

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Совершенствование рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ

Обучающийся

Р.Н. Никишкин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизиров

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

И.Ю. Усатова

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

Тольятти 2024

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Совершенствование рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ».

Цель данного проекта заключается в совершенствовании системы рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ. Разработка и внедрение улучшенной системы позволит повысить маневренность, управляемость и общую эффективность работы данного вездехода. Современные технологии и инженерные решения будут использованы для создания оптимальной системы управления, способной обеспечить более точное и плавное управление в различных условиях эксплуатации.

Улучшенная система рулевого управления также будет способствовать повышению безопасности водителя при работе с вездеходом БРОНТО МАРШ, что является одним из ключевых аспектов важности данного проекта. Кроме того, оптимизация управления позволит сократить временные затраты на выполнение задач и повысит общую производительность данного вездехода в различных сферах применения.

Результатом проекта будет функциональная, эффективная и надежная система рулевого управления, которая будет являться важным инновационным компонентом в повышении качества работы вездехода БРОНТО МАРШ.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 96 страниц с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

## **Abstract**

The title of the graduation work is: «The improving the steering control of the BRONTO MARSH all-terrain vehicle».

The graduation work consists of: an introduction, six general parts, a conclusion, a list of references, appendices and a graphic part on 10 A1 sheets.

The key issue of the graduation project is the improving the steering control of the BRONTO MARSH all-terrain vehicle.

The development and implementation of an improved system will improve the maneuverability, controllability and overall efficiency of this all-terrain vehicle. Modern technologies and engineering solutions will be used to create an optimal control system that can provide more accurate and smooth control under various operating conditions.

The improved steering system will also improve driver safety when operating the BRONTO MARSH all-terrain vehicle, which is one of the key aspects of the importance of this project.

In addition, optimization of control will reduce the time required to complete tasks and increase the overall performance of this all-terrain vehicle in various fields of application.

The result of the project will be a functional, efficient and reliable steering system, which will be an important innovative component in improving the performance of the BRONTO MARSH all-terrain vehicle.

The special part of the graduation work gives details about the safety and environmental friendliness of the project.

Finally, we calculate the economic efficiency of the project.

## Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса .....	10
1.1 История создания снегоболотохода «МАРШ» .....	10
1.2 Модификации снегоболотохода «МАРШ» .....	13
1.3 Обоснование темы выпускной квалификационной работы .....	17
2 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	18
2.1 Исходные данные для расчета .....	18
2.2 Внешняя скоростная характеристика.....	22
2.3 Определение передаточных чисел коробки передач.....	26
2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля .....	27
2.5 Динамический фактор .....	29
2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля .....	29
2.7 Время и пути разгона автомобиля.....	30
2.8 Мощностной баланс автомобиля.....	31
2.9 Топливная экономичность автомобиля .....	32
3 Конструкторская часть .....	35
3.1 Классификация рулевых управлений.....	36
3.2 Модернизация рулевого управления .....	43
3.3 Определение параметров маневренности автомобиля.....	49
4 Технологический раздел.....	52
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	52
4.2 Разработка технологического процесса сборки.....	56
5 Производственная и экологическая безопасность проекта .....	62
5.1 Описание технологического процесса сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны...	63
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	64
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	66

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	72
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса.....	75
6 Экономическая эффективность проекта.....	78
Заключение .....	87
Список используемой литературы и используемых источников.....	88
Приложение А. Спецификация.....	95

## Введение

По данным статистики, продажи полноприводных автомобилей в России за последний год значительно выросли. Это свидетельствует о том, что потребители все больше ценят надежность и комфорт, которые предоставляют такие машины.

Полноприводные автомобили становятся все более востребованными на рынке, так как они обладают улучшенной проходимостью и управляемостью. Эти автомобили особенно популярны среди водителей, которые живут в регионах с непредсказуемой погодой или любят активный отдых на природе.

Рейтинг полноприводных автомобилей на российском рынке также постоянно меняется. Каждый год производители представляют новые модели, которые конкурируют между собой за внимание покупателей. Это способствует разнообразию предложений и делает выбор автомобиля еще более интересным.

Однако конкуренция в этом сегменте рынка также не стоит на месте. Множество производителей предлагают свои версии полноприводных автомобилей, поэтому важно следить за тенденциями и выбирать наиболее эффективные модели. Эффективность полноприводных автомобилей зависит от многих факторов, включая качество материалов, технологии и инженерные решения. Важно выбирать автомобиль, который соответствует вашим потребностям и предпочтениям, чтобы получить максимальную отдачу.

«Однако далеко не везде имеется развитая дорожная сеть для его применения. Во многих районах Севера, Сибири и Дальнего Востока не обойтись без самоходных машин и агрегатов, обладающих высокой проходимостью. Для этих мест промышленность предлагает в основном гусеничные или колесные вездеходы на базе некоторых автомобильных и тракторных шасси. Есть и специальные снегоходы и снегоболотоходы

индивидуального пользования. Первые чаще всего оснащаются лыжными (с воздушным винтом), лыжно-колесными и лыжно-гусеничными ходовыми системами. Несколько отличаются от них снегоболотоходы: они бывают колесными, гусеничными и колесно-гусеничными.

Практически вся перечисленная техника имеет один общий серьезный недостаток: она не отвечает требованиям экологии. Эксплуатируемые на переувлажненных полях и лугах, в летней тундре и лесотундре, лесных массивах, находящихся в зонах с большим количеством осадков, они приводят к необратимым изменениям почвы или растительного покрова. Особенно опасно это для участков, восстановление которых после травмирующего прохода транспорта происходит естественным путем» [1].

«В последнее время вездеходная техника оценивается по комплексной системе показателей, включающей геометрические, физико-механические и экологические характеристики. Первые говорят о способности машины преодолевать неровности рельефа, вторые – передвигаться по слабым, неустойчивым или нетвердым грунтам; наконец, большое внимание уделяется механическим воздействиям ходовых систем на землю. Все это вызвало к жизни появление промышленных вездеходов на колёсах сверхнизкого давления. В любительской практике получило распространение конструирование индивидуального транспорта на пневмокамерах от колесных машин. В них подкупали простота конструкции и хорошие эксплуатационные качества. Кроме того, такая техника обретала дополнительное преимущество – плавучесть» [3].

Эти вездеходы оснащены специальными широкими пневматическими шинами, которые обеспечивают хорошее сцепление с поверхностью и плавность хода. Они также имеют небольшой вес и низкий центр тяжести, что делает их устойчивыми на сложных участках маршрута. Благодаря своей маневренности и проходимости, вездеходы на пневматиках сверхнизкого давления часто используются в экстремальных условиях для доставки грузов

и людей в удаленные районы, где нет дорог или они находятся в плохом состоянии.

«По мнению многих специалистов, вездеходы, использующие в качестве движителя колеса с шинами сверхнизкого давления, имеют большое будущее. Особенно это касается северных территорий, где на обычной технике порой просто невозможно проехать. Поэтому многие умельцы увлеклись созданием оригинальных транспортных средств (преимущественно мотоциклов) на шинах низкого давления (как правило, это были камеры от шин большегрузных автомобилей или сельхозтехники). Их великолепные возможности передвижения, особенно по рыхлому снегу вызывали удивление.

Возможность беспрепятственно передвигаться по любому бездорожью вездеходы на пневматиках получили благодаря шинам сверхнизкого давления. Уникальность этих шин заключается в малой толщине и высокой эластичности резинокордной оболочки, низком внутреннем давлении и определенном соотношении массы шины к ее объему, что дает эффект малого давления шины на грунт, равномерно распределенному по всему пятну контакта. В отличие от обычной шины, деформирующей грунт, шина сверхнизкого давления деформируется сама, адаптируясь к грунту и обтекая рельеф, что обеспечивает хорошее сцепление с грунтом - одну из составляющих высокой проходимости. При движении вездеходов на слабонесущих грунтах шины сверхнизкого давления оставляют незначительную колею, что заметно облегчает движение, обеспечивает высокую топливную экономичность и сохранность растительности на почве» [28].

«Снегоболотоход на шинах сверхнизкого давления, способный преодолеть многие недоступные места российской природы, будет полезен:

- нефтяникам и строителям газовых трасс,
- спасателям и пожарным,
- работникам станции химзащиты,

- специалистам для обслуживания линии электропередач, связистам, экологам, рыбакам, охотникам,
- тем, кто занимается заготовкой ягод, шишек, грибов, для потребкооперации и многим другим» [31].

Целью выполнения ВКР является модернизация рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922.

Задачей экономической оценки технических решений является обоснование целесообразности их внедрения, оценки их преимуществ перед лучшими из соответствующих средств аналогичного назначения и определения экономического эффекта от внедрения. Общая цель экономической оценки новой техники – установить, насколько проектируемые элементы конструкции автомобиля отвечают требованиям высокой эффективности.

