **1.3 Классификация рулевого управления**

Рулевое управление автомобиля может быть классифицировано в соответствии с методом поворота, типом рулевого механизма, принципом работы и типом усилителя.

Существует несколько способов изменения направления движения:

Из-за поворота колеса;

- Через ось вращения;

Складывая рамку

С тех пор 3 метода используются только в специальных приложениях. Дальнейшая классификация и проверка конструкции будут даны для способа изменения направления движения контролируемых колесами.

Существуют следующие типы рулевого механизма:

- шестерня-рейка;

- глобоидальный червяк-ролик;

- винт-шариковая гайка.

В зависимости от типа водителя усилители рулевого управления классифицируются следующим образом:

- электрический.;

- гидравлика.;

- электрогидравлика

Адаптивные и неадаптивные усилители рулевого управления классифицируются по принципу работы.

#### **1.4 Обзор и тенденции развития конструкций рулевого управления**

Конструкция рулевого управления может быть классифицирована в соответствии с типом рулевого механизма и типом усилителя.

По типу механизма: направляющая шестерни, рифленый винтовой валик и винтовая шариковая гайка.

В современных автомобилях на наиболее широко используемом реечном рулевом механизме. Конструкция представляет собой редуктор, установленный на валу рулевого колеса и соединенный с зубчатой рейкой,

которая, в свою очередь, соединена стержнем с вращающимся кулаком. Тяга может быть прикреплена к краю железнодорожного соединения в виде шара, в то время как часть дорожной нагрузки может быть распределена между элементами подвески. При прикреплении стержня к центру стойки большая часть этих нагрузок передается на колеса. Когда рулевое колесо поворачивается, стойка перемещается влево или вправо, что требует изменения угла поворота управляемых колес автомобиля.[8]

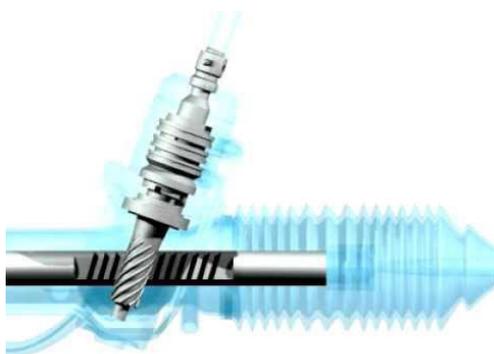


Рисунок 1.1 - Рулевой механизм типа шестерня-рейка

Причиной популярности этого дизайна является его простота по сравнению с другими техническими решениями (стержня и шарнира меньше), легкий вес и стоимость, высокая эффективность. Используя меньше шарниров, этот механизм имеет более высокую жесткость и обеспечивает лучшую точность управления. Благодаря компактным размерам этот дизайн имеет преимущества макета и оставляет достаточно места в моторном отсеке для других систем автомобиля.

Недостатками реечного рулевого управления являются чувствительность к силам, идущим от дороги, а также передача этих сил на рулевое колесо. Такую конструкцию сложно установить на автомобиль, в зависимости от подвески ведущего колеса ограничивают стойки и шестерни автомобилей и небольших коммерческих автомобилей. [6]

Механизм рулевого управления типа "глобоидальный червячный ролик" представляет собой структуру, состоящую из глобоидального червя (с

переменным диаметром), соединенного с валом рулевого управления и связанного с роликом, установленным на валу вместе с сошки. Штатив соединен с поворотными колесами с помощью стержня. Когда вы поворачиваете рулевое колесо, ролик катится по шнеку, что приводит к повороту штатива и изменению угла поворота колеса.

Этот тип механизма с реек и шестерен имеет меньшую чувствительность по сравнению с силой, действующей на одной стороне дороги, обеспечивает лучшую маневренность из-за большого максимального угла поворота колес, поэтому большие силы, учитывая эти преимущества, "Arc worm mechanism" широко используется в малотоннажных грузовиках, автобусов и внедорожников. [2]

Однако сложность этой конструкции из-за дополнительной тяги и поворотного рычага, высокой стоимости, низкой эффективности и необходимости периодической настройки ограничивает использование таких решений в автомобиле, который теперь почти полностью заменен направляющей передач.

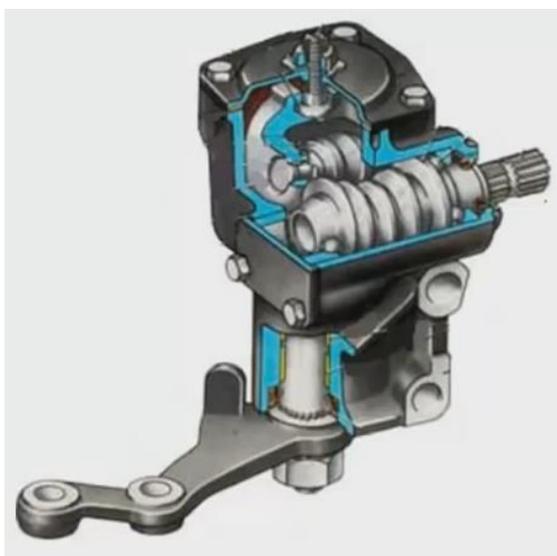


Рисунок 1.2- Рулевой механизм типа глобоидальный червяк-ролик

Для тяжелых грузовиков и автобусов используют такие механизмы, как "винтовая шариковая гайка". Конструкция представляет собой ось, которая имеет винтовую гайку и гайку для перемещения. Гайка имеет внешнюю часть

зуба, которая вращает ось двуглавой кости. Для уменьшения трения в механизме передачи силы используют шарики, которые движутся в пазах, что позволяет экономить на преимуществах червячного колеса с большей эффективностью. Кроме того, эта конструкция хорошо сочетается с гидравлическим усилителем. Недостаток аналогичен предыдущему решению, стоимость такого механизма еще выше.

Использование усилителей основано на необходимости повышения точности и скорости рулевого управления на высоких скоростях, а также на желании уменьшить общую нагрузку на водителя, что, в свою очередь, положительно влияет на безопасность дорожного движения.

Усилитель руля по принципу его роли делится на адаптивный и неадаптивный. Неадаптивный базовый усилитель состоит из элемента питания, который создает дополнительную силу, и элемента управления, который включает и выключает элемент питания. Конструкция адаптивного усилителя также включает электронный блок управления, электронный блок управления принимает сигналы от различных датчиков и выполняет устройство, действующее на силовой элемент. В зависимости от скорости автомобиля и других параметров датчика усиление может быть изменено. Например, если вы путешествуете на стоянке на низкой скорости, затраты на руль уменьшаются, а по мере увеличения скорости усилия увеличиваются. Очевидно, что такая система является более сложной и имеет более высокие затраты.

В современных автомобилях самый широкий ассортимент усилителей с электрическими, гидравлическими и электрогидравлическими (комбинированными) приводами.

Гидравлический усилитель руля-это структура, управляемая гидравлическим насосом, который состоит из автомобильного двигателя, топливного бака, гидравлического цилиндра и распределительного элемента. Дозирующий элемент установлен на входном валу рабочего механизма катушки, который направляет рабочую жидкость в гидравлический цилиндр в механизме в случае крутящего момента. Основным преимуществом этого

дизайна по сравнению с неадаптивной производительностью является хорошее информационное управление. Кроме того, он имеет конкурентоспособную цену по сравнению с настраиваемыми электрическими и электрогидравлическими усилителями. Главный недостаток заключается в том, что если двигатель постоянно работает, то есть постоянный выбор мощности, а результаты расхода топлива растут, сложнее соответствовать критериям токсичности. Кроме того, система более сложна по сравнению с ESD из-за приводного ремня в целом, шланги и уплотнения менее надежны. В случае отказа усилителя происходит потеря жидкости, и движение автомобиля становится невозможным.

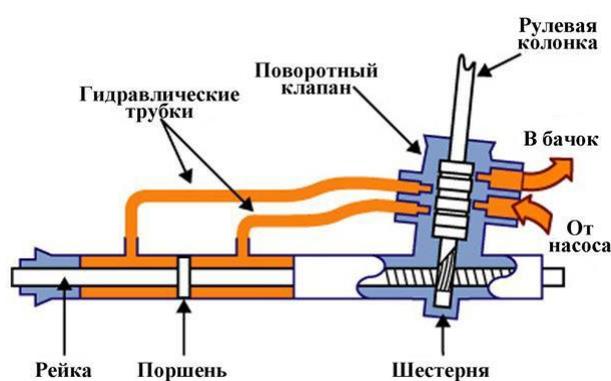


Рисунок 1.3 - Схема работы гидравлического усилителя

Электрический усилитель состоит из двигателя, который выполняет функцию силового элемента и электронного блока управления. Силовой элемент может быть прикреплен к рулевому механизму и рулевой колонке, что является предпочтительным для целей сборки моторного отсека. Конструкция этого усилителя не имеет гидравлических недостатков. Так как электродвигатель действует только при повороте рулевого колеса, а с точки зрения его эффективности эффективность гидравлического насоса превышает, а значит, расход топлива не увеличивается, а легче достичь критериев токсичности. Надежность системы выше гидравлической, и в случае ошибки автомобиль сохраняет свою способность двигаться самостоятельно. Использование ESD открывает возможность внедрения вспомогательных систем, таких как помощники по парковке.



Рисунок 1.4- Электрический усилитель, расположенный на рулевой колонке

В конструкции электрогидравлического усилителя помимо элементов ГУР имеется электродвигатель и электронный блок управления. Сила на рулевом колесе также поддерживается давлением рабочей жидкости, создаваемым насосом, управляемым электродвигателем, который не зависит от силового агрегата автомобиля. С помощью катушки поток жидкости по контуру регулируется так же, как и основная конструкция. Кроме того, катушка установлена в датчике скорости рулевого колеса, который передает данные в блок управления. В этом исполнении гидравлический насос включается при необходимости, что позволяет легко и точно манипулировать на низких оборотах, но также обеспечивает прямой контроль на высокой скорости. Расход топлива автомобиля с этим усилителем ниже, чем у автомобиля с простым гидравлическим компрессором. Недостатком такой конструкции являются низкая надежность за счет дополнительных приводов и регуляторов и высокая стоимость.



Рисунок 1.5 - Электрогидравлический усилитель

## 1.5

### **Выбор обоснования проектируемого варианта конструкции рулевого управления**

В настоящее время российский автомобильный рынок и автомобильная промышленность переживают непростые времена. Из-за нестабильной экономической ситуации и колебаний валютных курсов стоимость не локализованной части выросла, что, в свою очередь, привело к увеличению стоимости автомобилей. Поэтому особенно важно добиться повышения потребительских качеств без значительных вложений в модернизацию.

Цель этого проекта - мобильность автомобиля с помощью рулевого механизма.

## **2Конструкторская часть**

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля. Из-за увеличения плотности трафика и увеличения динамики трафика эти системы становятся все более сложными. Длительное вращение рулевого колеса и оказывают непосредственное влияние на безопасность дорожного движения, а также косвенную передачу с дороги на силу водителя, что приводит к повышенной усталости и плохому вниманию. Для этого в современной автомобильной промышленности было улучшено качество потребительского управления. Точность рулевого управления, информативность и эргономика определяются динамикой общего ускорения, плавности или комфорта автомобиля, который не менее оценивается потребителем при выборе автомобиля.

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное в автомобилях как опция за дополнительную плату, установленное в большинстве автомобилей как стандарт, существенно не увеличило их стоимость, в основном это касается подушек безопасности и рулевого управления.

Цель этого проекта-повысить маневренность автомобилей второго класса, сократив количество оборотов рулевого колеса с его крайнего положения.

### **2.1Тягово-динамический расчет автомобиля**

### 2.1.1. Исходные данные

Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 1088$
Количество мест.....	5
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 48,61$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 650$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 105$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,30$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,28$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,91$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 2,00$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,012$
Число передач в коробке передач.....	5
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	49
задняя ось.....	51
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,72$

### 2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) Определение полного веса и его распределение по осям

$$G_A = G_o + G_{II} + G_B,$$

где  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;

$$G_o = m_o \cdot g = 1088 \cdot 9,807 = 10670 \text{ Н} \quad (2.1)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (2.2)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (2.3)$$

$$G_A = 10670 + 3678 + 490 = 14838 \text{ Н} \quad (2.4)$$

$$G_1 = G_A \cdot 49 = 14838 \cdot 49 = 7271 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 51 = 14838 \cdot 51 = 7567 \text{ Н} \quad (2.6)$$

б) Подбор шин

шины 185/65 R14.

$$r_k = r_{CT} = (0.5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (2.7)$$

где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 185$  – ширина профиля, мм;

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

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

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

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

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.8)$$

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

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 0,900.

$$U_0 = (0,280 \cdot 650) / (0,900 \cdot 48,61) = 4,160$$

### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (2.9)$$

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

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.10)$$

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

$$N_v = (14838 \cdot 0,026 \cdot 48,61 + 0,30 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 48,61^3 / 2) / 0,91 = 69715 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (2.11)$$

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

$$N_{MAX} = 69715 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 70074 \text{ Вт}$$

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.12)$$

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

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.13)$$

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
1003	105	13,6	129,1
1400	147	19,6	133,7
1800	188	25,9	137,2
2200	230	32,2	139,6
2600	272	38,4	141,1
3000	314	44,4	141,5
3400	356	50,2	140,9
3800	398	55,4	139,2
4200	440	60,0	136,5
4600	482	63,9	132,7
5000	524	67,0	128,0
5400	565	69,1	122,1
5800	607	70,0	115,3
6200	649	69,7	107,4
6207	650	69,7	107,3

$n_e$  - обороты двигателя, об/мин;

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (2.14)$$

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (2.15)$$

где:  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вытеснения преодолеваемого подъёма (

$$\psi_{MAX} = f_{V \max} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}).$$

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,28 = 0,306 \quad (2.16)$$

$$U_1 \geq 14838 \cdot 0,306 \cdot 0,280 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,160) = 2,375$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{СИ} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (2.17)$$

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

$$U_1 \leq 6544 \cdot 0,8 \cdot 0,280 / (141,5 \cdot 0,91 \cdot 4,160) = 2,737$$

Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 2,700$ .