## 1 Состояние вопроса

### 1.1 История создания снегоболотохода «МАРШ»

«Впервые широкой публике снегоболотоход БРОНТО-1922 «МАРШ» (рисунок 1) на колесах сверхнизкого давления (разработка НПФ «ТРЭКОЛ»), созданный на агрегатах ВАЗ-21213, был представлен в Нижнем Новгороде в рамках Всероссийской промышленной и художественной выставки, посвященной 100-летию основания «Нижегородской ярмарки» и проходившей с 1 по 9 сентября 1996 года. А уже в октябре того же года ВАЗ-1922 был представлен в экспозиции Волжского автозавода на Международном парижском автосалоне. Следует отметить, что первые «МАРШи» имели кузов ВАЗ-212180 «Фора», однако вскоре от его использования решили отказаться и перейти на обычные короткие кузова «Нивы», чтобы снизить конечную стоимость продукции.



Рисунок 1 – Общий вид снегоболотохода БРОНТО-1922 «МАРШ 1»

С целью проверки вездеходных качеств автомобиля в условиях сверхнизких температур автозаводом были организованы заполярные экспедиции с участием снегоболотоходов «МАРШ»:

- 15-17 апреля 1999 из Тольятти на Северный полюс;
- 7 апреля 2000 года началась экспедиция на Северный полюс. В условиях ледового бездорожья было преодолено более 300 км» [2].

«В основу конструкции МАРШа легли два популярнейших отечественных внедорожника – «Нива» и «УАЗ».

Название «МАРШ» имеет французское происхождение и означает «болото». И это неспроста, так как уникальные машины на пневмоколесных движителях сверхнизкого давления (разработанных и изготавливаемых компанией «Трэкол») как раз и предназначены для перевозки грузов и пассажиров по грунтам с низкой несущей способностью: заболоченным участкам, песку, снежной целине и даже по водной поверхности. Снегоболотоход «МАРШ» идеален для рыбалки и охоты, может эффективно применяться для обслуживания нефтяных и газовых трубопроводов, в сельском хозяйстве, лесоохранными и поисково-спасательными службами. Это автомобиль с оптимальным соотношением «практичность – качество – цена».

Автомобиль имеет рамную конструкцию – в конструкции использована рама, подвеска и мосты УАЗ-3151. От Нивы взяты кузов, двигатель, коробка передач и раздаточная коробка. С августа 2007 года на семейство снегоболотоходов «МАРШ» устанавливаются «укороченные» мосты, благодаря чему эти транспортные средства «вошли» в допустимый габарит для дорог общего пользования и получили право передвигаться по ним.

Мосты комплектуются «военными» колесными редукторами.

Благодаря широкому использованию узлов и агрегатов заводского производства создателям «МАРШа» удалось обеспечить хорошую ремонтпригодность даже в самых отдаленных регионах страны. Запчасти на Ниву и УАЗ можно найти повсеместно» [4].

Технические характеристики снегоболотохода БРОНТО-1922 «МАРШ» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики снегоболотохода БРОНТО-1922 «МАРШ»

Параметр	Значение
«Двигатель, трансмиссия	1,7 л 8-кл. (83 л.с.), 5МТ
Кузов	
Колесная формула / ведущие колеса	4 × 4 / все
Расположение двигателя	переднее продольное
Количество мест	4
Длина / ширина / высота, мм	4375 / 2550 / 2160
База, мм	2685
Колея передних / задних колес, мм	1950...1900 / 1950...1900
Дорожный просвет, мм	470
Объем багажного отделения в пассажирском / грузовом вариантах, л	265 / 585
Двигатель	
Код двигателя	21214
Тип двигателя	бензиновый
Система питания	впрыск топлива с электронным управлением
Количество, расположение цилиндров	4, рядное
Рабочий объем, куб. см	1690
Максимальная мощность, кВт (л.с.) / об. мин.	58,3 (83) / 5000
Максимальный крутящий момент, Н·м / об. мин.	150 / 4000
Топливо	бензин, min 95
Динамические характеристики	
Максимальная скорость, км/ч	70
Расход топлива	
Смешанный цикл, л/100 км	18,8
Масса	
Снаряженная масса, кг	1700
Полная масса, кг	2100
Объем топливного бака, л	42
Трансмиссия	
Тип трансмиссии	5 МТ
Передаточное число главной пары	4,7
Подвеска	
Передняя	зависимая на полуэллиптических рессорах с телескопическими гидравлическими амортизаторами
Задняя	зависимая на полуэллиптических рессорах с телескопическими гидравлическими амортизаторами
Шины	
Размерность	49×23, 5×21LT (1220×570-533)» [12]

«Все модели болотоходов Бронто обладают положительной плавучестью. Машины допускается эксплуатировать в разных климатических зонах, по любым типам поверхностей, в том числе по пересечённой местности со сложным рельефом. Высокую проходимость рамным внедорожникам МАРШ обеспечивает колёсная формула 4×4, а также особенности трансмиссии и уникальные свойства конструкции больших шин сверхнизкого давления.

Кузов установлен на раму через подушки из специальной резины. Благодаря использованию колёс с эластичными тонкостенными шинами, машина оказывает минимальное удельное давление на поверхность грунта и снежного покрова, тем самым, снегоболотоход практически не носит вреда верхнему слою почвы и растительности. Более того, за счёт большого объёма воздуха в колёсах, «МАРШ» уверенно держится на плаву.

Базовая комплектация серии «МАРШ» состоит из антикоррозийной обработки кузова, гидроусилителя руля, транспортировочных колёс (4 шт.), домкрата с подставкой, баллонного ключа, электрического насоса для подкачки шин, манометра. Пакет дополнительных опций не менее обширен: окраска кузова «камуфляж», фара искатель, люк в крыше, двухколёсный тентованный прицеп, система автоматической подкачки колёс и прочее» [17].

## **1.2 Модификации снегоболотохода «МАРШ»**

«В 2003 году дебютировал более вместительный «МАРШ-2» (1922-10) (рисунок 2) с кузовом от минивэна ВАЗ-2120 «Надежда». Однако вскоре АВТОВАЗ прекратил производство минивэнов, поэтому и выпуск «МАРШа-2» завершился достаточно быстро» [10].

«В настоящее время изготавливаются несколько модификаций тольяттинских снегоболотоходов: «МАРШ-Лонг» имеет кузов от пятидверной «Нивы» ВАЗ-2131 (рисунок 3), «МАРШ-Спасатель» (1922-51) – четырехдверный (две двери справа, по одной двери слева и сзади) кузов с

высокой крышей от медицинского ВАЗ-2131-45 (рисунок 4), «МАРШ-Пикап» (1922-53) – двухдверный кузов с открытой грузовой платформой от ВАЗ-2329 (рисунок 5), «МАРШ – Грузовой» с бортовой платформой и жёстким тентом (рисунок 6).



Рисунок 2 – Снегоболотоход «МАРШ-2» с кузовом от минивэна ВАЗ-2120 «Надежда»



Рисунок 3 – Снегоболотоход «МАРШ Лонг» с кузовом от пятидверной «Нивы» ВАЗ-2131



Рисунок 4 – Снегоболотоход «МАРШ-Спасатель» с открытой грузовой платформой



Рисунок 5 – Снегоболотоход «МАРШ-Пикап» с открытой грузовой платформой



Рисунок 6 – Снегоболотоход «МАРШ-Пикап» с открытой грузовой платформой

В снегоболотоходе «МАРШ-Комби» (рисунок 7) предусмотрен специальный пятидверный кузов с высокой крышей, увеличенным багажным отделением и задней распашной дверью» [11].



Рисунок 7 – Снегоболотоход «МАРШ-Комби» с увеличенным багажным отделением и задней распашной дверью

Также существует модификация «МАРШа» – пожарный автомобиль (рисунок 8).



Рисунок 8 – Снегоболотоход «МАРШ» пожарный автомобиль

### 1.3 Обоснование темы выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922, которая будет проходить путем установки рулевого редуктора, внедрением гидроцилиндра создающего достаточное усилие для поворота колес большой размерности.

«Основные преимущественные отличия: получение более информативного рулевого управления; установка этих элементов позволяет увеличить надежность и ремонтпригодность всей системы рулевого управления; усилие создаваемое гидроцилиндром позволит беспрепятственно осуществлять управление колесами на любом типе покрытия» [25].

Таким образом, модернизация рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922 позволит улучшить его производительность, надежность и управляемость на различных типах поверхностей. Разработка и внедрение новых элементов в систему рулевого управления также способствует увеличению срока службы и уменьшению затрат на обслуживание техники.

В результате, это повысит эффективность использования снегоболотохода в различных условиях эксплуатации.

## 2 Тягово-динамический расчет автомобиля

Тягово-динамический расчет – это методология расчета параметров движения транспортного средства, учитывающая влияние тяговых усилий, сил сопротивления и других динамических факторов на его движение. Этот расчет проводится для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства. Данный расчет проводится как для разработки новых моделей транспортных средств, так и для оптимизации работы уже существующих. Он позволяет учесть все факторы, влияющие на движение транспортного средства, и провести анализ его эффективности и производительности

### 2.1 Исходные данные для расчета

«Полная масса автомобиля находится по формуле:

$$m_a = m_0 + n \cdot (m_{ч} + m_{б}), \quad (1)$$

где  $m_0$  – снаряженная масса автомобиля, задаемся массой аналога – 1700 кг;

$m_{ч}$  – масса человека, обычно принимается 75 кг;

$n$  – количество пассажиров, вместе с водителем, 5 чел.;

$m_{б}$  – масса багажа, принимается по 5 кг на одного пассажира» [25].

$$m_a = 1700 + 5 \cdot (75 + 5) = 2100 \text{ кг} .$$

«Распределение массы по осям проводится с учетом обеспечения равномерного износа шин, недостаточной поворачиваемости и проходимости

автомобиля. При проведении расчета ориентируемся на распределение массы автомобиля-прототипа.

Масса, приходящаяся на переднюю ось, определяется по формуле:

$$m_1 = q_1 \cdot m_a, \quad (2)$$

где  $q_1$  – доля полной массы автомобиля, приходящиеся на переднюю ось, принимаем 0,55» [25].

$$m_1 = 0,55 \cdot 2100 = 1155 \text{ кг} .$$

«Масса, приходящаяся на заднюю ось (тележку), кг:

$$m_2 = q_2 \cdot m_a, \quad (3)$$

где  $q_2$  – доля полной массы автомобиля, приходящиеся на заднюю ось, принимаем 0,45» [25].

$$m_2 = 0,45 \cdot 2100 = 950 \text{ кг} .$$

«Подбор шин производим в следующем порядке:

Определяем статическую нагрузку на переднее колесо по формуле:

$$G_{к1} = \frac{m_1 \cdot g}{n_{н.к.}}, \quad (4)$$

где  $n_{н.к.}$  – количество передних колес;

$g$  – ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>» [25].

$$G_{к1} = \frac{1155 \cdot 9,81}{2} = 5665,3 \text{ Н} .$$

«Определяем статическую нагрузку на заднее колесо по формуле:

$$G_{к2} = \frac{m_2 \cdot g}{n_{з.к.}}, \quad (5)$$

где  $n_{з.к.}$  – количество задних колес» [25].

$$G_{к2} = \frac{950 \cdot 9,81}{2} = 4659,8 \text{ Н.}$$

«Учитывая максимальную величину статической нагрузки, руководствуясь данными ГОСТ 5513-97, предварительно выбираем шину 205/70 R15.

Далее необходимо рассчитать коэффициент, характеризующий степень использования допустимой максимальной скорости шины:

$$\lambda = \frac{V_{a_{max}}}{V_{u_{max}}}, \quad (6)$$

где  $V_{a_{max}}$  – максимальная скорость автомобиля, для аналога – 70 км/ч;

$V_{u_{max}}$  – допустимая максимальная скорость движения, для шины, 49×23,5×21LT – 80 км/ч» [25].

$$\lambda = \frac{70}{80} = 0,875.$$

«Зная размер шин, определяем статистический радиус колеса:

$$r_{cm} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (7)$$

где  $d$  – посадочный диаметр, для диаметра 21 дюйма равен 0,53 м;

$\lambda_Z$  – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин, для шин с регулируемым давлением и арочных значение коэффициента принимается в диапазоне от 0,8 до 0,85;

$H$  – высота профиля шины, для шины 49×23,5×21LT высота профиля составляет 0,39 м» [25].

$$r_{cm} = 0,5 \cdot 0,53 + 0,85 \cdot 0,39 = 0,60 \text{ м}.$$

«На дорогах с твердым покрытием используется равенство:

$$r_{cm} \approx r_D \approx r_K, \quad (8)$$

где  $r_D$  – динамический радиус колеса;

$r_K$  – радиус качения колеса» [25].

«Лобовую площадь автомобиля выбираем, ориентируясь на прототип.

Для ориентировочной оценки лобовой площади используем зависимость:

$$F = \alpha \cdot B \cdot H_a, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – коэффициент заполнения площади, по рекомендации [1] для легковых автомобилей коэффициент равен 0,8;

$B$  и  $H_a$  – наибольшие ширина и высота автомобиля, соответственно, значения этих величин принимаю, основываясь на данных выбранного прототипа, 2,55 м и 2,16 м соответственно» [25].

$$F = 0,8 \cdot 2,55 \cdot 2,16 = 4,41 \text{ м}^2.$$

«По выбранному коэффициенту обтекаемости, находим значение коэффициента сопротивления воздуха по следующей формуле:

$$k_{\epsilon} = C_x \cdot \frac{\rho_{\epsilon}}{2}, \quad (10)$$

где  $C_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, для легковых автомобилей коэффициент принимает в диапазоне от 0,26 до 0,38. Принимаем равным 0,38.

$\rho_{\epsilon}$  – плотность воздуха, при нормальных условиях (при давлении 760 мм.рт. ст.) – 1,293 кг/м<sup>3</sup>» [10].

$$k_{\epsilon} = 0,38 \cdot \frac{1,293}{2} = 0,25 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}.$$

## 2.2 Внешняя скоростная характеристика

«Расчет мощности двигателя, необходимой для движения автомобиля с заданной максимальной скоростью, производим по формуле:

$$N_v = \frac{G_a \cdot \psi_v \cdot V_{a_{\max}} + k_{\epsilon} \cdot F \cdot V_{a_{\max}}^3}{1000 \cdot \eta_{mp}}, \quad (11)$$

где  $G_a$  – полный вес автомобиля, Н. Определяется по формуле (12);

$\psi_v$  – суммарный коэффициент сопротивления дороги на режиме максимальной скорости. По рекомендациям коэффициент принимаем равным значению коэффициента сопротивления качения, для асфальтобетонной дороги в удовлетворительном состоянии коэффициент равен 0,025;

$V_{\max}$  – максимальная скорость автомобиля, 38,9 м/с;

$k_{\sigma}$  – коэффициент сопротивления воздуха, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$\eta_{mp}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии, который равен произведению коэффициентов полезного действия ее механизмов. Для полноприводного автомобиля коэффициент полезного действия принимают в диапазоне от 0,80 до 0,86. Принимаем равным 0,92.

$$G_a = m_a \cdot g \gg [25], \quad (12)$$

$$G_a = 2100 \cdot 9,81 = 20601 \text{ Н}.$$

$$N_v = \frac{20601 \cdot 0,025 \cdot 19,44 + 0,23 \cdot 2,34 \cdot 19,44^3}{1000 \cdot 0,92} = 21,1 \text{ кВт}.$$

«Определяем максимальную мощность двигателя в зависимости от его типа по формуле:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (13)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – эмпирические коэффициенты, значения которых принимаются в соответствии с типом двигателя (таблица 2);

$\lambda$  – коэффициент, учитывающий отношений максимального вращения коленчатого вала к вращению коленчатого вала при максимальных мощности, принимаем равным 1,15» [25].

Таблица 2 – Значения коэффициентов для расчета внешней скоростной характеристики

«Тип двигателя	a	b	c
Бензиновый	1	1	1
Дизельный четырехтактный	0,53	1,56	1,09» [4]

$$N_{\max} = \frac{21,1}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,3225^2 - 1 \cdot 1,5209^3} = 22,1 \text{ кВт}.$$

В свободном доступе представлены технические характеристики двигателя ВА3-2123, предлагается использовать максимальную мощность – 58,5 кВт.

«Определяем частоту вращения коленчатого вала двигателя на режиме максимального числа оборотов:

$$n_{\max} = n_N \cdot \lambda \text{ [25].} \quad (14)$$

$$n_{V_{\max}} = 5000 \cdot 1,1 = 5750 \text{ об/мин.}$$

«Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя (рисунок 9) по формуле:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[ a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]. \quad (15)$$

Для построения графика эффективного момента применяется формула:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 10^3 \text{ [25].} \quad (16)$$

Для удобства результаты расчетов заносим таблицу 3.

Таблица 3– Данные для построения внешней скоростной характеристики

Скорость вращения коленчатого вала, об/мин	800	1500	200	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5750
Угловая скорость, рад/с	83,8	157,1	209,4	261,7	314,2	366,5	418,9	471,2	523,6	602,1
Мощность, кВт	10,6	21,2	29,0	36,6	43,5	49,5	54,3	57,4	58,5	55,7
Крутящий момент, Н м	126,7	135,2	138,5	139,7	138,5	135,2	129,6	121,8	111,7	92,5