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,700 / 0,900)^{1/4} = 1,316 \quad (2.18)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,700 / 1,316 = 2,052; \quad (2.19)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,052 / 1,316 = 1,559; \quad (2.20)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,559 / 1,316 = 1,184; \quad (2.21)$$

$$U_5 = 0,900. \quad (2.22)$$

### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (2.23)$$

Таблица 2.2 - Скорость автомобиля на различных передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с
1003	2,6	3,4	4,5	6,0	7,9
1400	3,7	4,8	6,3	8,3	11,0
1800	4,7	6,2	8,1	10,7	14,1
2200	5,7	7,6	9,9	13,1	17,2
2600	6,8	8,9	11,8	15,5	20,4
3000	7,8	10,3	13,6	17,9	23,5
3400	8,9	11,7	15,4	20,2	26,6
3800	9,9	13,1	17,2	22,6	29,8
4200	11,0	14,4	19,0	25,0	32,9
4600	12,0	15,8	20,8	27,4	36,0
5000	13,1	17,2	22,6	29,8	39,2
5400	14,1	18,6	24,4	32,1	42,3
5800	15,1	19,9	26,2	34,5	45,4
6200	16,2	21,3	28,0	36,9	48,6
6207	16,2	21,3	28,1	36,9	48,6

2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (2.24)$$

Таблица 2.3 - Тяговый баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н
1003	4714	3582	2722	2068	1571
1400	4879	3707	2817	2140	1626
1800	5007	3805	2891	2197	1669
2200	5098	3873	2943	2236	1699
2600	5150	3913	2973	2259	1717
3000	5165	3924	2982	2266	1722
3400	5142	3907	2969	2256	1714
3800	5081	3861	2933	2229	1694
4200	4982	3786	2876	2186	1661
4600	4845	3682	2798	2126	1615
5000	4671	3549	2697	2049	1557
5400	4459	3388	2574	1956	1486
5800	4209	3198	2430	1846	1403
6200	3921	2979	2264	1720	1307
6207	3915	2975	2260	1718	1305

## 2.1.8 Силы сопротивления движению

Сила сопротивления воздуха:

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2}. \quad (2.25)$$

Сила сопротивления качению:

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (2.26)$$

$$f_K = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (2.27)$$

Таблица 2.4 - Силы сопротивления движению

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	178	178
5	10	180	190
10	39	187	226
15	87	198	285
20	155	214	369
25	242	234	476
30	349	258	607
35	475	287	762
40	621	321	941
45	785	358	1144
50	970	401	1370
55	1173	447	1621
60	1396	499	1895
65	1639	554	2193

## 2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (2.28)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{СИ} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (2.29)$$

Таблица 2.5 - Динамический фактор на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче
1003	0,318	0,241	0,183	0,138	0,104
1400	0,328	0,249	0,189	0,142	0,106
1800	0,337	0,255	0,193	0,145	0,107
2200	0,343	0,260	0,196	0,146	0,107
2600	0,346	0,262	0,197	0,146	0,105
3000	0,346	0,262	0,196	0,144	0,102
3400	0,344	0,260	0,194	0,141	0,097
3800	0,340	0,256	0,190	0,137	0,091
4200	0,333	0,250	0,184	0,131	0,084
4600	0,323	0,242	0,177	0,124	0,075
5000	0,310	0,231	0,168	0,115	0,065
5400	0,295	0,219	0,158	0,105	0,053
5800	0,278	0,205	0,146	0,093	0,041
6200	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026
6207	0,257	0,189	0,132	0,080	0,026

2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (2.30)$$

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

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги.

$$\Psi = f + i \quad (2.31)$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (2.32)$$

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

Таблица 2.6 Коэффициент учета вращающихся масс

	$U1$	$U2$	$U3$	$U4$	$U5$
$\sigma$	1,249	1,156	1,103	1,072	1,054

Таблица 2.7 - Ускорение автомобиля на передачах

Обороты дв-ля, об/мин	Ускорение на 1ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 2ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 3ей передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 4ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускорение на 5ой передаче, м/с <sup>2</sup>
1003	2,40	1,94	1,52	1,15	0,86
1400	2,49	2,01	1,57	1,19	0,87
1800	2,55	2,06	1,61	1,21	0,88
2200	2,60	2,10	1,63	1,22	0,87
2600	2,62	2,11	1,64	1,21	0,84
3000	2,62	2,11	1,63	1,19	0,80
3400	2,61	2,09	1,61	1,16	0,75
3800	2,57	2,06	1,57	1,11	0,69
4200	2,51	2,01	1,51	1,05	0,61
4600	2,43	1,94	1,45	0,98	0,51
5000	2,34	1,85	1,36	0,89	0,41
5400	2,22	1,74	1,27	0,79	0,29
5800	2,08	1,62	1,15	0,68	0,15
6200	1,92	1,48	1,03	0,55	0,00
6207	1,91	1,48	1,02	0,55	0,00

2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

Таблица 2.8 - Величины обратные ускорениям автомобиля

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 2ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 3ей передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 4ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 5ой передаче, с <sup>2</sup> /м
1003	0,42	0,51	0,66	0,87	1,17
1400	0,40	0,50	0,64	0,84	1,15
1800	0,39	0,48	0,62	0,83	1,14
2200	0,39	0,48	0,61	0,82	1,16
2600	0,38	0,47	0,61	0,82	1,19
3000	0,38	0,47	0,61	0,84	1,25
3400	0,38	0,48	0,62	0,86	1,33
3800	0,39	0,49	0,64	0,90	1,46
4200	0,40	0,50	0,66	0,95	1,65
4600	0,41	0,52	0,69	1,02	1,95
5000	0,43	0,54	0,73	1,12	2,46
5400	0,45	0,57	0,79	1,26	3,50
5800	0,48	0,62	0,87	1,47	6,63
6200	0,52	0,68	0,98	1,82	370,36
6207	0,52	0,68	0,98	1,82	-30032,88

### 2.1.12 Время и путь разгона

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (2.33)$$

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa = \frac{(1/j)_{\kappa-1} + (1/j)_\kappa}{2}, \quad (2.34)$$

где  $\kappa$  – порядковый номер интервала.

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \quad (2.35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{\kappa=1}^n \Delta t_\kappa. \quad (2.36)$$

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

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

Таблица 2.9 - Время разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Время, с
0-5	194	1,0
0-10	583	2,9
0-15	1017	5,1
0-20	1585	7,9
0-25	2305	11,5
0-30	3246	16,2
0-35	4438	22,2
0-40	5951	29,8
0-45	7854	39,3

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (2.37)$$

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

$$\text{Путь разгона от скорости } V_0 \text{ до скорости } V_1: S_1 = \Delta S_1, \quad (2.38)$$

$$\text{до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \quad (2.39)$$

$$\text{до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k \quad (2.40)$$

Таблица 2.10 - Путь разгона автомобиля

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Путь, м
0-5	49	2
0-10	340	17
0-15	883	44
0-20	1876	94
0-25	3498	175
0-30	6085	304
0-35	9959	498
0-40	15632	782
0-45	23721	1186

### 2.1.13 Мощностной баланс

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (2.41)$$

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

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

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

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

Таблица 2.11 - Мощностной баланс

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
1003	12,3
1400	17,8
1800	23,5
2200	29,3
2600	35,0
3000	40,4
3400	45,6
3800	50,4
4200	54,6
4600	58,2
5000	61,0
5400	62,9
5800	63,7
6200	63,5
6207	63,4

Таблица 2.12 - Мощность сопротивления движению

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,9	0,9
10	0,4	1,9	2,3
15	1,3	3,0	4,3
20	3,1	4,3	7,4
25	6,1	5,8	11,9
30	10,5	7,7	18,2
35	16,6	10,0	26,7
40	24,8	12,8	37,6
45	35,3	16,1	51,5
50	48,5	20,0	68,5
55	64,5	24,6	89,1
60	83,8	29,9	113,7
65	106,5	36,0	142,5

#### 2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.42)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot H^2 - 1,728 \cdot H + 1,523 \quad (2.43)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (2.44)$$

$$H = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (2.45)$$

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.13 -Путевой расход топлива на высшей передаче

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	<i>I</i>	<i>E</i>	<i>K<sub>И</sub></i>	<i>K<sub>E</sub></i>	<i>Q<sub>s</sub></i>
1003	7,9	0,132	0,170	1,315	1,165	4,3
1400	11,0	0,145	0,237	1,297	1,128	4,7
1800	14,1	0,163	0,304	1,271	1,097	5,1
2200	17,2	0,188	0,372	1,239	1,070	5,7
2600	20,4	0,219	0,440	1,200	1,048	6,4
3000	23,5	0,256	0,507	1,156	1,031	7,1
3400	26,6	0,301	0,575	1,107	1,019	7,9
3800	29,8	0,355	0,643	1,055	1,012	8,7
4200	32,9	0,418	0,710	1,002	1,010	9,5
4600	36,0	0,493	0,778	0,951	1,012	10,4
5000	39,2	0,584	0,846	0,907	1,019	11,4
5400	42,3	0,694	0,913	0,879	1,031	12,6
5800	45,4	0,828	0,981	0,882	1,048	14,5

## 2.2 Выбор компоновочной схемы объекта

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля. Из-за увеличения плотности трафика и увеличения динамики трафика эти системы становятся все более сложными. Длительное вращение рулевого колеса и оказывают непосредственное влияние на безопасность дорожного движения, а также косвенную передачу с дороги на силу водителя, что приводит к повышенной усталости и плохому вниманию. Для этого в современной автомобильной промышленности было улучшено качество потребительского управления. Точность рулевого управления, информативность и эргономика определяются динамикой общего ускорения, плавности или комфорта автомобиля, который не менее оценивается потребителем при выборе автомобиля.

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное в автомобилях как опция за дополнительную плату, установленное в большинстве автомобилей как стандарт, существенно не увеличило их стоимость, в основном это касается подушек безопасности и рулевого управления.

Цель этого проекта - повысить маневренность автомобилей второго класса, сократив количество оборотов рулевого колеса с его крайнего положения.

Также целью этого проекта-улучшить мобильность и управляемость автомобиля за счет улучшения рулевого управления. Это обновление делает рулевое управление более четким и легким для управления парками.

Для основных легковых автомобилей второго класса vaz2170 будет утвержден. Автомобиль имеет механизм рулевой рейки с электрической мощностью в рулевой колонке. Механизм управления закреплен на кронштейне моторного отсека, которые невыгодны с кинематической точки зрения и способствуют передаче шума и вибрации водителю рулевым колесом. С другой стороны, расположение механизма позволяет исключить структуру авто, и стоимость, и вес. Следующим шагом будет расчет механизма стойки и шестерни для удовлетворения указанных выше целевых параметров.

### **2.3 Расчет параметров зацепления механизма шестерня-рейка**

Проводя расчеты параметров зацепления в механизме шестерня-рейка следует учитывать, что в такой конструкции предъявляются особые требования к точности и надежности. Данный тип передачи является тихоходным и беззазорным, нередко применяется нестандартная геометрия зубьев-ев. [5]

### 2.3.1 Предварительный расчет вариантов рулевого механизма

Обозначим исходные данные

для проверки существования зацепления: Угол картера рулевого механизма  $\delta$  (угол между плоскостью, перпендикулярной к оси рейки и осью вала-шестерни)

	0°
Межосевое расстояние $a$	14,5 мм
Диаметр рейки $d_z$	30 мм
Ход рейки $l_p$	151 мм
Коэффициент высоты головки зуба инструмента для изготовления шестерни $h_1^{*aP0}$	1,25
Коэффициент высоты головки зуба инструмента для изготовления рейки $h_{aP02}^*$	0,575
Коэффициент радиального зазора у зуб шестерни $C_1^*$	0,125
Коэффициент радиального зазора у зуб рейки $C_2^*$	0,25

Определим остальные параметры необходимые для расчета:

Угол наклона зуб шестерни  $\beta_1$ .

20° при угле исходного контура 15°. Наибольший КПД в такой передаче достигается при  $\beta_1 = 0$ , обеспечивающим минимальное скольжение в зацеплении и отсутствие осевых нагрузок в под-шипниках вала-шестерни. Однако механизм с переменным передаточным числом выбор  $\beta_1 = 0$  может привести к стукам и закусыванию.

Это объясняется тем, что на больших углах профильное перекрытие зубьев будет меньше единицы. Косо зубое зацепление гарантирует большое перекрытие зубьев, и, следовательно, плавность работы и прочность зацепления. Принимаем значение данной величины таким же как для базовой шестерни  $\beta_l = 15^\circ$ .

Модуль зубьев шестерни, для угла профиля  $20^\circ$ , подбирается принимая во внимание значения прочности шестерни и зуба. Большее значение модуля обеспечивает большую прочность зуба, но при этом уменьшается диаметр впадин зубьев шестерни. Для легковых автомобилей в соответствии с классом существуют рекомендованные диапазоны значений модуля зубьев: для класса А – 1,75...2,0 мм, В – 1,8...2,1 и С – 1,85...2,2 мм. Принимаем модуль зубьев шестерни  $m_{n-20^\circ} = 1,85$  мм.

Минимальный угол профиля зубьев рейки выбирается с учетом эффективности рулевого механизма, а также прочности инструмента. Принимаем значение минимального угла профиля зубьев рейки  $\alpha_{\min} = 25^\circ$ .

Максимальный угол профиля зубьев рейки не рекомендуется изготавливать выше  $40^\circ$  исходя из соображений прочности. Принимаем значение угла  $\alpha_{\max} = 39^\circ$ .

Значение передаточного числа рулевого механизма определяет число оборотов рулевого колеса и величину усилия на нем. Определяется как частное от рейки в миллиметрах и числа оборотов шестерни. Принимаем целое количество оборотов шестерни, соответственно, рулевого колеса равное 3.

Тогда  $H_{\min} = 151/3 = 50,33$  [мм/об].

### 2.3.2 Проверка существования зубчатого зацепления

Угол наклона зуба шестерни для минимального угла профиля зубарейки и число зубьев шестерни

Определяем угол наклона зуба шестерни для минимального угла профиля зубарейки по следующей формуле:

$$\beta_{l_{\min}} = \arcsin \left| \frac{(\sin \beta_{\pm 20^\circ} \cdot \cos 20^\circ)}{\cos \alpha_{\min}} \right| \quad (2.37)$$

$$\beta_{l_{\min}} = \arcsin \left( \frac{\sin 15^\circ \cdot \cos 20^\circ}{\cos 25^\circ} \right) = 15,58^\circ$$

Зная значение угла наклона зубашестерни вычисляем количество зубьев-ев шестерни:

$$z_1 = \frac{H_{\min} \cos \alpha_{\min} \cos(-\beta_{l_{\min}})}{\delta} \quad (2.38)$$

$$z_1 = \frac{50,33 \cdot \cos 25^\circ \cdot \cos(0^\circ - 15,58^\circ)}{\pi \cdot 1,85 \cdot \cos 20^\circ} = 8,04$$

Полученное значение округляем до целого и в результате  $z_1 = 8$

Угол наклона зубашестерни для максимального угла профиля зубарейки и максимальное передаточное число левого механизма

Угол наклона зубашестерни для максимального угла профиля вычисляем по формуле:

$$\beta_{l_{\max}} = \arcsin \left| \frac{(\sin \beta_{\pm 20^\circ} \cdot \cos 20^\circ)}{\cos \alpha_{\max}} \right| \quad (2.39)$$

$$\beta_{l_{\max}} = \arcsin \left( \frac{\sin 28^\circ \cdot \cos 20^\circ}{\cos 39^\circ} \right) = 18,22^\circ$$

Рассчитываем максимальное передаточное число левого механизма:

$$H_{\max} = \frac{\pi \cdot m_{n=20^\circ} \cdot z_1 \cdot \cos 20^\circ}{\cos \beta_{l_{\max}} \cos \alpha_{\max}} \quad (2.40)$$

$$H_{\max} = \frac{\pi \cdot 1,85 \cdot 8 \cdot \cos 20^\circ}{\cos 18,22^\circ \cdot \cos 39^\circ} = 59,194$$

Минимальный коэффициент смещения исходного контура шестерни

Чтобы обеспечить максимальное профильное перекрытие в зацеплении, значение минимального коэффициента смещения исходного контура шестерни выбирается как максимальное из следующих выражений:

$$\begin{cases} x_{n1-\min}^{(1)} = h_{aP01}^* - \frac{\left[1 - \frac{1}{1 + (\operatorname{tg}20^\circ / \cos\beta_{1-20})^2}\right] \cdot z_1}{2 \cdot \cos\beta_{1-20}} - C_2^* \\ x_{n1-\min}^{(2)} = h_{aP01}^* - 0,2 \cdot (1 - \sin20^\circ) - \frac{\sin^2 15^\circ \cdot \alpha_{wt} \cdot z_1}{2 \cdot \cos\beta_{1-20}} \end{cases} \quad (2.41)$$

$\alpha_{wt}$  - угол зацепления в торцовом сечении на начальной окружности определяется по следующей формуле:

$$\alpha_{wt} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg}20^\circ}{\cos\beta_{1-20}} \quad (2.42)$$

$$\alpha_{wt} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg}20^\circ}{\cos15^\circ} = 20,63^\circ$$

Тогда в результате вычислений:  $x_{n1-\min}^1 = 0,485$  и  $x_{n1-\min}^2 = 0,604$

Максимальный коэффициент смещения исходного контура шестерни

Значение коэффициента определяется из условия обеспечения отсутствия заострения зубьев шестерни. Для обеспечения прочности толщина наголка зуб шестерни должна быть не менее  $0,4 \cdot m_{n-20}$ . Чтобы избежать заострения зубцов штампа при холодной штамповке рейки, радиусы окружности ножек зуб рейки  $\rho_{min}$  должен быть более 0,65 мм. Принимаем  $\rho_{min} = 0,65$  мм.