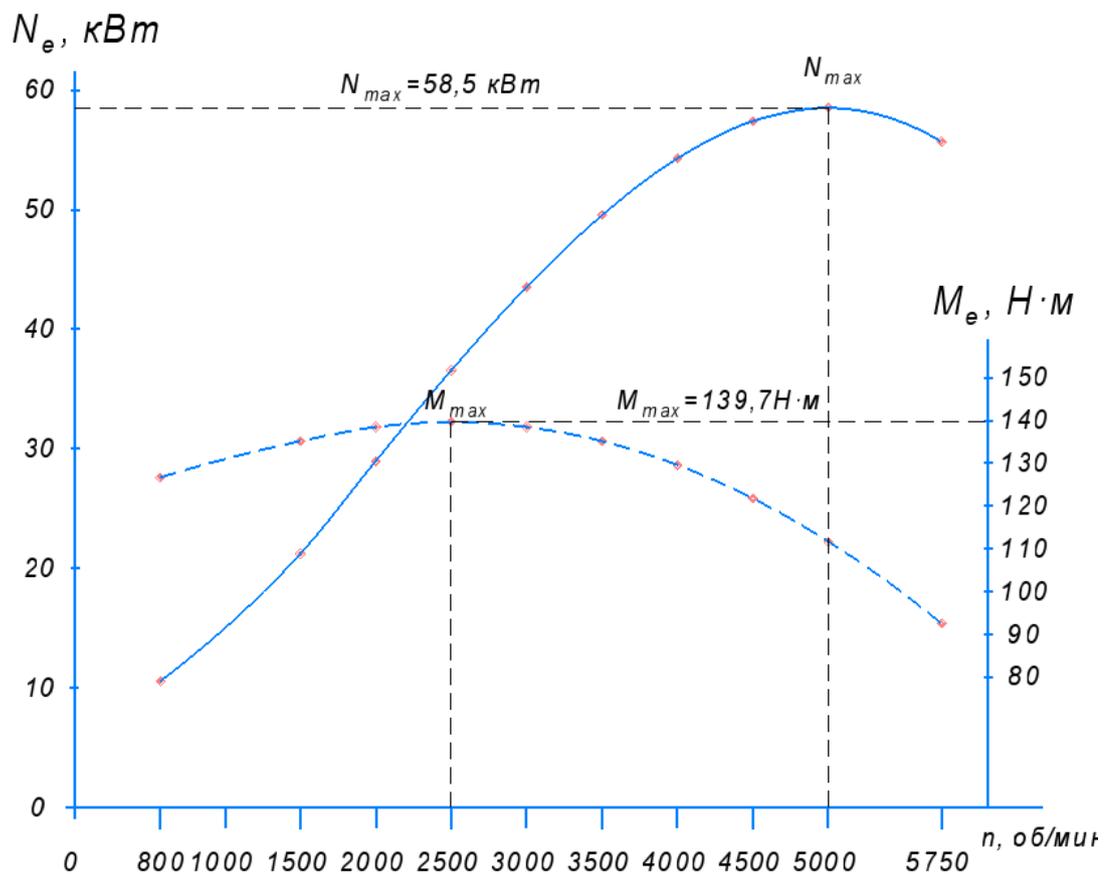


Рисунок 9 – Внешняя скоростная характеристика

«Передаточное число главной передачи рассчитывается из условия обеспечения заданной максимальной скорости автомобиля по выражению:

$$u_o = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{u_k \cdot V_{\max}}, \quad (17)$$

где  $\omega_{\max}$  – скорость вращения коленчатого вала двигателя, 5750 об/мин

или 602,1 рад/с;

$r_k$  – радиус качения колеса, для колеса 205/70 R15 радиус равен 0,60 м;

$u_k$  – передаточное число коробки передач на высшей передаче, для механической коробки передач, передаточное число – 0,82» [25].

$$u_o = \frac{139,2 \cdot 0,6}{0,82 \cdot 19,44} = 5,24.$$

### 2.3 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи рассчитывается из условия преодоления заданного максимального сопротивления дороги, характеризующегося суммарным коэффициентом сопротивления по формуле:

$$u_I = \frac{G_a \cdot \psi_{\max}^I \cdot r_k}{M_{\max} \cdot u_0 \cdot u_{\partial} \cdot \eta_{mp}}, \quad (18)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный крутящий момент двигателя, полученный с внешней скоростной характеристики двигателя, Н·м;

$\psi_{\max}^I$  – коэффициент сопротивления дороги на первой передаче, принимаем равным 0,325» [25].

$$u_I = \frac{20601 \cdot 0,325 \cdot 0,6}{139,7 \cdot 5,24 \cdot 1 \cdot 0,86} = 6,38.$$

«Расчет передаточных чисел промежуточных передач.

Передаточные числа промежуточных передач рассчитываются в предположении, что общий ряд передаточных чисел коробки передач должен представлять собой геометрическую прогрессию.

Тогда расчет ведется по формуле:

$$u_m = \sqrt[n-1]{u_1^{n-s}}. \quad (19)$$

Однако на автомобиля применяется коробка передач с повышающей (ускоряющей) высшей передачей, следовательно, передаточное число последней выбирается не по закону геометрической прогрессии, а из конструкторских соображений. По этой причине при расчете формулы (19)

количество передач принимается меньше на 1 (то есть для пятиступенчатой коробки передач – 4). Передаточное число для заднего хода автомобиля определяется во время компоновки коробки передач и определяется:

$$u_{3,х.} = (1,2...1,3) \cdot U_1 \gg [11]. \quad (20)$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 4 и сравниваем с аналогом.

Таблица 4 – Передаточные числа коробки передач

Значения	Передаточные числа						
	Главная	1	2	3	4	5	3X
Расчетные	5,24	6,38	2,53	1,59	1	0,63	7,66
Справочные	3,91	3,67	2,10	1,36	1	0,82	3,53

В дальнейшем при проведении расчетов предлагается использовать передаточные числа агрегатов автомобиля-аналога.

## 2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля

«Тяговая характеристика представляет собой зависимость силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения по передачам, которая на разных передачах определяется по формуле:

$$F_T = \frac{M_e \cdot u_0 \cdot u_{кп} \cdot u_d \cdot \eta_{тп}}{r_k}. \quad (21)$$

Рекомендуется пользоваться выбранными выше значениями угловой скорости (при расчете внешней скоростной характеристики), приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах по формуле:

$$V_a = \frac{\omega_e \cdot r_k}{u_0 \cdot u_k \cdot u_\partial} . \quad (22)$$

Тяговый (силовой) баланс автомобиля описывается уравнением:

$$F_T = F_D + F_B + F_u , \quad (23)$$

где  $F_T$  – сила тяги на ведущих колесах, Н;

$F_D$  – сила дорожного сопротивления, Н;

$F_B$  – сила сопротивления воздуха, Н;

$F_u$  – сила сопротивления разгону автомобиля» [11].

«В общем случае сопротивление дороги при движении автомобиля на подъеме определяется из выражения:

$$F_D = G_a \cdot \sin \alpha_D + G_a \cdot \cos \alpha_D \cdot f , \quad (24)$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления качению;

$\alpha_D$  – угол подъема, град.» [8].

«При небольших значениях угла наклона дороги (до 10 град.), считают:

$$\sin \alpha_D \approx \operatorname{tg} \alpha_D = i; \quad \cos \alpha_D \approx 1 \text{» [11].} \quad (25)$$

$$F_D = G_a \cdot (i + f) = G_a \cdot \psi . \quad (26)$$

При движении автомобиль преодолевает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$F_B = k_\epsilon \cdot F \cdot V^2 . \quad (27)$$

## 2.5 Динамический фактор

«Динамическая характеристика представляет собой зависимость динамического фактора автомобиля от скорости на разных передачах. В каждой расчетной точке на каждой передаче динамический фактор рассчитывается, согласно его определению, по формуле:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \gg [3]. \quad (28)$$

В связи с ограничением объема пояснительной записки и быстроты проведения расчетов вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, после которых осуществляется построение графиков в Компас-3D.

## 2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля

«Ускорение автомобиля в каждой расчетной точке определяется:

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{ep}} \cdot g, \quad (29)$$

где  $\delta_{ep}$  – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс.

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (30)$$

где  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  – коэффициент учета вращающихся масс колес и двигателя соответственно. Значение коэффициента принимают в диапазоне от 0,03 до 0,05» [25].

«Затем требуется построить зависимость обратных ускорений от скорости. Поскольку при скоростях, близких к максимальной, ускорение

стремиться к нулю, то для расчета обратных ускорений ограничиваются скоростью 0,8-0,9 максимальной скорости» [21].

В связи с ограничением объема пояснительной записки вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, а после осуществляется построение графиков в Компас-3D.

## 2.7 Время и пути разгона автомобиля

«Для теоретического определения времени разгона и пути разгона предложено несколько графоаналитических методов. Будем основываться на методе Н.А. Яковлева. Расчетный интервал скоростей разбиваем на мелкие участки, для каждого из которых считаем:

$$j = j_{cp} = \frac{j_n + j_k}{2}, \quad (31)$$

где  $j_{cp}$  – среднее ускорение на участке  $\Delta V$ ;

$j_n, j_k$  – соответственно ускорение в начале и конце участка» [25].

«Время разгона на участке, используя график, находим:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{j_{cp}} = \frac{V_k - V_n}{j_{cp}}, \quad (32)$$

Время разгона до конечной скорости получаем сложением времени на отдельных участках:

$$t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n \quad (33)$$

Путь за время при равноускоренном движении на каждом участке определяется по формуле:

$$\Delta S = \frac{V_H + V_K}{2} \cdot \Delta t = V_{cp} \cdot \Delta t \gg [25]. \quad (34)$$

Проведение расчетов проводится в программной среде Microsoft Excel, а построение графиков в Компас-3D.

## 2.8 Мощностной баланс автомобиля

«Уравнение мощностного баланса автомобиля может быть получено из уравнения тягового баланса с почленным умножением его на скорость автомобиля.

В общем случае уравнение мощностного баланса имеет вид:

$$N_T = N_f + N_n + N_g + N_u, \quad (35)$$

где  $N_T$  – мощность, подводимая к колесам;

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

$N_n$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъема;

$N_g$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды;

$N_u$  – мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля» [25].

«Величина мощности, подводимой к колесам, равна:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{mp}, \quad (36)$$

где  $N_e$  – текущее значение мощности в расчетной точке внешней скоростной характеристики двигателя» [25].

«Мощность, затрачиваемая на преодоление суммарного сопротивления дороги, рассчитывается по формуле:

$$N_{\partial} = G_a \cdot \psi \cdot V_a \cdot 10^{-3}, \quad (37)$$

Зависимость мощности от скорости автомобиля представляет собой луч, выходящий из начала координат. Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды, определяется по выражению:

$$N_{\epsilon} = k_{\epsilon} \cdot F \cdot V_a^3 \cdot 10^{-3}. \quad (38)$$

Мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля, может быть рассчитана, как замыкающий член мощностного баланса:

$$N_u = N_T - N_{\partial} - N_{\epsilon} \text{ » [25].} \quad (39)$$

Проведение расчетов проводится в программной среде Microsoft Excel, а построение графиков в Компас-3D.

## **2.9 Топливная экономичность автомобиля**

«Характеристика топливной экономичности представляет собой зависимость путевого расхода топлива в литрах на 100 км пробега автомобиля от скорости движения в заданных дорожных условиях. Эта характеристика строится только для высшей передачи переднего хода и для трех вариантов дорожных условий, характеризуемых значениями суммарного коэффициента сопротивления дороги.

Путевой расход топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_s = \frac{g_{e \min} \cdot k_{\omega} \cdot k_u \cdot (N_{\partial} + N_{\epsilon})}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \quad (40)$$

где  $g_{e \min}$  – минимальный удельный эффективный расход топлива двигателем, г/(кВт ч);

$k_{\omega}$  – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя;

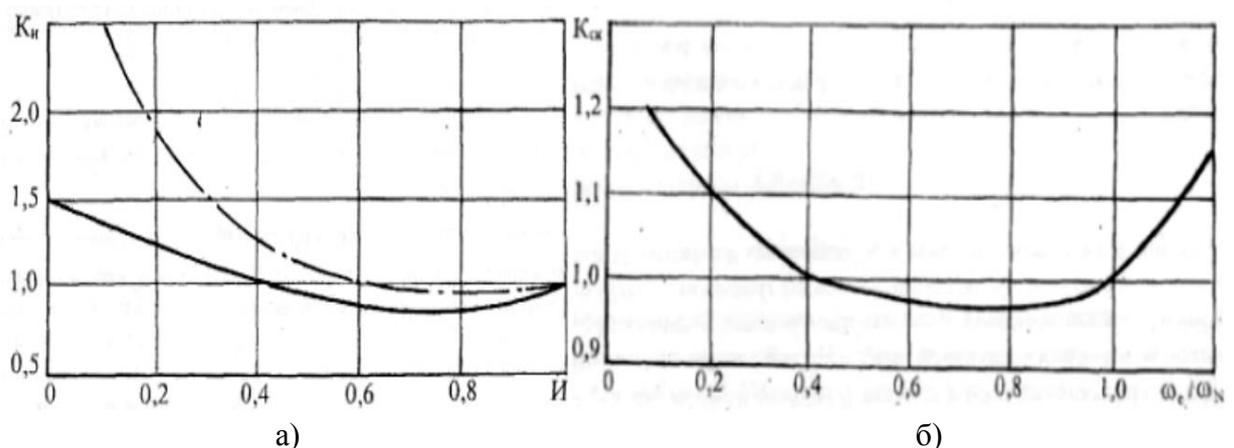
$k_u$  – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя;

$\rho_T$  – плотность топлива, кг/дм<sup>3</sup> (кг/л)» [25].

«Относительная нагрузка определяется по формуле:

$$U = \frac{N_{\partial} + N_{\epsilon}}{N_e \cdot \eta_{mp}}. \quad (41)$$

Значения поправочных коэффициентов  $k_u$  и  $k_{\omega}$  могут быть определены в соответствии с графиками (рисунок 10).



а – изменение коэффициента, учитывающего изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя; б – изменение коэффициента, учитывающего удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя

Рисунок 10 – Графики зависимости значения коэффициентов для определения топливной экономичности автомобиля

Предельный для данной скорости значения расхода топлива в предположении, что двигатель работает по внешней скоростной характеристике определяется по формуле:

$$Q'_s = \frac{1,11 \cdot g_{e_{\min}} \cdot k_{\omega} \cdot N_e}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T} \gg [25]. \quad (42)$$

Для удобства все вычисления производились в программной среде Microsoft Excel, а уже после этого производилось построение графиков тягово-динамических характеристик в Компас-3D.

Выводы по разделу.

В ходе выполнения 2 раздела выпускной квалификационной работы было сделано следующее: проведен тяговый расчет и построена тяговая характеристика; рассчитан динамический фактор и построена динамическая характеристика; рассчитано ускорение автомобиля на четырех передачах и построен график ускорений; определены время и путь разгона автомобиля, и построены соответствующие графики.

Также рассмотрение раздела тягово-динамического расчета двигателя, устанавливаемого на автомобиль ВАЗ-2123, позволяет оценить его характеристики и возможности в различных режимах работы.

В результате анализа можно сделать вывод о том, что данный двигатель обладает достаточной мощностью и крутящим моментом для эффективной работы в различных условиях. Также можно выявить особенности его работы при различных скоростях и нагрузках, что позволяет оптимизировать процессы работы двигателя. В целом, рассмотрение данного раздела позволяет оценить эффективность и надежность двигателя, устанавливаемого на автомобиль ВАЗ-2123 в различных условиях эксплуатации.

### **3 Конструкторская часть**

Рулевое управление в автомобиле – один из самых важных элементов, от которого зависит безопасность и комфорт во время движения. Этот механизм позволяет водителю контролировать направление движения автомобиля, поворачивать колеса и маневрировать на дороге. Важность правильного функционирования рулевого управления не может быть недооценена, ведь именно от него зависит возможность избежать аварий и обеспечить безопасность на дороге.

Безопасность – это одно из основных принципов, которыми руководствуется Евразийская экономическая комиссия при установлении стандартов качества и безопасности автомобилей. ГОСТы, разработанные в соответствии с требованиями ЕЭК, устанавливают обязательные требования к рулевому управлению и другим системам автомобиля с целью обеспечения безопасности на дорогах.

Правильное функционирование рулевого управления обеспечивает водителю возможность быстро реагировать на изменения на дороге, выполнять маневры безопасно и эффективно, а также контролировать движение автомобиля в любых условиях. В случае неисправности рулевого управления возникает риск потери контроля над автомобилем, что может привести к серьезным последствиям, включая аварии и травмы.

Важность рулевого управления заключается не только в его влиянии на безопасность, но и на комфорт вождения. Хорошо настроенная система рулевого управления позволяет водителю легко управлять автомобилем, делая поездку более приятной и безопасной.

Целью данной работы является модернизация рулевого управления снегоболотохода «МАРШ» от компании БРОНТО путем установки рулевого редуктора, внедрением гидроцилиндра создающего достаточное усилие для поворота колес большой размерности.

Установка рулевого редуктора и гидроцилиндра также повысит надежность и долговечность системы управления, что уменьшит риски поломок и повысит эффективность работы машины.

Кроме того, модернизация рулевого управления позволит улучшить комфорт при вождении и повысить безопасность эксплуатации снегоболотохода. Все это в совокупности делает машину более конкурентоспособной на рынке и повысит удовлетворенность клиентов.

«Основные преимущественные отличия от базовой версии:

- получение более информативного рулевого управления;
- установка этих элементов позволяет увеличить надежность и ремонтпригодность всей системы рулевого управления;
- усилие, создаваемое гидроцилиндром, позволит беспрепятственно осуществлять управление колесами на любом типе покрытия.

При разработке данного проекта учитывались следующие требования:

- максимально возможная унификация деталей;
- повышение надежности и ремонтпригодности рулевого управления;
- минимальные затраты для изготовления проекта» [5].

### **3.1 Классификация рулевых управлений**

«Рулевое управление предназначено для изменения направления движения автомобиля. Рулевые управления колесных машин подразделяются по следующим основным классификационным признакам:

- по способу поворота: управляемыми колесами, управляемой осью, складыванием звеньев, бортовым поворотом (принудительным вращением ведущих колес одного борта с иной угловой скоростью, чем ведущих колес другого борта).
- по расположению места водителя: правое – при левостороннем движении; левое – при правостороннем движении» [10].

«Классификация рулевых механизмов:

- по типу передачи: механический; гидравлический (рулевой механизм или рулевое управление);
- по передаточному числу: изменяемое; неизменяемое; обратимости; обратимый; на пределе обратимости.

Классификация рулевых приводов (рулевых трапеций):

- по расположению: передняя – перед осью; задняя – за осью;
- в зависимости от типа подвески: цельная (при зависимой подвеске); разрезная (при независимой подвеске).