Предварительно рассчитываем следующие параметры шестерни: Диаметр основной окружности шестерни, мм

$$d_{b1} = \frac{m_{n-20} \cdot z_1}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 20^\circ + \cos^2 \beta_{1-20}}} \quad (2.43)$$

$$d_{b1} = \frac{1,85 \cdot 8}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 20^\circ + \cos^2 15^\circ}} = 14,34$$

Угол наклона зубашестерни на основной окружности

$$\beta_{b1} = \arcsin(\cos \alpha_0 \cdot \sin \beta_{1-20}) \quad (2.44)$$

$$\beta_{b1} = \arcsin(\cos 25^\circ \cdot \sin 15^\circ) = 13,58^\circ$$

Диаметр начальной окружности шестерни, мм

$$d_{01} = \frac{z_1 \cdot m_{n-20^\circ}}{\cos \beta_{1-20^\circ}} \quad (2.45)$$

$$d_{01} = \frac{8 \cdot 1,85}{\cos 15^\circ} = 15,32$$

Текущее значение коэффициента смещения исходного контура должно  $x_{n1}$  обеспечивать выполнение неравенства:

$$d_{a1} > d_{a1\max} \quad (2.46)$$

$$\frac{d_{b1}}{\cos \alpha_{MI}} + 2 \cdot \rho_{\min} > 2 \cdot m_{n-20^\circ} \cdot (h_{aP02}^* + x_{n1}) + d_{01} \quad (2.47)$$

где  $\alpha_{MI}$  - текущее значение угла зацепления на головке зубашестерни

$\alpha_{MI}$  определяется из формулы:

$$\operatorname{inv} \alpha_{MI} = \frac{S_{b1}}{d_{b1}} - \frac{2 \cdot \rho_{\min}}{z_1 \cdot m_{n-20^\circ} \cdot \cos 20^\circ} = \tan \alpha_{MI} - \alpha_{MI} \quad (2.48)$$

Выбираем  $x_{n1} = 0,9$  и вычисляем следующие параметры:

толщина зуба на основной окружности в торцовом сечении:

$$S_{b1} = \frac{m_{n-20^\circ} \cdot \cos \alpha_{wt} \cdot (2 \cdot x_{n1-\max} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0,5 \cdot \pi)}{\cos \beta_{1-20^\circ}} + d_{b1} \cdot \operatorname{inv} \alpha_{wt} \quad (2.49)$$

$$S_{b1} = \frac{1,85 \cdot \cos 20,63^\circ \cdot (2 \cdot 0,9 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0,5 \cdot \pi) \cdot c}{\cos 15^\circ} + 14,34 \cdot \operatorname{inv} 20,63^\circ = 4,23$$

диаметр вершин зубьев шестерни:

$$d_{a1} = 2 \cdot m_{n-20^\circ} \cdot (h_{aP02} - C_1 + x_{n1-\max}) + d_{01} \quad (2.50)$$

$$d_{a1} = 2 \cdot 1,85 \cdot (0,575 - 0,125 + 0,9) + 15,32 = 20,32$$

угол наклона зубана диаметре головки зубашестерни:

$$\beta_{a1} = \arctan \frac{\operatorname{tg} \beta_b \cdot d_{a1}}{d_{b1}} \quad (2.51)$$

$$\beta_{a1} = \arctan \frac{\operatorname{tg} 13,58^\circ \cdot 20,32}{14,34} = 18,85^\circ$$

угол зацепления в торцовом сечении на окружности головки зубаше-стерни:

$$\alpha_{ia} = \arccos \frac{d_{b1}}{d_{a1}} \quad (2.52)$$

$$\alpha_{ia} = \arccos \frac{14,34}{20,32} = 45,09^\circ$$

толщина головки зубаше-стерни в нормальном сечении:

$$s_{an1} = \left( \frac{S}{d_{b1}} - \operatorname{inv} \alpha_{ia} \right) \cdot d_{a1} \cdot \cos \beta_a \quad (2.53)$$

$$s_{an1} = \left( \frac{4,23}{14,34} - \operatorname{inv} 45,09^\circ \right) \cdot 20,32 \cdot \cos 18,85^\circ = 0,74$$

Производим проверку правильности выбора значения  $x_{n1}$ :

$$\operatorname{inv} \alpha_{MI} = \frac{4,23}{14,34} - \frac{2 \cdot 0,65}{8 \cdot 1,85 \cdot \cos 20^\circ}$$

$$\alpha_{MI} = 45,95^\circ$$

В результате получаем:

$$d_{a1} = 21,92 > d_{a1\max} = 20,78$$

Диаметр впадин зубьев шестерни

Рассчитываем диаметр впадин с учётом принятого коэффициента смещения по формуле:

$$d_{f1} = \left( 2 \cdot x_{n1} \cos \beta_{1-20^\circ} + z_1 \right) \cdot \frac{m_{n-20^\circ}}{\cos \beta_{1-20^\circ}} - 2 \cdot h_1^{*aP0} \cdot m_{n-20^\circ} \quad (2.54)$$

$$d_{f1} = (2 \cdot 0,9 \cdot \cos 28^\circ + 8) \cdot \frac{1,85}{\cos 15^\circ}$$

– 2·1,25·1,8

5= 14,03 M

M

## 2.4 Расчёт параметров шестерни рулевого механизма

Шестерня будет изготавливаться на традиционном оборудовании. Вычисляем стандартные параметры шестерни для последующего занесения их в чертёж.

### 2.4.1 Высоты головки зуб шестерни

Высоты головки зуб шестерни находится по формуле:

$$h_{a1}^* = h_{ap02}^* - C_1^* \quad (2.55)$$

$$h_{a1}^* = 0,575 - 0,125 = 0,45$$

### 2.4.2 Торцовый угол (угол зацепления в торцовом сечении)

$$\alpha_{wt} = \arctg(\operatorname{tg} 20^\circ / \cos \beta_1) \quad (2.56)$$

$$\alpha_{wt} = \arctg(\operatorname{tg} 20^\circ / \cos 15^\circ) = 20,63^\circ$$

### 2.4.3 Диаметр окружности головки зуб шестерни

Определяется с учетом выбранного коэффициента смещения:

$$d_{a1} = d_{01} + 2 \cdot m_n \cdot (h_{a1}^* + x_{n1}) \quad (2.57)$$

$$d_{a1} = 15,32 + 2 \cdot 1,85 \cdot (0,45 + 0,9) = 20,32 \text{ мм}$$

### 2.4.4 Диаметр активной окружности ножки зуба шестерни

Определяется в зависимости от значения коэффициента В:

$$B = 0,5 \cdot d_{01} \cdot \sin \alpha_{wt} - \frac{m_n}{\sin \alpha_{wt}} \cdot (h_{ap01}^* - x_{n1} - C_2^*) \quad (2.58)$$

$$B = 0,5 \cdot 15,32 \cdot \sin 20,63^\circ - \frac{2}{\sin 20,63^\circ} \cdot (1,25 - 0,9 - 0,25) = 2,18$$

При значении  $B \geq 0$ , диаметр окружности головки зуб шестерни определяется по формуле:

$$d_{nf1} = 2 \cdot \sqrt{B^2 + (0,5 \cdot d_{b1})^2} \quad (2.59)$$

При  $B < 0$ ,  $d_{nf1} = d_{b1}$

В данном расчёте  $B > 0$ , следовательно

$$d_{nf1} = 2 \cdot \sqrt{2,18^2 + (0,5 \cdot 14,34)^2} = 14,98 \text{ мм}$$

#### 2.4.5 Высотазубшестерни

$$h = \frac{d_{a1} - d}{2} \quad (2.60)$$

$$h = \frac{20,32 - 14,98}{2} = 3,15 \text{ мм}$$

2.4.6 Уголзацеплениявторцовомсечениинаокружностиголовкизуба шестерни при принятом коэффициенте смещения исходного контура

$$\alpha_{ta} = \arccos \frac{d_{b1}}{d_{a1}} \quad (2.61)$$

$$\alpha_{ta} = \arccos \frac{14,34}{20,32} = 45,09^\circ 20,32'$$

#### 2.4.7 Торцовый модуль

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta_1} \quad (2.62)$$

$$m_t = \frac{2}{\cos 15^\circ} = 1,92$$

#### 2.4.8 Радиальный зазоршестерни

$$C_1 = m_n \cdot C_1^* \quad (2.63)$$

$$C_1 = 1,85 \cdot 0,125 = 0,23$$

#### 2.4.9 Шаг наосновной окружности

$$P_b = \pi \cdot m_n \cdot \cos 20^\circ \quad (2.64)$$

$$P_b = \pi \cdot 1,85 \cdot \cos 20^\circ = 5,46$$

#### 2.4.10 Коэффициентсмещенияисходногоконтуравторцовомсече-

нии

$$x_{t1} = x_{n1} \cdot \cos \beta_1 \quad (2.65)$$

$$x_{t1} = 0,9 \cdot \cos 15^\circ = 0,795$$

#### 2.4.11 Толщиназубанаосновной окружности в торцовомсечении

$$S_{bt1} = (2 \cdot x_{n1} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0,5 \cdot \pi) \cdot m_{t1} \cdot \cos \alpha_{wt} + d_{b1} \cdot \operatorname{inv} \alpha_{wt} \quad (2.66)$$

$$S_{bt1} = (2 \cdot 0,9 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 0,5 \cdot \pi) \cdot 1,92 \cdot \cos 20,63^\circ + 14,34 \cdot \operatorname{inv} 20,63^\circ = 4,23 \text{ мм}$$

2.4.12 Угол наклона зубашестерни на окружности головки зуба

$$\beta_{a1} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \beta_b \cdot d_{a1}}{d_{b1}} \quad (2.67)$$

$$\beta_{a1} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} 13,58^\circ \cdot 20,32}{4,34} = 18,85^\circ$$

2.4.13 Толщина головки зуба шестерни в нормальном сечении

$$S_{an1} = \left( \frac{S_{bt1}}{d_{b1}} - \operatorname{inv} \alpha_{ta} \right) d_{a1} \cos \beta_{a1} \quad (2.68)$$

$$S_{an1} = \left( \frac{5,03}{9,97} - \operatorname{inv} 45,09^\circ \right) 20,32 \cdot \cos 18,85^\circ = 1,51 \text{ мм}$$

2.4.14 Толщина зубашестерни на начальной окружности в нормальном сечении

$$S_{n01} = (0,5 \cdot \pi + 2 \cdot x_{n1} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ) \cdot m_n \quad (2.69)$$

$$S_{n01} = (0,5 \cdot \pi + 2 \cdot 0,9 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ) \cdot 2 = 4,12 \text{ мм}$$

2.4.15 Толщина зубашестерни на начальной окружности в торцовом сечении

$$S_{t01} = \frac{S_{n01}}{\cos \beta_1} \quad (2.70)$$

$$S_{t01} = \frac{4,12}{\cos 15^\circ} = 4,66 \text{ мм}$$

2.4.16 Измеряемое число зубьев шестерни при измерении общей нормали

$$z' = \frac{\sqrt{0,25 \cdot (d_{Nf1} + d_{a1})^2 - d_{b1}^2} - S_{b1} \cos^2 \beta_{b1}}{P_b \cos \beta_{b1}} + 1 \quad (2.71)$$

$$z' = \frac{\sqrt{0,25 \cdot (14,98 + 20,32)^2 - 14,34^2} - 4,23 \cdot \cos^2 13,58^\circ}{5,46 \cdot \cos 13,58^\circ} + 1 = 2,187$$

Полученное значение следует округлить в меньшую сторону и в итоге получаем  $z' = 2$

#### 2.4.17 Длина общей нормали

$$W = (z' - 1) \cdot P_b + S_{bt1} \cdot \cos \beta_{b1} \quad (2.72)$$

$$W = (2 - 1) \cdot 5,46 + 4,23 \cdot \cos 13,58^\circ = 9,57$$

#### 2.4.18 Минимальная активная ширина шестерни

$$b_{N1} = \frac{2 \cdot \sqrt{(0,5 \cdot d_z)^2 - [a - 0,5 \cdot d_{a1} \cos(\alpha_{ta} - \alpha_{wt})]^2}}{\cos \delta} + d_{a1} \cdot \sin(\alpha_{ta} - \alpha_{wt}) \cdot |\operatorname{tg} \delta| \quad (2.73)$$

$$b_{N1} = 28,1 \text{ мм}$$

### 2.5 Расчёт усилия на рулевом колесе

Усилие, котороеводитель прикладывает к рулевому колесу определяется по следующей формуле:

$$P_{PK} = \frac{M_C}{U_w \times \eta_{PM} \times \eta_{PI} \times R_{PK}} \quad (2.74)$$

где  $M_C$  - момент сопротивления повороту управляемых колес;

$U_w$  - кинематическое передаточное число рулевого управления;

$\eta_{PM}$  - КПД рулевого механизма;

$\eta_{PI}$  - КПД рулевого привода;

$R_{PK}$  - радиус рулевого колеса

$$\text{Радиус рулевого колеса для данного автомобиля} \quad R_{PK} = 0,175 \text{ м};$$

$$\eta_{PM} = 0,85; \eta_{PI} = 0,8.$$

Кинематическое передаточное число рулевого механизма рассчитывается по формуле:

$$U_w = \frac{\alpha_{PK}}{\alpha_K} \quad (2.75)$$

$\alpha_{PK}$  - угол поворота рулевого колеса;

$\alpha_k$ -угол поворота управляемых колес.

$$\text{Тогда } U_w = \frac{1080}{69.63} = 16.22$$

Момент сопротивления повороту управляемых колес вычислим по мощности следующего выражения:

$$M_c = \frac{S_L}{3} \sqrt{\frac{M_{A1}}{P_w}} = \frac{0.8}{3} \sqrt{\frac{7000}{200000}} = 349 \quad (2.76)$$

$$\text{Тогда } P_{\kappa} = \frac{349}{8 \times 0.175} = 18116.22 \times 0.85 \times 0.$$

Согласно ГОСТ Р 52302-

2004 для данного класса транспортных средств усилие на руле при повороте управляемых колес автомобиля, находящегося без движения, не должно превышать 60 Н. Согласно результатам расчетов, это значение существенно превышено. Однако ввиду наличия в конструкции рулевого управления электрического усилителя, усилие на рулевом колесе достигнет целевого значения и автомобиль будет соответствовать требованиям государственного стандарта.

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

### **3.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции**

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля. Из-за увеличения плотности трафика и увеличения динамики трафика эти системы становятся все более сложными. Длительное вращение рулевого колеса и оказывают непосредственное влияние на безопасность дорожного движения, а также косвенную передачу с дороги на силу водителя, что приводит к повышенной усталости и плохому вниманию. Для этого в современной автомобильной промышленности было улучшено качество потребительского управления. Точность рулевого управления, информативность и эргономика определяются динамикой общего ускорения, плавности или комфорта автомобиля, который не менее оценивается потребителем при выборе автомобиля.

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное в автомобилях как опция за дополнительную плату, установленное в большинстве автомобилей как стандарт, существенно не увеличило их стоимость, в основном это касается подушек безопасности и рулевого управления.

Цель этого проекта - повысить маневренность автомобилей второго класса, сократив количество оборотов рулевого колеса с его крайнего положения.

Таблица 3.1 - Спецификация оборудования, инструментов для  
производственного участка

N позиции на эскизе участка, рабочего места	Наименование оборудования, инструмента.	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом.
1.	Пресс гидравлический	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запрессовка подшипника роликового в картер.</li> <li>2. Запрессовка подшипника шарикового в картер.</li> </ol>
2.	Верстак	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка втулки опорной в картер рулевого механизма.</li> </ol>
4.	<p>Сборочный стенд для сборки рулевого механизма, Пневматический гайковерт модели ЦП-3112А</p> <p>Ключ для гайки упора рейки 67.7812.9537</p> <p>Отвертка крестовая</p> <p>Ключ рожковый на 19</p> <p>Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сборка рулевого механизма.</li> <li>2. Заворачивание болтов крепления крышки шестерни к картеру.</li> <li>3. Заворачивание гайки упора рейки</li> <li>4. Заворачивание винта в отверстие для закладки шариков</li> <li>5. Навинчивание гайки на тягу рулевую, навинчивание рулевого наконечника на тягу рулевую</li> <li>6. Загонуть тягу в рейке шайбой</li> </ol>

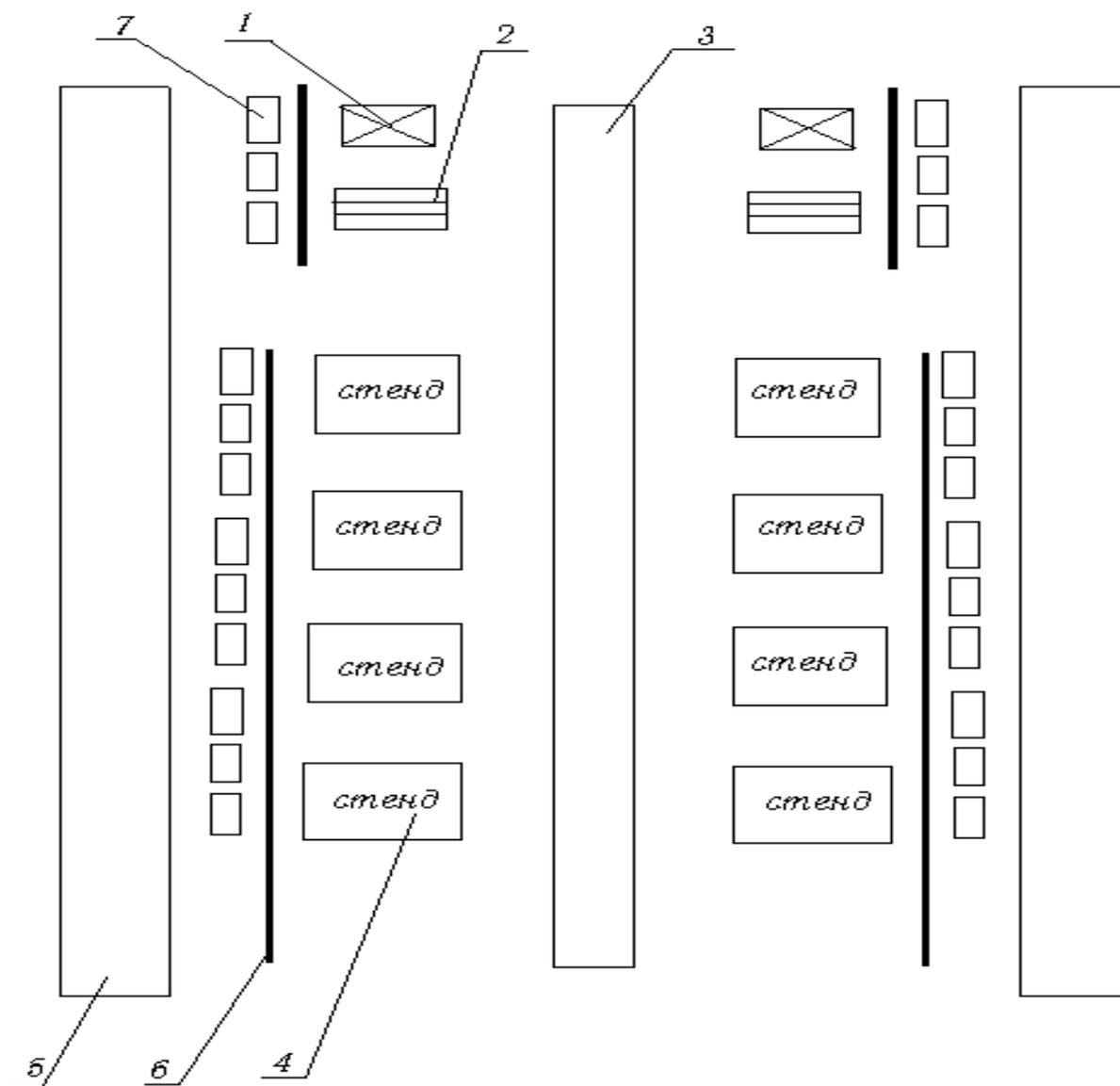


Рис 3.1 - План участка по сборке рулевого управления

1. Пресс гидравлический
2. Верстак
3. Конвейер ленточный
4. Сборочный стенд
5. Путь доставки контейнеров с запчастями
6. Ограждающий брус
7. Контейнеры с запчастями

Таблица 3.2 - Опасные и вредные производственные факторы

п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1.	Движущиеся детали машин и механизмов	а) травмы при контакте руки с рабочим органом станка-гайковерта. б) травмы при падении деталей. в) травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки подшипников. г) травмы при контакте с движущимися элементами конвейера. д) травмы при столкновении с погрузчиком
2.	Повышенный уровень шума	а) работающий станок – гайковерт б) работающее приспособление для запрессовки подшипников в) молоток, на операции когда контрится тяга рулевая в рейке г) шум механизмов привода конвейера
3.	Повышенный уровень вибрации	работающие механизмы: конвейер, гайковерт пневматический
4.	Повышенный уровень напряжения в электрической сети	проводка освещения или механизмов и приспособлений.
5.	Напряжение зрительных анализаторов	Все виды ручного труда при сборке рулевого механизма
6.	Повышенная запыленность и загазованность	На производстве используются погрузчики
7.	монотонность труда	Использования ручного труда на операциях общей сборки рулевого механизма

## Мероприятия по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий

а) ликвидация локальных пожаров должна начинаться самими рабочими с использованием подручных огнетушащих средств, сразу после обнаружения пожаров следует вызывать пожарную команду и эвакуировать незанятых в пожаротушении рабочих. По прибытии пожарной команды все рабочие должны быть эвакуированы.

б) ликвидация завалов и последствий затоплений должна осуществляться службами МЧС с возможным подключением добровольных помощников и муниципальных служб.

## **4 Экономическая эффективность дипломного проекта**

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля. Из-за увеличения плотности трафика и увеличения динамики трафика эти системы становятся все более сложными. Длительное вращение рулевого колеса и оказывают непосредственное влияние на безопасность дорожного движения, а также косвенную передачу с дороги на силу водителя, что приводит к повышенной усталости и плохому вниманию. Для этого в современной автомобильной промышленности было улучшено качество потребительского управления. Точность рулевого управления, информативность и эргономика определяются динамикой общего ускорения, плавности или комфорта автомобиля, который не менее оценивается потребителем при выборе автомобиля.

В настоящее время российский автомобильный рынок достаточно плотно насыщен автомобилями. Кроме российских производителей на нем представлены и автомобили иностранных производителей. Расширение иностранных производителей удерживают таможенные сборы. Однако многие производители решают данную проблему, размещая производство или монтаж автомобилей в России или странах ближнего зарубежья. Другие производители, которые снижают цену своей продукции, также отнимают покупателей АвтоВАЗа.

Жесткая конкуренция на европейском рынке привела к тому, что оборудование, ранее установленное в автомобилях как опция за дополнительную плату, установленное в большинстве автомобилей как стандарт, существенно не увеличило их стоимость, в основном это касается подушек безопасности и рулевого управления.

Цель этого проекта - повысить маневренность автомобилей второго класса, сократив количество оборотов рулевого колеса с его крайнего положения.

#### 4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 4.1 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
2	3	4	5
Годовая программа выпуска изделия	<i>V<sub>год.</sub></i>	шт.	120000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,086

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \quad (4.1)$$

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

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

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

$K_{вот}$ - коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 4.2 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,54	369,57
Прокат Сталь 3	кг	47,36	2,17	102,77
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,98	387,61
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,1	3,41
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,87	251,93
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,44	6,77
Итого				1122,05
<i>Ктзр</i>		1,45		16,27
<i>Квот</i>		1		11,22
Всего				1149,54

$M = 1149,54$  руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр}/100 \quad (4.2)$$

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

Таблица 4.3 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Гофр защитный	шт.	157,58	2	315,16
Хомут	шт.	85,54	4	342,16
Колпачек защитный	шт.	15,87	6	95,22
Втулка направляющая	шт.	452,87	2	905,74
Болт крепления	шт.	65,21	4	260,84
Гайка	шт.	25,84	4	103,36
Итого				2022,48
<i>Ктзр</i>		1,45		29,33
Всего				2051,81

$\Pi_i = 2051,81$  руб.

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_t(1 + K_{прем}/100) \quad (4.3)$$

где –  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_m = C_p \cdot i \cdot T_i \quad (4.4)$$

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

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 4.4 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,87	95,29	82,90
Токарная	6	0,54	99,44	53,70
Фрезерная	5	0,25	95,29	23,82
Термообработка	7	0,35	103,53	36,24
Шлифовальная	5	0,41	95,29	39,07
Сборочная	7	1,17	103,53	121,13
Итого				356,86
$K_{прем}$		12		42,82
Всего				399,68

$$Z_o = 399,68 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып} \quad (4.5)$$

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

$$Z_{доп} = 399,68 \cdot 0,14 = 55,96 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (4.6)$$

где -  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$C_{соц.н.} = (399,68 + 55,96) \cdot 0,3 = 136,69 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$C_{сод.обор.} = Z_o \cdot E_{обор.} / 100 \quad (4.7)$$

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

$$C_{\text{сод.обор.}} = 399,68 \cdot 1,94 = 775,38 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (4.8)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 399,68 \cdot 1,72 = 687,449 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку выполняются по формуле:

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (4.9)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 399,68 \cdot 0,03 = 11,99 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (4.10)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 1149,54 + 2051,81 + 399,68 + 136,69 + 55,96 + 775,38 + 687,449 + 11,99 = 5268,49 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (4.11)$$

где -  $E_{\text{обзав.}}$  - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{\text{обзав.}} = 399,68 \cdot 1,97 = 787,37 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 787,37 + 5268,49 = 6055,86 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (4.13)$$

где -  $E_{\text{ком.}}$  - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$C_{\text{ком.}} = 6055,86 \cdot 0,0029 = 17,56 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (4.14)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 6055,86 + 17,56 = 6073,43 \text{ руб.}$$

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

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (4.15)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 6073,43 \cdot (1 + 0,3) = 7895,45 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	1264,50	1149,54
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	2051,81	2051,81
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	399,68	399,68
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	55,96	55,96
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	136,69	136,69
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	775,38	775,38
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	687,45	687,45
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	11,99	11,99
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	5383,45	5268,49
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	787,37	787,37
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	6170,82	6055,86
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	17,90	17,56
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	6188,71	6073,43
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	8045,33	8045,33

## Расчет точки безубыточности

Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:

Определение переменных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$Z_{\text{перем.уд.б.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{перем.уд.пр.}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.б.}} &= 1264,50 + 2051,81 + 399,68 + 55,96 + 136,69 = \\ &= 3908,63 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{перем.уд.пр.}} &= 1149,54 + 2051,81 + 399,68 + 55,96 + 136,69 = \\ &= 3793,68 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем.б.}} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.18)$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = Z_{\text{перем.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.19)$$

где -  $V_{\text{год}}$ - объём производства

$$Z_{\text{перем.б.}} = 3908,63 \cdot 120000 = 469035635,71 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{перем.пр.}} = 3793,68 \cdot 120000 = 455241101,38 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$Z_{\text{пост.уд.б.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (4.20)$$

$$Z_{\text{пост.уд.пр.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{обзав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.б.}} &= 775,38 + 11,99 + 687,45 + 787,37 + 17,90 = \\ &= 2280,08 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост.уд.пр.}} &= 775,38 + 11,99 + 687,45 + 787,37 + 17,56 = \\ &= 2279,75 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{пост.б.}} = Z_{\text{пост.уд.б.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.22)$$

$$Z_{\text{пост.пр.}} = Z_{\text{пост.уд.пр.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (4.23)$$

$$З_{пост.б.} = 2280,08 \cdot 120000 = 273609915,77 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.пр.} = 2279,75 \cdot 120000 = 273569911,62 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$А_{м.уд.} = (С_{сод.обор.} + С_{инстр.}) \cdot Н_A / 100 \quad (4.24)$$

где -  $H_A$  - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$А_{м.уд.} = (775,38 + 11,99) \cdot 12 / 100 = 94,48 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$С_{полн.год.пр.} = С_{полн.с.с.} \cdot V_{год} \quad (4.25)$$

$$С_{полн.год.пр.} = 6073,43 \cdot 120000 = 728811012,99 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$Выручка = Ц_{отп.пр.} \cdot V_{год} \quad (4.26)$$

$$Выручка = 8045,33 \cdot 120000 = 965439216,92 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$Д_{марж.} = Выручка - З_{перем.пр.} \quad (4.27)$$

$$Д_{марж.} = 965439216,92 - 455241101,38 = 510198115,55 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$А_{крит.} = З_{пост.пр.} / (Ц_{отп.пр.} - З_{перем.уд.пр.}) \quad (4.28)$$

$$А_{крит.} = 273569911,62 / (8045,33 - 3793,68) = 64344,40 \text{ руб.}$$

$$А_{крит.} = 64345 \text{ руб.}$$

### График точки безубыточности

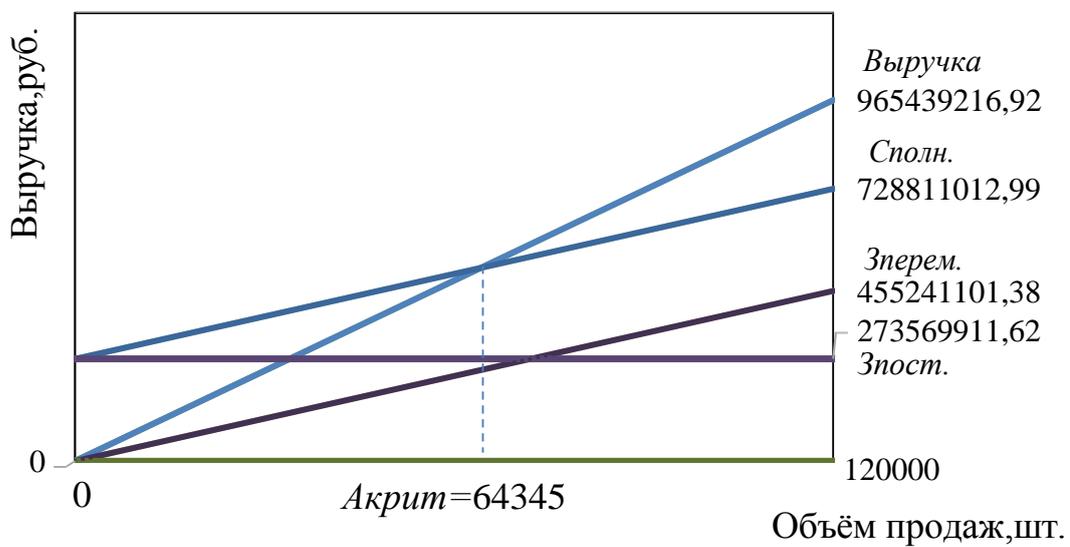


Рис. 4.1 - График точки безубыточности

## Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.

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

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (4.29)$$

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

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

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{120000 - 64345}{6 - 1} = 11131 \text{ шт.}$$

Для определения чистого дохода необходимо рассчитать следующие показатели:

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (4.30)$$

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

$$V_{\text{прод.}1} = 64345 + 1 \cdot 11131 = 75476 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 64345 + 2 \cdot 11131 = 86607 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 64345 + 3 \cdot 11131 = 97738 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 64345 + 4 \cdot 11131 = 108869 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 64345 + 5 \cdot 11131 = 120000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$V_{\text{выручка.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (4.31)$$

$$V_{\text{выручка.}1} = 8045,33 \cdot 75476 = 607229086,14 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}2} = 8045,33 \cdot 86607 = 696781618,83 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}3} = 8045,33 \cdot 97738 = 786334151,53 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}4} = 8045,33 \cdot 108869 = 875886684,23 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выручка.}5} = 8045,33 \cdot 120000 = 965439216,92 \text{ руб.}$$

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

для базового варианта:

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.32)$$

$$З_{перем.б.1} = 3908,63 \cdot 75476 = 295007780,34 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 3908,63 \cdot 86607 = 338514744,18 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 3908,63 \cdot 97738 = 382021708,03 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 3908,63 \cdot 108869 = 425528671,87 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 3908,63 \cdot 120000 = 469035635,71 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (4.33)$$

$$З_{перем.пр.1} = 3793,68 \cdot 75476 = 286331478,06 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 3793,68 \cdot 86607 = 328558883,89 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 3793,68 \cdot 97738 = 370786289,72 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 3793,68 \cdot 108869 = 413013695,55 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 3793,68 \cdot 120000 = 455241101,38 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (4.34)$$

$$Ам. = 94,48 \cdot 120000 = 11338114,52 \text{ руб.}$$

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

для базового варианта:

$$Сполн.б.i = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (4.35)$$

$$Сполн.б.1 = 295007780,34 + 273609915,77 = 568617696,11 \text{ руб.}$$

$$Сполн.б.2 = 338514744,18 + 273609915,77 = 612124659,95 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.3} = 382021708,03 + 273609915,77 = 655631623,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 425528671,87 + 273609915,77 = 699138587,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 469035635,71 + 273609915,77 = 742645551,48 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (4.36)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 286331478,06 + 273569911,62 = 559901389,68 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 328558883,89 + 273569911,62 = 602128795,51 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 370786289,72 + 273569911,62 = 644356201,34 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 413013695,55 + 273569911,62 = 686583607,17 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 455241101,38 + 273569911,62 = 728811012,99 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (4.37)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (607229086,14 - 559901389,68) - (607229086,14 - 568617696,11) = 8716306,43 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (696781618,83 - 602128795,51) - (696781618,83 - 612124659,95) = 9995864,44 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (786334151,53 - 644356201,34) - (786334151,53 - 655631623,79) = 11275422,46 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (875886684,23 - 686583607,17) - (875886684,23 - 699138587,64) = 12554980,47 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (965439216,92 - 728811012,99) - (965439216,92 - 742645551,48) = 13834538,48 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (4.38)$$

$$\text{Нпр.1} = 8716306,43 \cdot 0,20 = 1743261,29 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 9995864,44 \cdot 0,20 = 1999172,89 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 11275422,46 \cdot 0,20 = 2255084,49 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 12554980,47 \cdot 0,20 = 2510996,09 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 13834538,48 \cdot 0,20 = 2766907,70 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (4.39)$$

$$Пр.ч.1 = 8716306,43 - 1743261,29 = 6973045,14 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 9995864,44 - 1999172,89 = 7996691,55 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 11275422,46 - 2255084,49 = 9020337,97 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 12554980,47 - 2510996,09 = 10043984,38 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 13834538,48 - 2766907,70 = 11067630,79 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла, конструкции.