Основные требования к рулевому управлению следующие:

- обеспечение высокой маневренности автомобиля;
- удобство и легкость управления, в том числе минимальная передача толчков от дороги на рулевое колесо;
- соответствие радиуса поворота управляющему воздействию водителя;
- высокая надежность;
- минимальное боковое скольжение колес при повороте автомобиля;
- стабилизация повернутых управляемых колес;
- минимальные вибрации, в том числе отсутствие автоколебаний управляемых колес;
- кинематическая согласованность с подвеской.

Также к рулевому управлению предъявляют общие требования:

- обеспечение минимальных размеров и массы, высокая надежность (здесь она выделена отдельным пунктом, поскольку из механизмов и систем автомобиля рулевое управление и тормозное управление прежде всего влияют на безопасность движения);
- минимальное обслуживание;
- технологичность» [11].

Рассмотрим, какими конструктивными мероприятиями обеспечивается выполнение указанных требований.

«Высокая маневренность (малый радиус поворота и малая ширина коридора) обеспечивается в основном уменьшением базы и увеличением угла поворота управляемых колес. Обычно минимальный радиус поворота легковых автомобилей составляет от 4,5 до 5,5 м, грузовых – от 8 до 12 м. Маневренность существенно улучшается, если, кроме передних управляемых колес, используются еще и задние управляемые колеса.

Удобство и легкость управления, как и для любого органа управления, определяются обычно удобным расположением органа управления (рулевого колеса), величиной его полного хода (который не должен превышать 5 оборотов от одного до другого крайнего положения), невысокими значениями усилия, необходимого для перемещения рулевого колеса. Обычно считается, что его усилие не должно превышать 100 Н для легковых автомобилей и 250 Н для грузовых. Удобство расположения определяется в частности соответствием расположения плоскости рулевого колеса посадке водителя» [11].

«Соответствие радиуса поворота управляющему воздействию водителя обеспечивается в основном использованием жесткой кинематической связи между управляемыми колесами и рулевым колесом. Кроме того, суммарный люфт рулевого колеса должен находиться в заданных минимальных значениях. При этом управляющее воздействие водителя не должно вызывать боковых скольжений управляемых и неуправляемых колес.

Высокая надежность рулевого управления обеспечивается в основном достаточно большими запасами по напряжениям в деталях рулевого управления. Применение дублирующих систем в рулевом управлении, как и в тормозном управлении, пока не представляется возможным» [11].

«Минимальное боковое скольжение колес при повороте автомобиля обеспечивается в основном применением рулевых трапеций в приводе управляемых колес, а при трех и более осях, кроме того, расположением

осей, обеспечивающим минимальное боковое скольжение. Меньшая высота профиля и более широкий протектор шины уменьшают углы увода наружных колес при движении на повороте.

Стабилизация повернутых управляемых колес обеспечивается в основном при малых скоростях движения применением поперечного наклона оси шкворня, а при больших скоростях движения – упругостью шин и продольным наклоном оси шкворня» [6].

«Требования к усилителям рулевого управления:

- при неисправном усилителе автомобиль не должен терять управляемость;
- усилитель не должен самостоятельно включаться от толчков со стороны дороги и предоставлять возможность поддерживать нужное направление движения при торможении с поврежденной шиной;
- должно обеспечиваться минимальное запаздывание в срабатывании и пропорциональность углов поворота колес и рулевого колеса;
- усилие на рулевом колесе должно быть небольшим, но пропорциональным сопротивлению повороту колес («чувство дороги»))» [15].

«В качестве усилителя рулевого управления наибольшее распространение получили гидравлические усилители, состоящие из источника энергии – насоса с баком, распределительного устройства – клапана управления, исполнительного механизма – силового цилиндра.

Достоинства усилителей рулевого управления следующие:

- облегчение управления автомобилем;
- снижение ударных нагрузок от неровностей дороги, передающихся на рулевое колесо;
- повышение безопасности при разрыве шин (автомобиль можно удержать на заданной траектории).

Недостатки:

- ухудшение стабилизации управляемых колес;
- повышение износа шин из-за излишне частых поворотов на месте» [16].

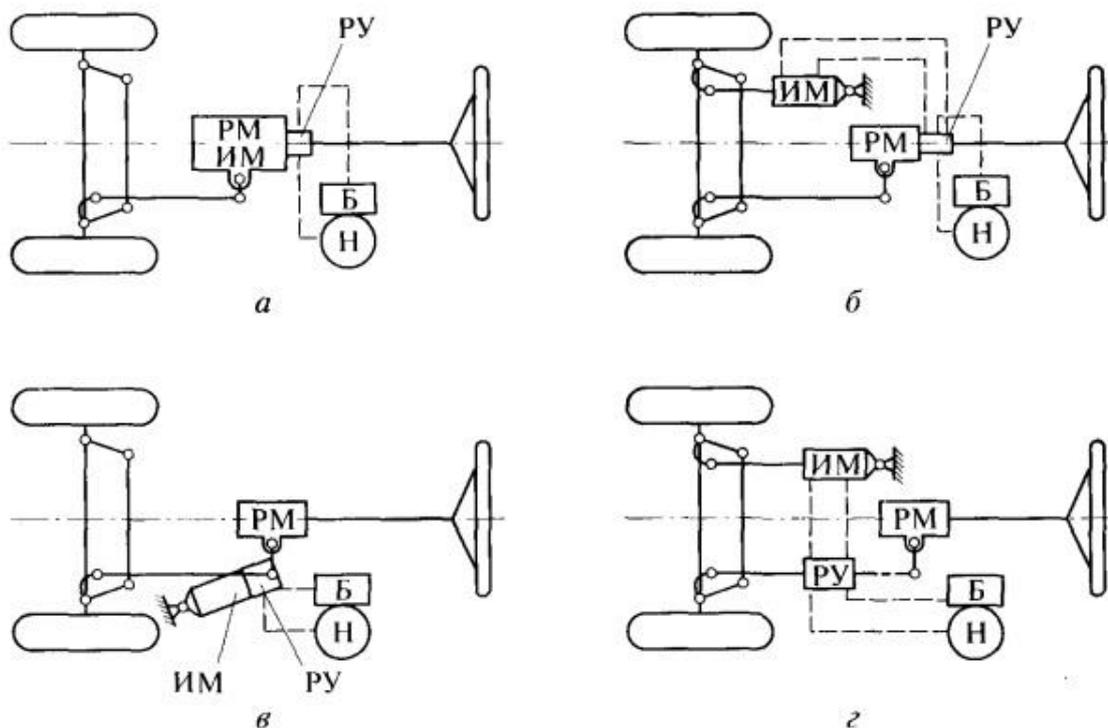
«Кроме того, рулевое управление с гидравлическим усилителем более склонно к появлению автоколебаний. Недостатки гидравлического усилителя в основном связаны с тем, что насос приводится в действие от вала двигателя: при неработающем двигателе усилитель не работает, при малой частоте вращения вала двигателя производительность насоса может оказаться недостаточной, а при высокой частоте она обычно избыточная. Кроме того, отбор мощности составляет от 4 до 5 % мощности двигателя. В последние годы все большее распространение получают усилители, не обладающие этими недостатками: электрогидравлические и электрические.

Электрогидравлические усилители отличаются от гидравлических в основном тем, что у них привод насоса осуществляется от электродвигателя, причем часто с электронным блоком управления.

Электрические усилители вместо системы насос – клапан управления – гидроцилиндр используют электродвигатель с электронным блоком управления. Их основные преимущества: более высокая экономичность, низкий уровень шума, небольшие масса, габариты и стоимость» [18].

«В настоящее время большинство отечественных грузовиков оснащены гидравлическими усилителями рулевого управления» [1].

На рисунке 11 представлены компоновочные схемы рулевых управлений с гидравлическим усилителем.



а – ЗИЛ; б – «Урал»; в – МАЗ; г – ГАЗ;  
 Б – бак; Н – насос; РМ – рулевой механизм; РУ – распределительное устройство (клапан); ИМ – исполнительный механизм (гидроцилиндр)

Рисунок 11 – Компонировочные схемы рулевых управлений с гидравлическим усилителем

«По компоновке с рулевым механизмом возможны следующие варианты:

- 1 РУ – ИМ – РМ в одном блоке (ЗИЛ);
- 2 ИМ отдельно, РУ – РМ в одном блоке («Урал»);
- 3 РМ отдельно, РУ – ИМ в одном блоке («МАЗ»);
- 4 РУ, ИМ, РМ отдельно («ГАЗ»» [21].

«Рассмотрим особенности этих компоновочных схем.

К преимуществам первой схемы можно отнести компактность, два коротких трубопровода к насосу, а к недостаткам – привод и вал сошки воспринимают полные нагрузки и толчки;

К преимуществам второй схемы можно отнести – разгружен вал сошки, но добавились трубопроводы между РУ и ИМ;

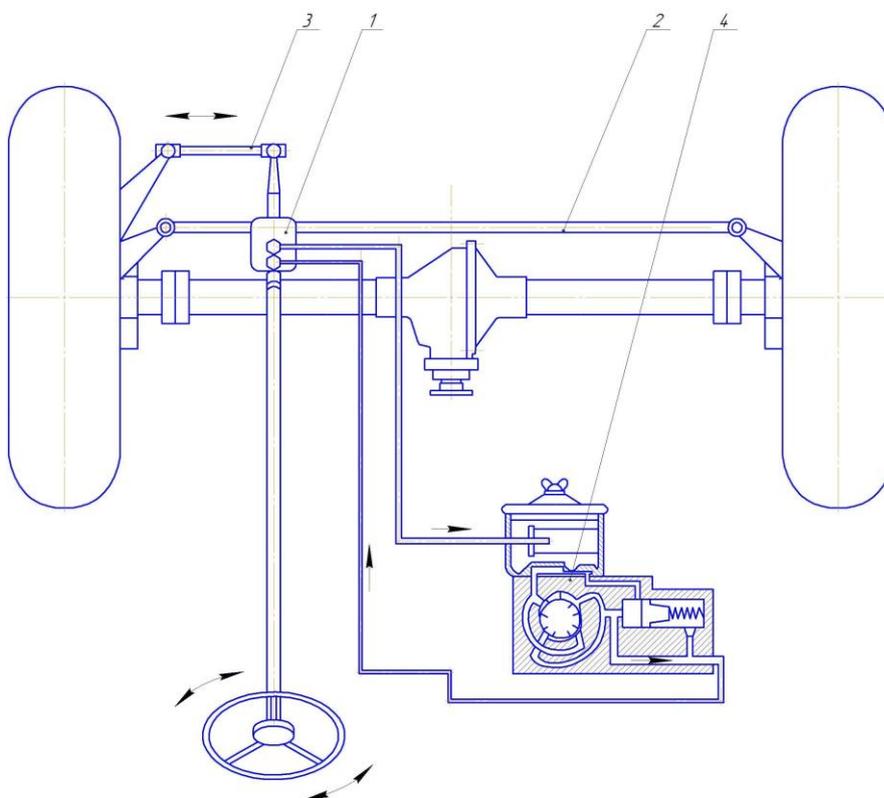
К преимуществам третьей схемы относится: вал сошки разгружен, имеются два длинных трубопровода;

При четвертой схеме: если ИМ воздействует на рулевую трапецию, то разгружен вал сошки и часть деталей привода при удлинении трубопроводов и опасности возникновения колебаний давления в усилителе» [24].

«Рулевое управление снегоболотохода БРОНТО «МАРШ» выполнено следующим образом:

- по способу поворота – управляемыми колесами передней оси;
- по расположению места водителя – левое-при правостороннем движении;
- расположение рулевой трапеции – переднее, перед осью» [24].

Схема рулевого управления снегоболотохода БРОНТО «МАРШ» до модернизации представлена на рисунке 12.



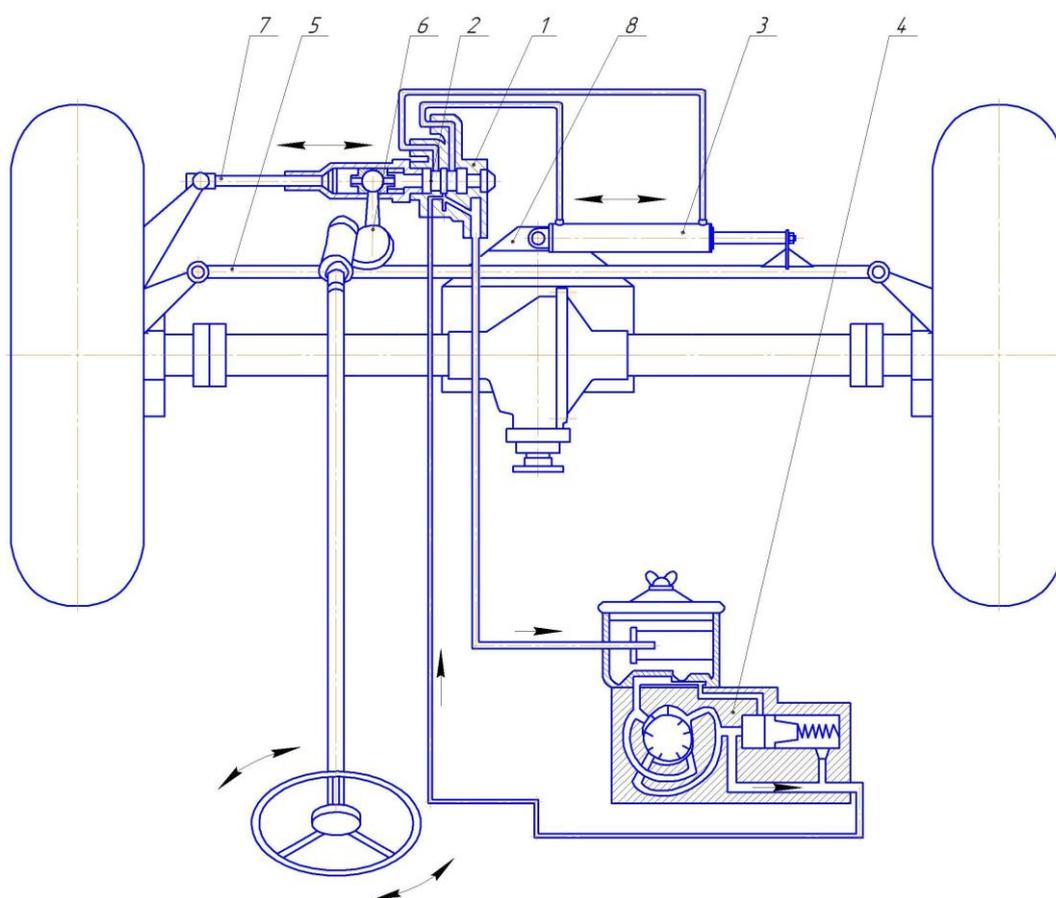
1 – рулевой редуктор; 2 – поперечная рулевая тяга; 3 – малая поперечная рулевая тяга;  
4 – насос

Рисунок 12 – Схема рулевого управления снегоболотохода БРОНТО «МАРШ»

### 3.2 Модернизация рулевого управления

«Модернизация рулевого управления будет проходить путем перехода к четвертой компоновочной схеме – РУ, ИМ, РМ отдельно. Выбор данной схемы управления и компоновки обусловлен способностью развивать исполнительным механизмом в виде гидроцилиндра большего усилия, нежели родного рулевого редуктора, перенос усилия с сошки рулевого редуктора на поперечную рулевую тягу. Тем самым увеличится срок службы рулевого редуктора, так как нагрузка на него снизится» [30].

Схема рулевого управления снегоболотохода БРОНТО «МАРШ» после модернизации представлена на рисунке 13.



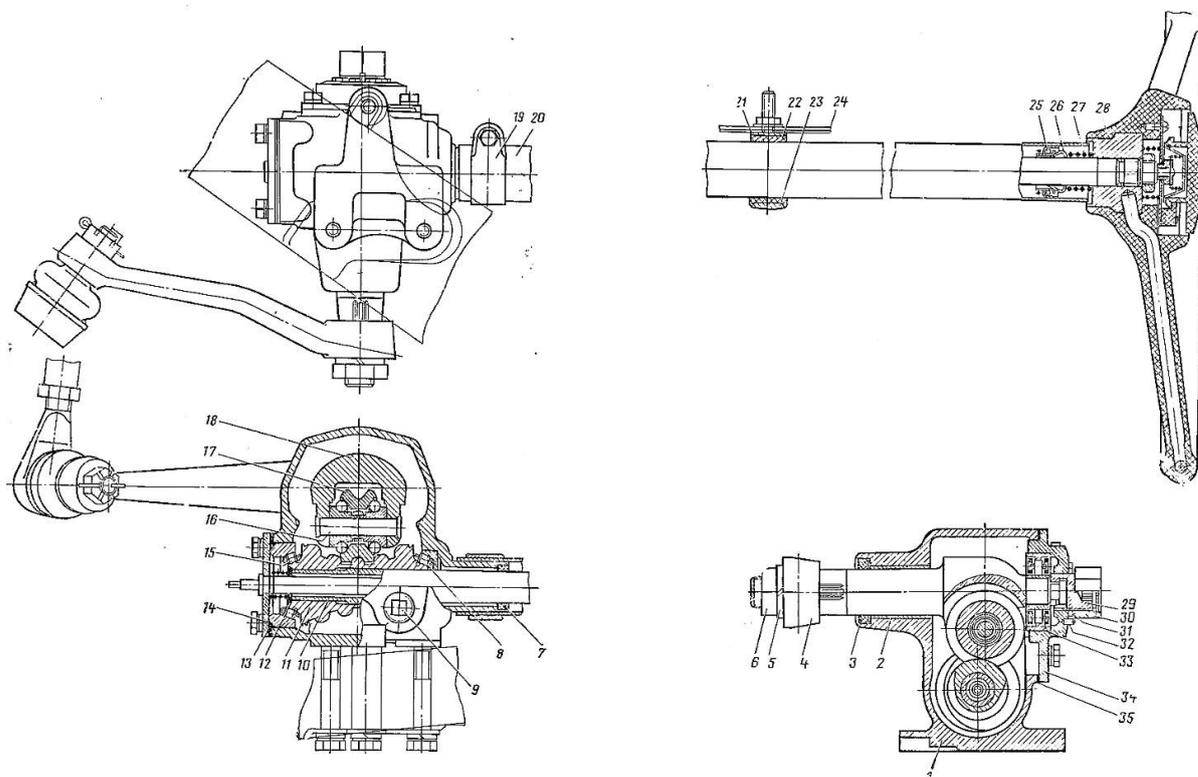
1 – корпус клапана управления; 2 – золотник; 3 – силовой цилиндр;  
4 – насос; 5 – поперечная рулевая тяга; 6 – рулевой редуктор; 7 – продольная рулевая тяга;  
8 – кронштейн крепления гидроцилиндра

Рисунок 13 – Схема рулевого управления снегоболотохода БРОНТО «МАРШ» после модернизации

Выполним подбор необходимых компонентов для выполнения модернизации рулевого управления снегоболотохода БРОНТО «МАРШ».