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (4.40)$$

где - Д1 и Д2 - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 120000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 8045,33 \cdot 120000 / 100000 - 8045,33 = 1609,07 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot Vпрод.i \quad (4.41)$$

$$ЧД1 = 6973045,14 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 75476 = 139756976,89 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 7996691,55 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 86607 = 158691129,84 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 9020337,97 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 97738 = 177625282,79 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 10043984,38 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 108869 = 196559435,75 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 11067630,79 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 120000 = 215493588,70 \text{ руб}$$

Дисконтирование денежного потока.

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

$$\alpha_{ti} = 1/(1+Ecm.i)^t \quad (4.42)$$

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

$t$ - год приведения затрат и результатов

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

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

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

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (4.43)$$

$$ДСП_1 = 139756976,89 \cdot 0,952 = 133048642,00 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 158691129,84 \cdot 0,907 = 143932854,77 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 177625282,79 \cdot 0,864 = 153468244,33 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 196559435,75 \cdot 0,823 = 161768415,62 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 215493588,70 \cdot 0,783 = 168731479,95 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (4.44)$$

$$\begin{aligned} \Sigma ДСП = & 133048642,00 + 143932854,77 + 153468244,33 + \\ & + 161768415,62 + 168731479,95 = 760949636,67 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma С_{полн.пр.i} \quad (4.45)$$

где -  $K_{инв}$ . – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$\begin{aligned} J_0 = & 0,086 \cdot ( 559901389,68 + 602128795,51 + 644356201,34 + \\ & + 686583607,17 + 728811012,99 ) = 277073166,57 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (4.46)$$

$$ЧДД = 760949636,67 - 277073166,57 = 483876470,10 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$ID = ЧДД / J_0 \quad (4.47)$$

$$ID = 483876470,10 / 277073166,57 = 1,75$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (4.48)$$

$$Токуп. = 277073166,57 / 483876470,10 = 0,57$$

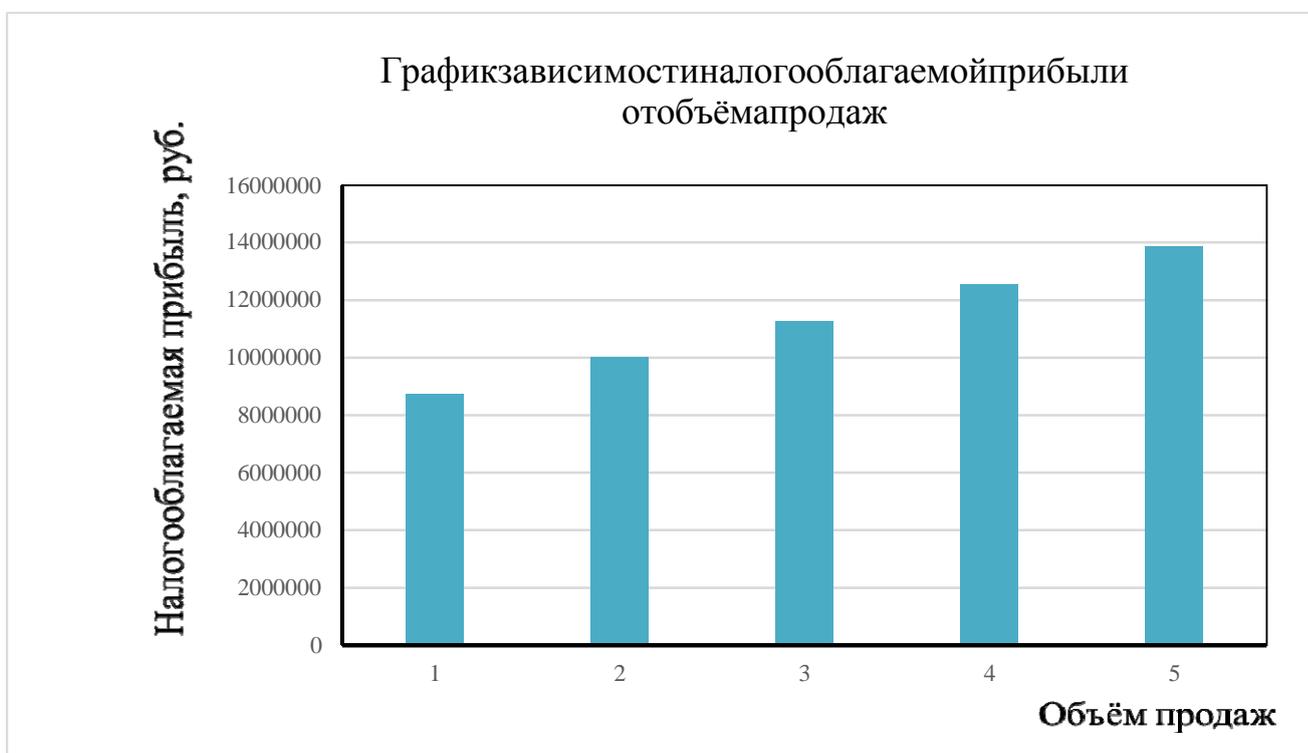


Рис. 4.2-График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

## Выводы и рекомендации

В результате проведения совокупности конструкторских мероприятий увеличился ресурс проектируемого узла автомобиля при одновременном положительном экономическом эффекте  $ID = 1,75$ .

При расчете экономических показателей по внедрению проектного узла автомобиля в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового варианта, и в результате увеличения ресурса проектной конструкции ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общественную эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения модернизированного узла автомобиля составляет 483876470,10 рублей.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,57 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о его применении в новых конструкциях автомобилей.

Таблица 4.6 - Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж V прод. (шт)		75476	86607	97738	108869	120000
Отпускная цена за единицу прод.		8045,33				
Выручка. н.		607229	696782	786334	875887	965439
Переменные затраты (тыс. руб) Зп		295008	338515	382022	425529	469036
Зперем. н.		286331	328559	370786	413014	455241
Амортизация, Ам (тыс. руб.)		11338				
Постоянные затраты (тыс. руб) Зп		273610				
Зпост. н.		273570				
Полная себестоимость (тыс. руб)		568618	612125	655632	699139	742646
Спол. н.		559901	602129	644356	686584	728811
Налогооблагаемая прибыль, б (тыс. руб)		38611	84657	130703	176748	222794
Налогооблагаемая прибыль, н		47328	94653	141978	189303	236628
Налог на прибыль, б (тыс. руб)		7722	16931	26141	35350	44559
Налог на прибыль, н		9466	18931	28396	37861	47326
Прибыль чистая, б		30889	67726	104562	141398	178235
Прибыль чистая, н		37862	75722	113582	151442	189303
Чистый поток реальных денег ЧД(0)		139757	158691	177625	196559	215494
Коэф дисконт. при Ест. 1		0,952	0,907	0,864	0,823	0,783
Чистый дисконтированный поток реальных денег ЧДД		133049	143933	153468	161768	168731
Капиталообразующие инвестиции	277073					
Чистый дисконтированный поток реальных денег, сумма ЧДД		483876				
Индекс доходности, ИД		1,75				
Срок окупаемости проекта Токуп.		0,57				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель этого проекта - разработать конкурентоспособный дизайн рулевого управления с оптимальным количеством оборотов рулевого колеса для автомобилей второго класса. Для этого в рамках дипломного проекта были проведены следующие работы:

- Определение цели, классификация рулевого управления и требования к ним;
- Обзор изменений в тенденции проектирования и разработки;
- Выбор и обоснование дизайн версии руль дизайн;
- Выполнять динамический расчет тяги легковых автомобилей второй категории;
- Расчет параметров взаимодействия механизма "зубчатая рейка";
- Расчет параметров шестерни рулевого механизма
- Подтверждение коммерческой эффективности проекта и определение производственных затрат;
- Разработка ряда мер по обеспечению безопасных условий труда.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
4. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
6. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
8. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
9. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
10. Кузнецов, Б.А. Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
11. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
12. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
13. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение, 1972.– 233 с.

- 14.Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
- 15.Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
16. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
- 17.Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
18. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
- 19.Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
- 20.Чайковский, И.П. Рулевые управления автомобилей / И.П. Чайковский; П.А. Саломатин;. - М. : Машиностроение, 1987.-176с.
21. Duna,Tariq Yaseen,Graphicaluserinterface(GUI)fordesignofpassengercarsystemusingrandomroadprofile/Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
22. Jan,Ziobro.Analysisofelementcarbodyontheexamplesilentblock/Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
23. Lucian,Roman,Mathematicalmodelandsoftwaresimulationofsystemfromopelcars/Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
24. Dainius,Luneckas.Vilius Bartulis,Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods/Luneckas, Dainius.Bartulis, Vilius;. - Mokslas:Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
25. Catalin,Alexandru.Vlad,Totu,Methodforthemulti-criteriaoptimizationofcarwheelmechanisms/ Alexandru, Catalin.Totu, Vlad;. - Ingenieria e Investigación,2016. – 137s.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

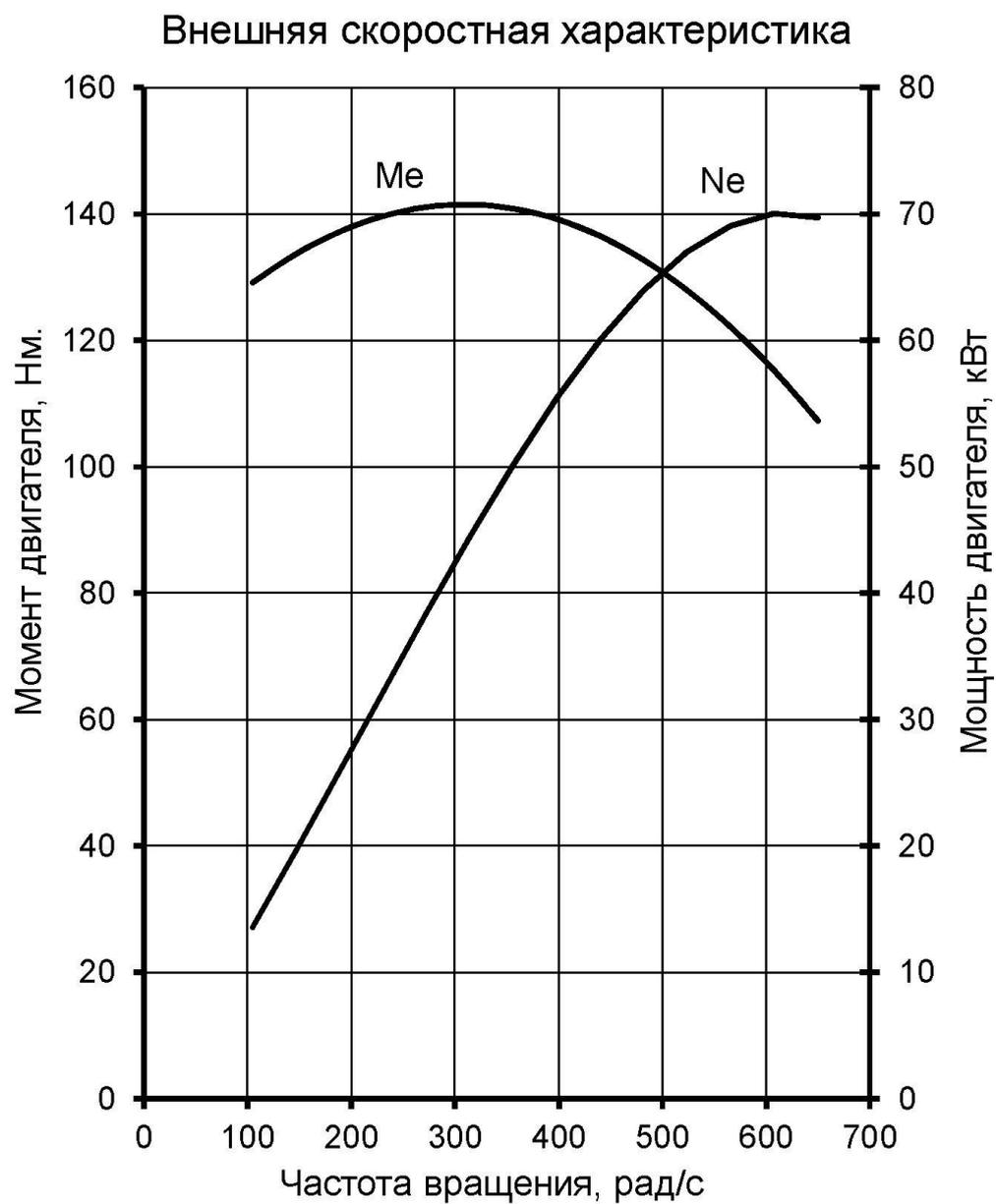


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

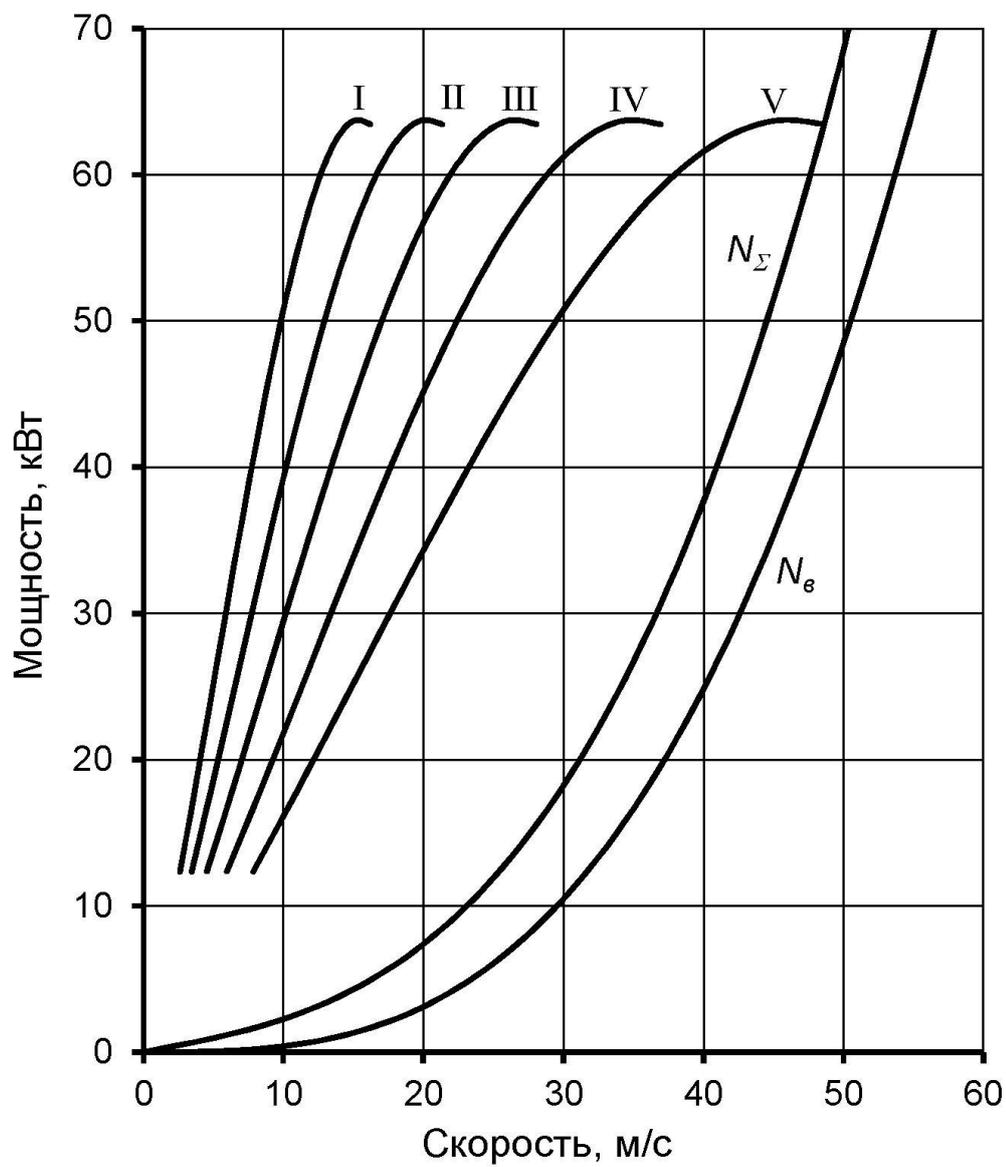


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

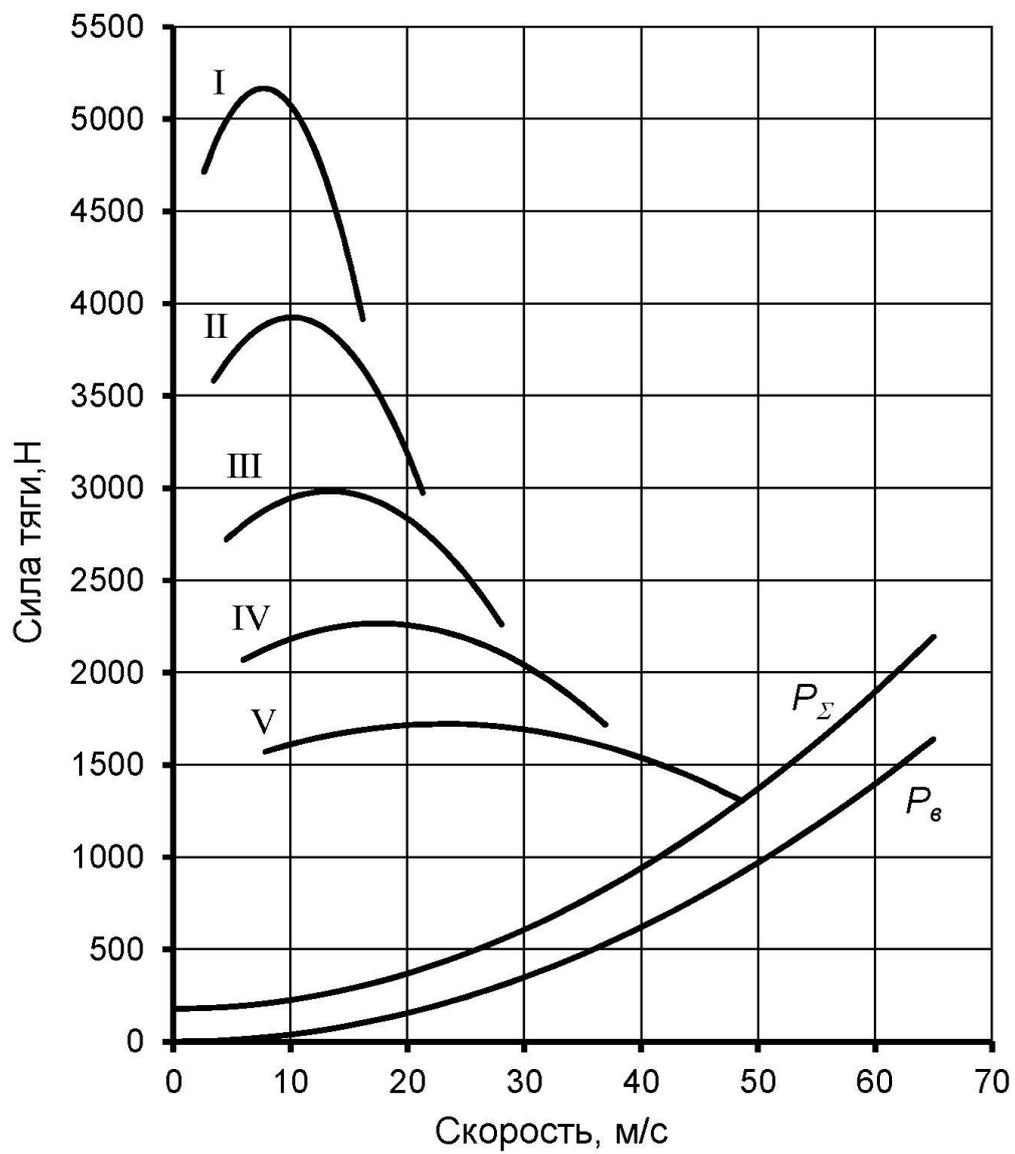


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

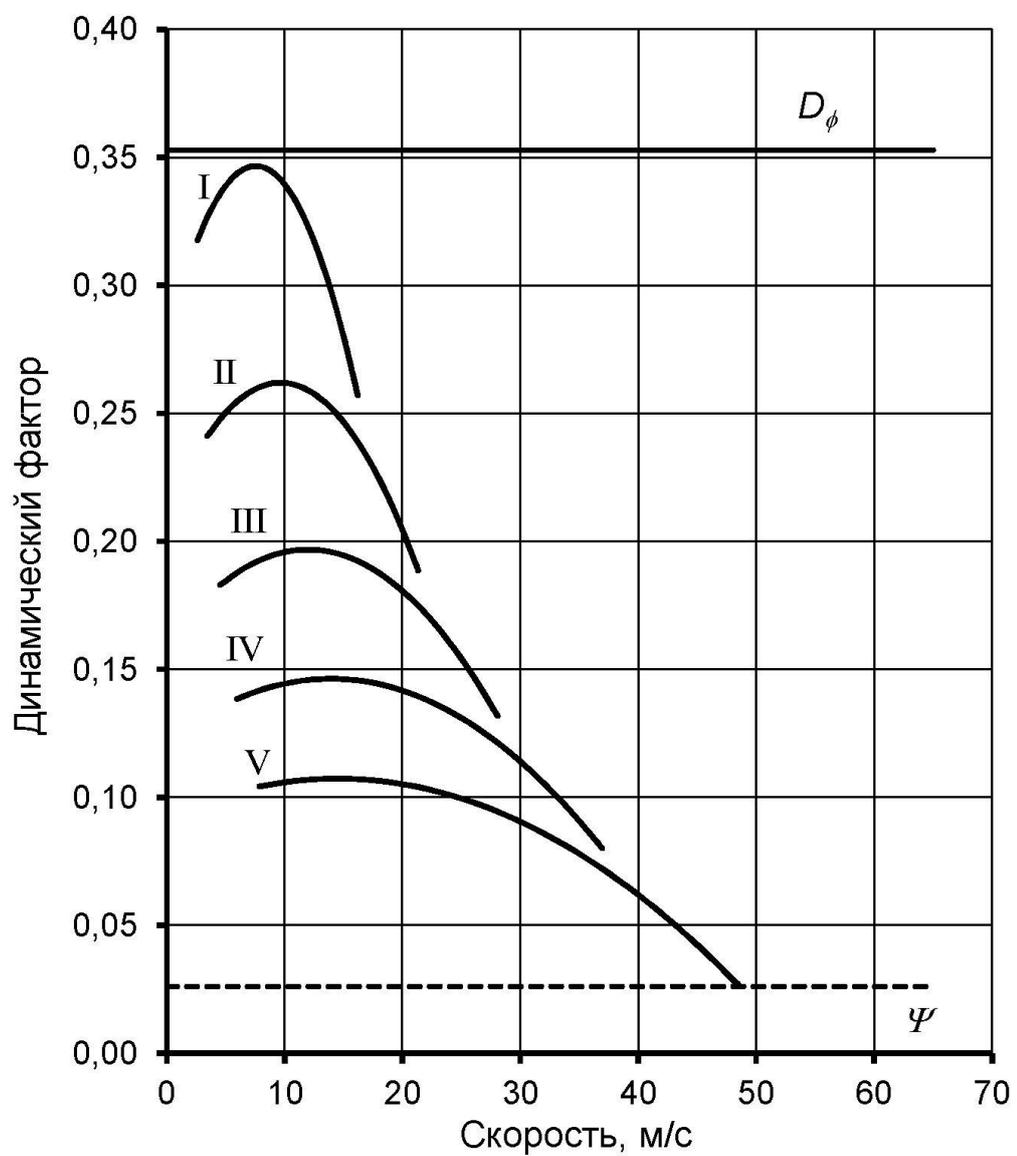


Рисунок А.4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

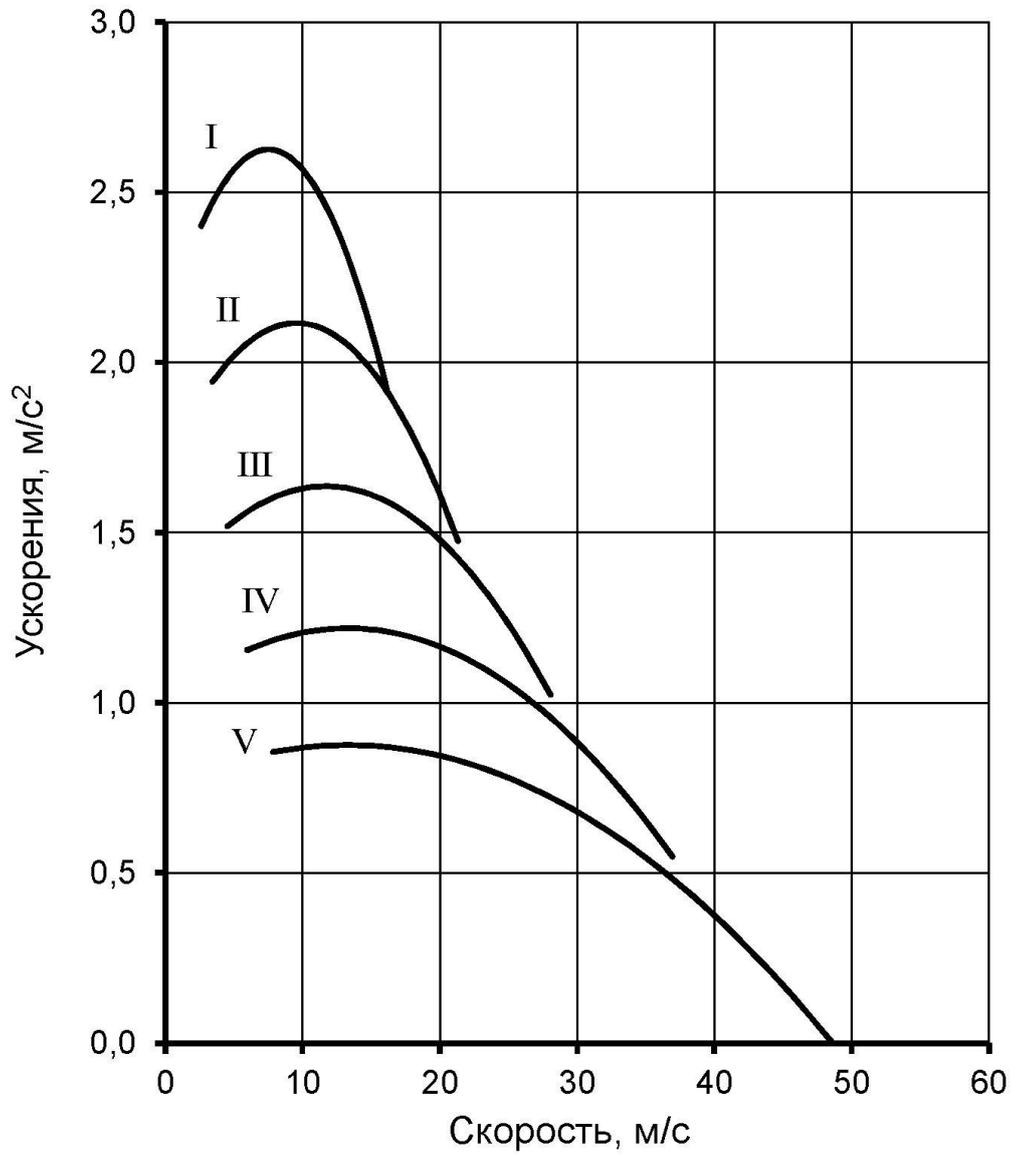


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

### Время разгона

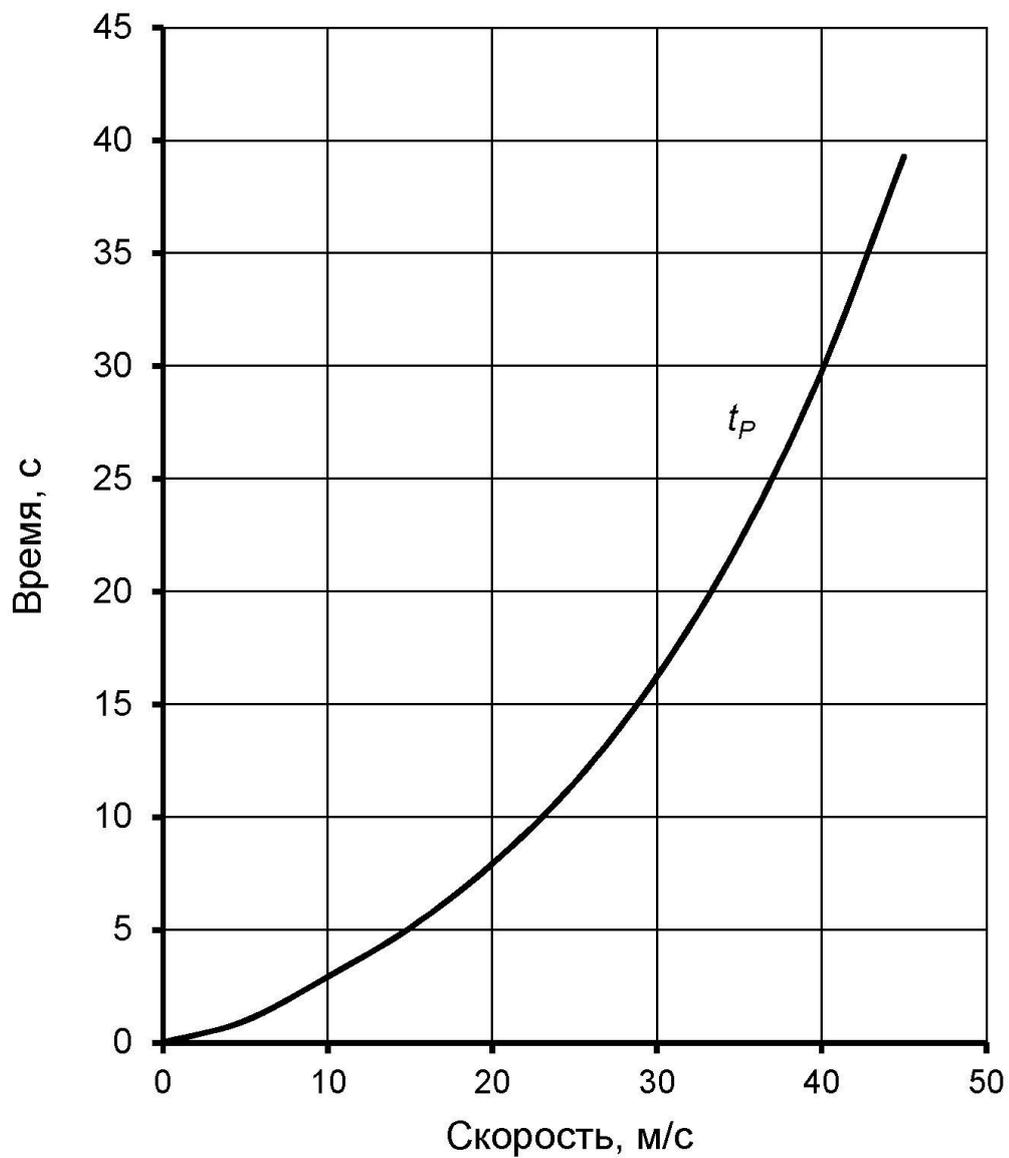


Рисунок А.6 – Время разгона

### Путь разгона

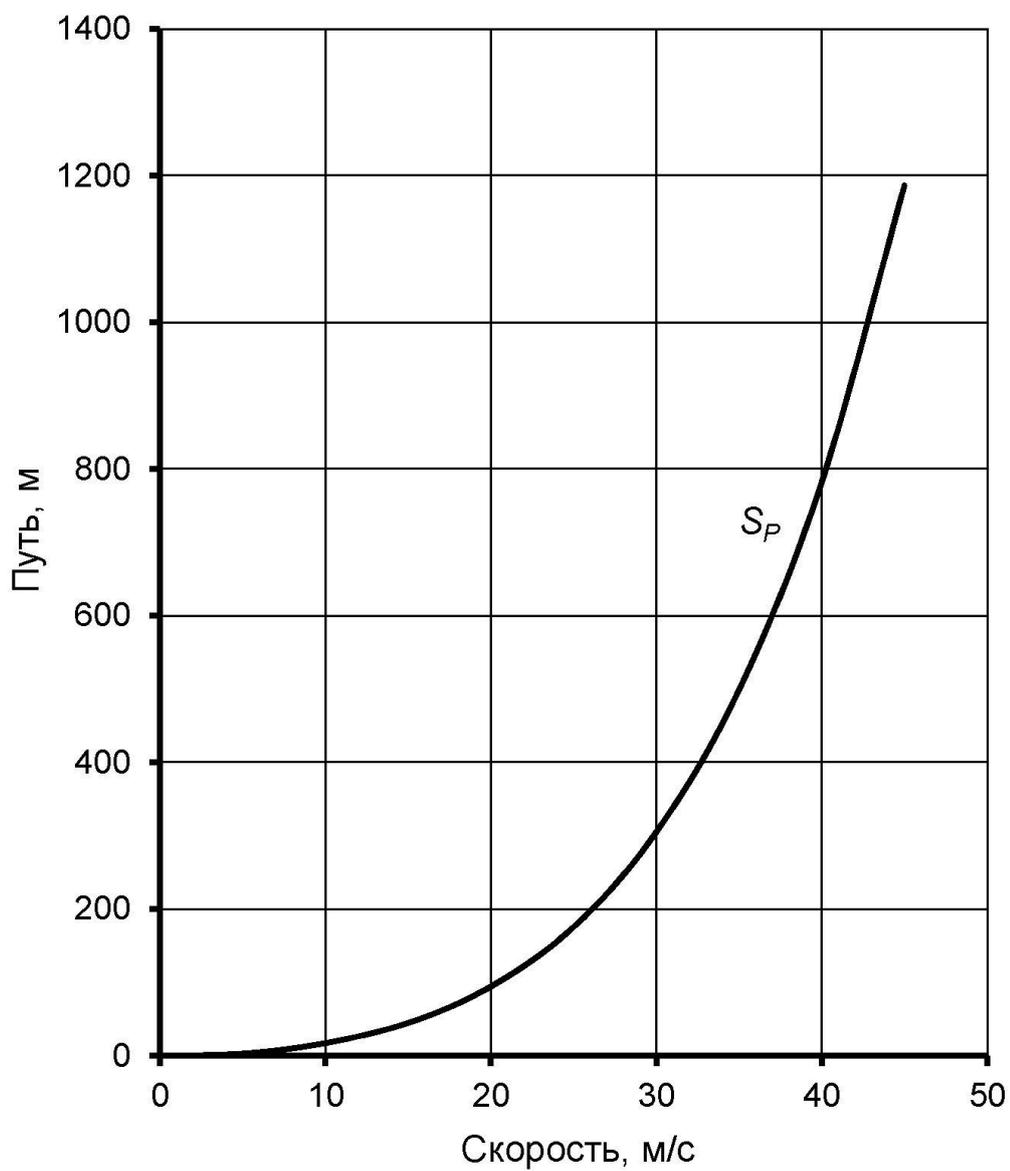


Рисунок А.7 – Путь разгона

### Путевой расход топлива

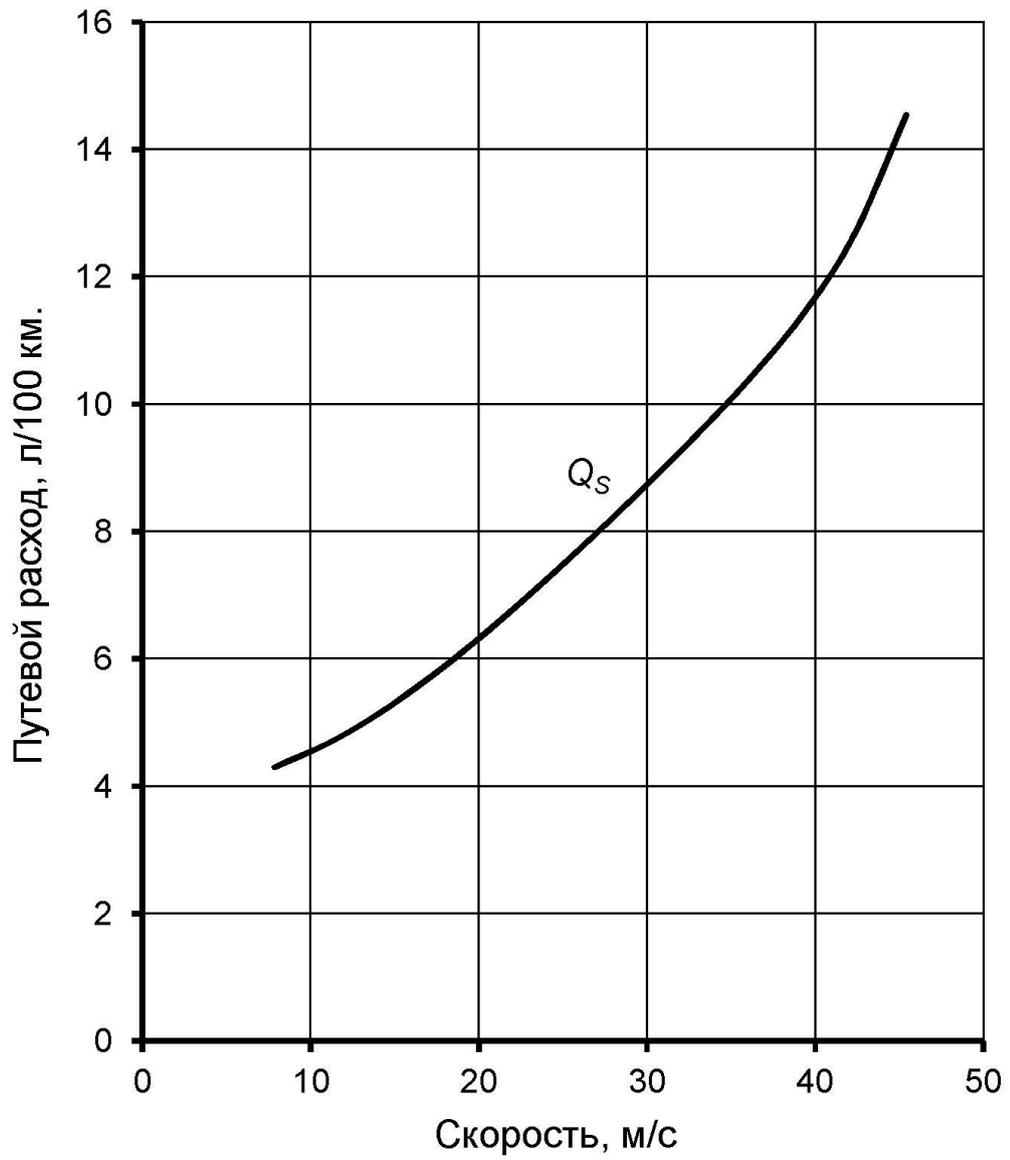


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

16 Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.[16]

17 Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.[16]

18 В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"[16] в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. [16]

19 Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. [16]

20 Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. [16]

21 Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование"[16]

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

23 Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. [16]

24 [Положение](#) о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. [16]

25 Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. [16]

Термины и определения [16]

26 Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. [16]

27 Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. [16]

28 Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже. [16]

29 Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С. [16]

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

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

38 Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин. [16]

39 Деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.[16]

Под окружающей средой понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.[16]

Компонентами природной среды являются земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.[16]

Под природным объектом понимается естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства, под природно-антропогенным объектом - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение, а под антропогенным объектом - объект, созданный человеком для обеспечения его

социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.[16]

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;
- 3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд;
- 4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство[16]

В первоочередном порядке охране подлежат естественные Экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию. Особой охране подлежат объекты, включенные в Список всемирного культурного наследия и Список всемирного природного наследия, государственные природные заповедники, в том числе биосферные, государственные природные заказники, памятники природы, национальные, природные и дендрологические парки, ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности и курорты, иные природные комплексы, исконная среда обитания, места традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации, объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, Эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, континентальный шельф и исключительная Экономическая зона Российской Федерации, а также редкие или находящиеся под угрозой исчезновения почвы, леса и иная растительность, животные и другие организмы и места их обитания.[16]

В систему мер по охране окружающей среды входят:

- 1) нормирование в области охраны окружающей среды - установление нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в указанной сфере;
- 2) Экологический мониторинг - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов;
- 3) Экологический контроль - система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами

хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды;

4) Экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;

5) иные меры, предусмотренные законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды[16]

Система обеспечения безопасности, сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-Экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Принято понимать охрану труда в широком и узком смыслах. В широком смысле Э то система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-Экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. [Ст.209 Трудового кодекса РФ](#) определяет охрану труда как систему мероприятий, направленную на сохранение жизни и здоровья работников. В узком смысле охрана труда представляет собой комплекс мер по каждому из ее направлений — правовому, Экономическому, организационно-техническому и другим, хотя только всесторонняя охрана труда может обеспечить здоровые и безопасные условия труда. В трудовом праве охрана труда в узком смысле понимается как один из принципов трудового права; правовой институт; субъективное право работника на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены в конкретном трудовом правоотношении.[16]

40 Система мер, осуществляемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду. Под атмосферным воздухом понимается жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. В целях

определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения и животных, особо охраняемые природные территории и объекты, а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха и предельно допустимые уровни физических воздействий на него. Выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух допускается на основании разрешений, которые выдаются органами исполнительной власти в области охраны окружающей среды. Указанным разрешением устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, которые обеспечивают охрану атмосферного воздуха. Вредные физические воздействия на атмосферный воздух, допускаются на основании разрешений, выданных в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. При отсутствии разрешений на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него подлежат государственному учету в порядке, определенном Правительством Российской Федерации[16]

Система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов ([п.17 ст.1 Водного кодекса РФ](#)). Требования по охране водных объектов установлены водным законодательством ([ст.55 – 67 Водного кодекса РФ](#) и др.), законодательством об охране окружающей среды, об использовании и охране водных биологических ресурсов, законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и иным законодательством Российской Федерации. За невыполнение требований об охране водных объектов водопользователи несут административную или уголовную ответственность. Вред, причиненный водному объекту в результате нарушения требований по его охране, подлежит возмещению в соответствии с водным законодательством.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц, направленная на сохранение земли как важнейшего компонента природной среды. Целями охраны земли являются предотвращение деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных воздействий хозяйственной деятельности, а также улучшение и восстановление земель, подвергшихся негативным воздействиям.[16]

Органы государственной власти, органы местного самоуправления разрабатывают, утверждают и обеспечивают выполнение федеральных, региональных и местных программ охраны земель; устанавливают экологические нормативы и санитарные правила и нормативы; осуществляют государственный и муниципальный земельный контроль, иные предусмотренные законодательством меры по обеспечению охраны земель.[16]

Собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи, арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по сохранению плодородия почв, защите земель от негативных воздействий природного и антропогенного характера; рекультивации нарушенных земель и пр.[16]

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, граждан и юридических лиц, направленная на охрану лесов от пожаров, от загрязнения (в том числе радиоактивными веществами) и от иного негативного воздействия. Нарушение правил охраны лесов (их загрязнение сточными водами, химическими, радиоактивными и другими вредными веществами, отходами производства и потребления, иное негативное воздействие на леса), а также нарушение правил пожарной безопасности в лесах является основанием для применения мер административной ответственности ([ст. 8.31, 8.32 Кодекса РФ об административных правонарушениях](#)). Уголовная ответственность предусмотрена за уничтожение или повреждение лесных насаждений в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности либо в результате путем поджога, а также загрязнения или иного негативного воздействия ([ст. 261 Уголовного кодекса РФ](#)).[16]

Лица, в результате противоправных действий которых был причинен вред лесам, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.[16]

1.1. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (далее - Порядок) разработан для

обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и устанавливает общие положения обязательного обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда всех работников, в том числе руководителей.[16]

1.2. Порядок обязателен для исполнения федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, работодателями организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, работодателями - физическими лицами, а также работниками, заключившими трудовой договор с работодателем.[16]

1.3. На основе Порядка федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать дополнительные требования к организации и проведению обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников подведомственных им организаций, не противоречащие требованиям Порядка.[16]

1.4. Порядок не заменяет специальных требований к проведению обучения, инструктажа и проверки знаний работников, установленных органами государственного надзора и контроля.[16]

Одновременно с обучением по охране труда и проверкой знаний требований охраны труда, осуществляемыми в соответствии с Порядком, могут проводиться обучение и аттестация работников организаций по другим направлениям безопасности труда, организуемые органами государственного надзора и контроля и федеральными органами исполнительной власти в порядке, утверждаемом ими по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.[16]

1.5. Обучению по охране труда и проверке знаний требований охраны труда в соответствии с Порядком подлежат все работники организации, в том числе ее руководитель.[16]

1.6. Работники, имеющие квалификацию инженера (специалиста) по безопасности технологических процессов и производств или по охране труда, а также работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, государственного надзора и контроля, педагогические работники образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплины "охрана труда", имеющие непрерывный стаж работы в области охраны труда не менее пяти лет, в течение года после поступления на работу могут не проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

1.7. Ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда работников организаций несет работодатель в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.[16]

## II. Порядок обучения по охране труда

### 2.1. Проведение инструктажа по охране труда

2.1.1. Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда.[16]

2.1.2. Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности.

Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).[16]

2.1.3. Кроме вводного инструктажа по охране труда, проводятся первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.[16]

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.[16]

Проведение инструктажей по охране труда включает в себя ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами, изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации, а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.[16]

Инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж.[16]

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей (в установленных случаях - в наряде-допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.[16]

2.1.4. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы:

со всеми вновь принятыми в организацию работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях трудового договора, заключенного на срок до двух месяцев или на период выполнения сезонных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

с работниками организации, переведенными в установленном порядке из другого структурного подразделения, либо работниками, которым поручается выполнение новой для них работы;

с командированными работниками сторонних организаций, обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и другими лицами, участвующими в производственной деятельности организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится руководителями структурных подразделений организации по программам, разработанным и утвержденным в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов организации, инструкций по охране труда, технической и эксплуатационной документации.[16]

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут освобождаться от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от прохождения первичного инструктажа на рабочем месте, утверждается работодателем.[16]

2.1.5. Повторный инструктаж проходят все работники, указанные в [п. 2.1.4](#) настоящего Порядка, не реже одного раза в шесть месяцев по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.[16]

Признание отношений, возникших на основании гражданско-правового договора, трудовыми отношениями может осуществляться:[16]

лицом, использующим личный труд и являющимся заказчиком по указанному договору, на основании письменного заявления физического лица, являющегося исполнителем по указанному договору, и (или) не обжалованного в суд в установленном порядке предписания государственного инспектора труда об устранении нарушения [части второй статьи 15](#) настоящего Кодекса;[16]

судом в случае, если физическое лицо, являющееся исполнителем по указанному договору, обратилось непосредственно в суд, или по материалам (документам), направленным государственной инспекцией труда, иными органами и лицами, обладающими необходимыми для Э того полномочиями в соответствии с федеральными законами.[16]

В случае прекращения отношений, связанных с использованием личного труда и возникших на основании гражданско-правового договора, признание Э тих отношений трудовыми отношениями осуществляется судом. Физическое лицо, являвшееся исполнителем по указанному договору, вправе обратиться в суд за признанием Э тих отношений трудовыми отношениями в порядке и в сроки, которые предусмотрены для рассмотрения индивидуальных трудовых споров.[16]

Неустранимые сомнения при рассмотрении судом споров о признании отношений, возникших на основании гражданско-правового договора, трудовыми отношениями толкуются в пользу наличия трудовых отношений.[16]

Если отношения, связанные с использованием личного труда, возникли на основании гражданско-правового договора, но впоследствии в порядке, установленном частями [первой-третьей](#) настоящей статьи, были признаны трудовыми отношениями, такие трудовые отношения между работником и работодателем считаются возникшими со дня фактического допущения физического лица, являющегося исполнителем по указанному договору, к исполнению предусмотренных указанным договором обязанностей.[16]

Стороны трудовых отношений

Сторонами трудовых отношений являются работник и работодатель.

Работник - физическое лицо, вступившее в трудовые отношения с работодателем.

Если иное не предусмотрено настоящим Кодексом, другими федеральными законами, вступать в трудовые отношения в качестве работников имеют право лица, достигшие возраста шестнадцати лет, а в случаях и порядке, которые установлены настоящим Кодексом, - также лица, не достигшие указанного возраста.[16]

Работодатель - физическое лицо либо юридическое лицо (организация), вступившее в трудовые отношения с работником. В случаях, предусмотренных федеральными законами, в качестве работодателя может выступать иной субъект, наделенный правом заключать трудовые договоры.[16]

Для целей настоящего Кодекса работодателями - физическими лицами признаются:

физические лица, зарегистрированные в установленном порядке в качестве индивидуальных предпринимателей и осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, а также частные нотариусы, адвокаты, учредившие адвокатские кабинеты, и иные лица, чья профессиональная деятельность в соответствии с федеральными законами подлежит государственной регистрации и (или) лицензированию, вступившие в трудовые отношения с работниками в целях осуществления указанной деятельности (далее - работодатели - индивидуальные предприниматели). Физические лица, осуществляющие в нарушение требований федеральных законов указанную деятельность без государственной регистрации и (или) лицензирования, вступившие в трудовые отношения с работниками в целях осуществления этой деятельности, не освобождаются от исполнения обязанностей, возложенных настоящим Кодексом на работодателей - индивидуальных предпринимателей;[16]

физические лица, вступающие в трудовые отношения с работниками в целях личного обслуживания и помощи по ведению домашнего хозяйства (далее - работодатели - физические лица, не являющиеся индивидуальными предпринимателями).[16]

Права и обязанности работодателей в трудовых отношениях осуществляются: физическим лицом, являющимся работодателем; органами управления юридического лица (организации) или уполномоченными ими лицами, иными лицами, уполномоченными на это в соответствии с федеральным законом, в порядке, установленном настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, нормативными правовыми актами органов местного самоуправления, учредительными документами юридического лица (организации) и локальными нормативными актами.[16]

Заключать трудовые договоры в качестве работодателей имеют право физические лица, достигшие возраста восемнадцати лет, при условии наличия у них гражданской дееспособности в полном объеме, а также лица, не достигшие указанного возраста, - со дня приобретения ими гражданской дееспособности в полном объеме.[16]

Физические лица, имеющие самостоятельный доход, достигшие возраста восемнадцати лет, но ограниченные судом в дееспособности, имеют право с письменного согласия попечителей заключать трудовые договоры с работниками в целях личного обслуживания и помощи по ведению домашнего хозяйства.[16]

От имени физических лиц, имеющих самостоятельный доход, достигших возраста восемнадцати лет, но признанных судом недееспособными, их опекунами могут заключаться трудовые договоры с работниками в целях личного обслуживания этих физических лиц и помощи им по ведению домашнего хозяйства.[16]

Несовершеннолетние в возрасте от четырнадцати до восемнадцати лет, за исключением несовершеннолетних, приобретших гражданскую дееспособность в полном объеме, могут заключать трудовые договоры с работниками при наличии собственных заработка, стипендии, иных доходов и с письменного согласия своих законных представителей (родителей, опекунов, попечителей).[16]

В случаях, предусмотренных [частями восьмой-десятой](#) настоящей статьи, законные представители (родители, опекуны, попечители) физических лиц, выступающих в качестве работодателей, несут дополнительную ответственность по обязательствам, вытекающим из трудовых отношений, включая обязательства по выплате заработной платы.

По вытекающим из трудовых отношений обязательствам работодателя - юридического лица субсидиарную ответственность несут собственник имущества, учредитель (участник) юридического лица в случаях, в которых федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации установлена субсидиарная ответственность собственника имущества, учредителя (участника) по обязательствам юридического лица.[16]

### Основные права и обязанности работника

Работник имеет право на:

заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

предоставление ему работы, обусловленной трудовым договором;

рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда и условиям, предусмотренным коллективным договором;

своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей квалификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы;

отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности рабочего времени, сокращенного рабочего времени для отдельных профессий и категорий работников, предоставлением еженедельных выходных дней, нерабочих праздничных дней, оплачиваемых ежегодных отпусков;[16]

полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте, включая реализацию прав, предоставленных законодательством о специальной оценке условий труда;

подготовку и дополнительное профессиональное образование в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

объединение, включая право на создание профессиональных союзов и вступление в них для защиты своих трудовых прав, свобод и законных интересов;

участие в управлении организацией в предусмотренных настоящим Кодексом, иными федеральными законами и коллективным договором формах; [16]

ведение коллективных переговоров и заключение коллективных договоров и соглашений через своих представителей, а также на информацию о выполнении коллективного договора, соглашений;

защиту своих трудовых прав, свобод и законных интересов всеми не запрещенными законом способами;

разрешение индивидуальных и коллективных трудовых споров, включая право на забастовку, в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

возмещение вреда, причиненного ему в связи с исполнением трудовых обязанностей, и компенсацию морального вреда в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Работник обязан: [16]

добросовестно исполнять свои трудовые обязанности, возложенные на него трудовым договором;

соблюдать правила внутреннего трудового распорядка;

соблюдать трудовую дисциплину;

выполнять установленные нормы труда; [16]

соблюдать требования по охране труда и обеспечению безопасности труда;

бережно относиться к имуществу работодателя (в том числе к имуществу третьих лиц, находящемуся у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность этого имущества) и других работников;

незамедлительно сообщить работодателю либо непосредственному руководителю о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества работодателя (в том числе

имущества третьих лиц, находящегося у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность Э того имущества).

### Основные права и обязанности работодателя[16]

Работодатель имеет право:

заключать, изменять и расторгать трудовые договоры с работниками в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

вести коллективные переговоры и заключать коллективные договоры;

поощрять работников за добросовестный Э эффективный труд;

требовать от работников исполнения ими трудовых обязанностей и бережного отношения к имуществу работодателя (в том числе к имуществу третьих лиц, находящемуся у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность Э того имущества) и других работников, соблюдения правил внутреннего трудового распорядка;

привлекать работников к дисциплинарной и материальной ответственности в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;[16]

принимать локальные нормативные акты(за исключением работодателей - физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями);[16]

создавать объединения работодателей в целях представительства и защиты своих интересов и вступать в них;[16]

создавать производственный совет (за исключением работодателей - физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями) - совещательный орган, образуемый на добровольной основе из числа работников данного работодателя, имеющих, как правило, достижения в труде, для подготовки предложений по совершенствованию производственной деятельности, отдельных производственных процессов, внедрению новой техники и новых технологий, повышению производительности труда и квалификации работников. Полномочия, состав, порядок деятельности производственного совета и его взаимодействия с работодателем устанавливаются локальным нормативным актом. К полномочиям производственного совета не могут относиться вопросы, решение которых в соответствии с федеральными законами отнесено к

исключительной компетенции органов управления организации, а также вопросы представительства и защиты социально-трудовых прав и интересов работников, решение которых в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами отнесено к компетенции профессиональных союзов, соответствующих первичных профсоюзных организаций, иных представителей работников. Работодатель обязан информировать производственный совет о результатах рассмотрения предложений, поступивших от производственного совета, и об их реализации;[16]

реализовывать права, предоставленные ему законодательством о специальной оценке условий труда.[16]

Работодатель обязан:

соблюдать трудовое законодательство и иные нормативные правовые акты, содержащие нормы трудового права, локальные нормативные акты, условия коллективного договора, соглашений и трудовых договоров;

предоставлять работникам работу, обусловленную трудовым договором;[16]

обеспечивать безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда;[16]

обеспечивать работников оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами, необходимыми для исполнения ими трудовых обязанностей;[16]

обеспечивать работникам равную оплату за труд равной ценности;

выплачивать в полном размере причитающуюся работникам заработную плату в сроки, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, правилами внутреннего трудового распорядка, трудовыми договорами;

вести коллективные переговоры, а также заключать коллективный договор в порядке, установленном настоящим Кодексом;

предоставлять представителям работников полную и достоверную информацию, необходимую для заключения коллективного договора, соглашения и контроля за их выполнением;[16]

знакомить работников под роспись с принимаемыми локальными нормативными актами, непосредственно связанными с их трудовой деятельностью;

своевременно выполнять предписания федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, других федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный контроль (надзор) в установленной сфере деятельности, уплачивать штрафы, наложенные за нарушения трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;[16]

рассматривать представления соответствующих профсоюзных органов, иных избранных работниками представителей о выявленных нарушениях трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, принимать меры по устранению выявленных нарушений и сообщать о принятых мерах указанным органам и представителям;[16]

создавать условия, обеспечивающие участие работников в управлении организацией в предусмотренных настоящим Кодексом, иными федеральными законами и коллективным договором формах;[16]

обеспечивать бытовые нужды работников, связанные с исполнением ими трудовых обязанностей;

осуществлять обязательное социальное страхование работников в порядке, установленном федеральными законами;

возмещать вред, причиненный работникам в связи с исполнением ими трудовых обязанностей, а также компенсировать моральный вред в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации;[16]

исполнять иные обязанности, предусмотренные трудовым законодательством, в том числе законодательством о специальной оценке условий труда, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами и трудовыми договорами.[16]

2.1.6. Внеплановый инструктаж проводится:

при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т. п.);

по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);

по решению работодателя (или уполномоченного им лица).[16][16]

2.1.7. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

2.1.8. Конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения всех видов инструктажей по охране труда работников отдельных отраслей и организаций регулируются соответствующими отраслевыми и межотраслевыми нормативными правовыми актами по безопасности и охране труда.

## 2.2. Обучение работников рабочих профессий

2.2.1. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу.

Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

2.2.2. Работодатель (или уполномоченное им лицо) обеспечивает обучение лиц, принимаемых на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности - проведение периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда. Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы либо имеющие перерыв в работе

по профессии (виду работ) более года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на Э ти работы.[16][16]

2.2.3. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регулируемыми безопасностью конкретных видов работ.

2.2.4. Работодатель (или уполномоченное им лицо) организует проведение периодического, не реже одного раза в год, обучения работников рабочих профессий по оказанию первой помощи пострадавшим. Вновь принимаемые на работу проходят обучение по оказанию первой помощи пострадавшим в сроки, установленные работодателем (или уполномоченным им лицом), но не позднее одного месяца после приема на работу.

### 2.3. Обучение руководителей и специалистов

2.2.1. Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее - по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Вновь назначенные на должность руководители и специалисты организации допускаются к самостоятельной деятельности после их ознакомления работодателем (или уполномоченным им лицом) с должностными обязанностями, в том числе по охране труда, с действующими в организации локальными нормативными актами, регламентирующими порядок организации работ по охране труда, условиями труда на вверенных им объектах (структурных подразделениях организации).[16]

2.3.2. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится по соответствующим программам по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования, учебными центрами и другими учреждениями и организациями, осуществляющими образовательную деятельность (далее - обучающие организации), при наличии у них лицензии на право ведения образовательной деятельности, преподавательского состава, специализирующегося в области охраны труда, и соответствующей материально-технической базы.

Обучение по охране труда проходят:

руководители организаций, заместители руководителей организаций, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по

охране труда, работодатели - физические лица, иные лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью; руководители, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ; педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского профессионального образования и дополнительного профессионального образования - преподаватели дисциплин "охрана труда", "безопасность жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", а также организаторы и руководители производственной практики обучающихся - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации;

специалисты органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти;

специалисты органов местного самоуправления в области охраны труда - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;[16]

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций - в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда;

члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций, осуществляющих обучение специалистов и руководителей федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, - в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации.

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний требований охраны труда.

2.3.3. Требования к условиям осуществления обучения по охране труда по соответствующим программам обучающими организациями разрабатываются и утверждаются Министерством труда и социального развития Российской Федерации по согласованию с Министерством образования Российской Федерации.

2.3.4. Министерство труда и социального развития Российской Федерации разрабатывает и утверждает примерные учебные планы и программы обучения по охране труда, включающие изучение межотраслевых правил и типовых инструкций по охране труда, других нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда.

Обучающие организации на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда разрабатывают и утверждают рабочие учебные планы и программы обучения по охране труда по согласованию с соответствующими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов в организации проводится по программам обучения по охране труда, разрабатываемым на основе примерных учебных планов и программ обучения по охране труда, утверждаемым работодателем.

2.3.5. В процессе обучения по охране труда руководителей и специалистов проводятся лекции, семинары, собеседования, индивидуальные или групповые консультации, деловые игры и т. д., могут использоваться элементы самостоятельного изучения программы по охране труда, модульные и компьютерные программы, а также дистанционное обучение.[16]

2.3.6. Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится преподавателями образовательных учреждений, осуществляющими преподавание дисциплин "охрана труда", "безопасность

жизнедеятельности", "безопасность технологических процессов и производств", руководителями и специалистами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля, а также работниками служб охраны труда организаций, имеющими соответствующую квалификацию и опыт работы в области охраны труда.

Обучающие организации должны иметь штатных преподавателей.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов организаций осуществляется при повышении их квалификации по специальности.

### III. Проверка знаний требований охраны труда

2.1. Проверку теоретических знаний требований охраны труда и практических навыков безопасной работы работников рабочих профессий проводят непосредственные руководители работ в объеме знаний требований правил и инструкций по охране труда, а при необходимости - в объеме знаний дополнительных специальных требований безопасности и охраны труда.

3.2. Руководители и специалисты организаций проходят очередную проверку знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года.

3.3. Внеочередная проверка знаний требований охраны труда работников организаций независимо от срока проведения предыдущей проверки проводится:

при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты, содержащие требования охраны труда. При этом осуществляется проверка знаний только этих законодательных и нормативных правовых актов;

при вводе в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по охране труда работников. В этом случае осуществляется проверка знаний требований охраны труда, связанных с соответствующими изменениями;

при назначении или переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);[16]

по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, а также федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов местного самоуправления, а также работодателя (или уполномоченного им лица) при

установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний требований безопасности и охраны труда;

после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по охране труда;[16]

при перерыве в работе в данной должности более одного года.[16]

Объем и порядок процедуры внеочередной проверки знаний требований охраны труда определяются стороной, инициирующей ее проведение.

3.4. Для проведения проверки знаний требований охраны труда работников в организациях приказом (распоряжением) работодателя (руководителя) создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций включаются руководители организаций и их структурных подразделений, специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, Энергетик и т. д.). В работе комиссии могут принимать участие представители выборного профсоюзного органа, представляющего интересы работников данной организации, в том числе уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов.

В состав комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций входят руководители и штатные преподаватели этих организаций и по согласованию руководители и специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства, органов местного самоуправления, профсоюзных органов или иных уполномоченных работниками представительных органов.

Комиссия по проверке знаний требований охраны труда состоит из председателя, заместителя (заместителей) председателя, секретаря и членов комиссии.

3.5. Проверка знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций проводится в соответствии с нормативными правовыми актами по охране труда, обеспечение и соблюдение требований которых входит в их обязанности с учетом их должностных обязанностей, характера производственной деятельности.[16]

3.6. Результаты проверки знаний требований охраны труда работников организации оформляются протоколом по форме согласно приложению N 1 к Порядку.[16]

3.7. Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации, проводившей обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда, по форме согласно приложению N 2 к Порядку.

3.8. Работник, не прошедший проверку знаний требований охраны труда при обучении, обязан после Э того пройти повторную проверку знаний в срок не позднее одного месяца.

3.9. Обучающие организации могут осуществлять проверку знаний требований охраны труда только тех работников, которые проходили в них обучение по охране труда.

#### IV. Заключительные положения

4.1. На территории субъекта Российской Федерации организацию обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда координируют федеральные органы исполнительной власти и орган исполнительной власти по труду субъекта Российской Федерации, который формирует банк данных всех обучающих организаций, находящихся на территории субъекта Российской Федерации.

4.2. Ответственность за качество обучения по охране труда и выполнение утвержденных программ по охране труда несут обучающая организация и работодатель организации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

4.3. Контроль за своевременным проведением проверки знаний требований охраны труда работников, в том числе руководителей, организаций осуществляется органами федеральной инспекции труда.[16]