«Для успешной модернизации рулевого управления по компоновочной схеме – РУ, ИМ, РМ отдельно, необходимы следующие компоненты: рулевой редуктор УАЗ 469, продольная рулевая тяга с золотником ГАЗ 66, рулевой гидроцилиндр ГАЗ 66, кронштейн для крепления гидроцилиндра.

Рулевой редуктор УАЗ 469 представляет собой узел, служащий для поворота передних колес автомобиля. Устройство рулевого редуктора (рисунок 14) предусматривает снижение усилий, прилагаемых водителем к рулевому колесу при движении автомобиля.



1 – картер; 2 – втулка вала сошки; 3 – сальник; 4 – сошка; 5 – шайба; 6 – гайка; 7 – сальник; 8, 15 – подшипники червяка; 9 – пробка маслоналивного отверстия; 10 – вал рулевого механизма; 11 – червяк; 12 – уплотнительное кольцо; 13 – нижняя крышка картера; 14 – регулировочные прокладки; 16 – ось ролика; 17 – ролик; 18 – вал сошки; 19 – стяжной хомут рулевой колонки; 20 – рулевая колонка; 21, 35 – прокладки; 22 – втулка; 23 – стремянка; 24 – кронштейн распорки щитка и панели приборов; 25 – подшипник; 26 – разжимное кольцо подшипника; 27 – пружина разжимного кольца; 28 – рулевое колесо; 29 – регулировочный винт вала сошки; 30 – гайка; 31 – стопорная шайба; 32 – штифт; 33 – подшипник вала сошки; 34 – боковая крышка картера

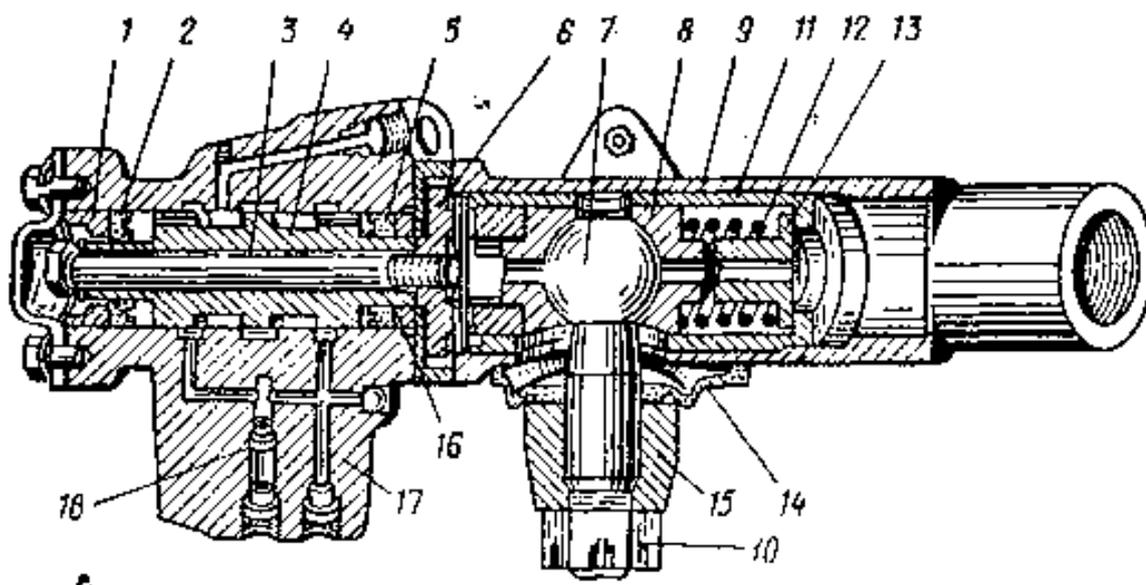
Рисунок 14 – Рулевой механизм (редуктор) УАЗ-469

Картер рулевого редуктора УАЗ устанавливается на раме автомобиля. Узел фиксируется с левой стороны по ходу движения. Крутящий момент от рулевой колонки к редуктору передаётся с помощью карданного вала» [15].

«Рабочая пара рулевого редуктора автомобиля УАЗ-469 состоит из глобоидального червяка и ролика двухгребневого типа. Червяк связан с валом, на который передаётся усилие рулевого колеса. Ролик устанавливается на одном валу с сошкой рулевого механизма. Таким образом, при вращении червяка ролик вместе с сошкой смещаются в определенную сторону. Для предотвращения проскальзывания вала, сошка установлена на мелкие шлицы.

При положении колёс для движения по прямой ролик должен находиться по центру червяка. Для правильности установки сошки шлицевое соединение оснащено сдвоенными единицами. Это исключает вероятность неправильной установки детали» [5].

«Продольная рулевая тяга представлена на рисунке 15.

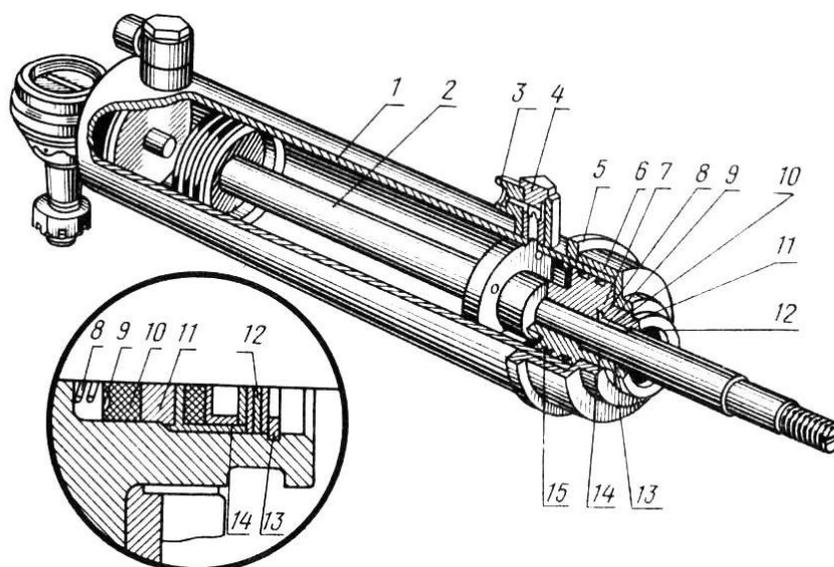


- 1, 16 – опорные шайбы; 2, 5 – манжеты; 3 – болт; 4 – золотник; 6 – гайка; 7 – шаровой палец; 8 – сухарь; 9 – наконечник; 10 – гайка; 11 – стакан; 12 – пружина; 13 – ограничитель пружины; 14 – защитная муфта; 15 – рулевая сошка; 17 – корпус; 18 – обратный клапан

Рисунок 15 – Наконечник продольной рулевой тяги и распределитель усилителя автомобиля ГАЗ-66

На переднем конце тяги закреплено устройство усилителя. Каждый шарнир состоит из шарового пальца 7, двух сухарей 8, пружины 12 с ограничителем 13, гайки 6 со штифтом (на переднем конце) или пробки со шплинтом (на заднем конце), масленки и защитной муфты 14. Основные детали шарнира помещены в стакане 11, детали заднего шарнира размещаются непосредственно в наконечнике, изготовленном заодно с тягой. Стакан 11 размещается в наконечнике тяги и может перемещаться в осевом направлении на 3 мм. Пружина 12 плотно прижимает сухари 8 к шаровому пальцу и предотвращает образование зазора в соединении. К шаровому пальцу на переднем конце крепится рулевая сошка 15, на заднем конце – поворотный рычаг» [5].

«Силовой цилиндр (рисунок 16) преобразует давление масла в усилие, необходимое для поворота управляемых колес. Силовой цилиндр состоит из корпуса 1 с проушиной, направляющей головки 7 с накидной гайкой 6 и контргайкой 5, поршня со штоком 2 и уплотнений. Полости силового цилиндра соединяются трубопроводами с распределителем.



- 1 – корпус; 2 – шток с поршнем; 3 – штуцер; 4 – гайка штуцера; 5 – контргайка; 6 – гайка цилиндра; 7 – головка цилиндра; 8 – пружина уплотнения; 9 – распорная чашка; 10 – манжета; 11 – втулка; 12 – шайба; 13 – стопорное кольцо; 14 – сальник; 15 – уплотнительное кольцо

Рисунок 16 – Силовой цилиндр усилителя автомобиля ГАЗ-66

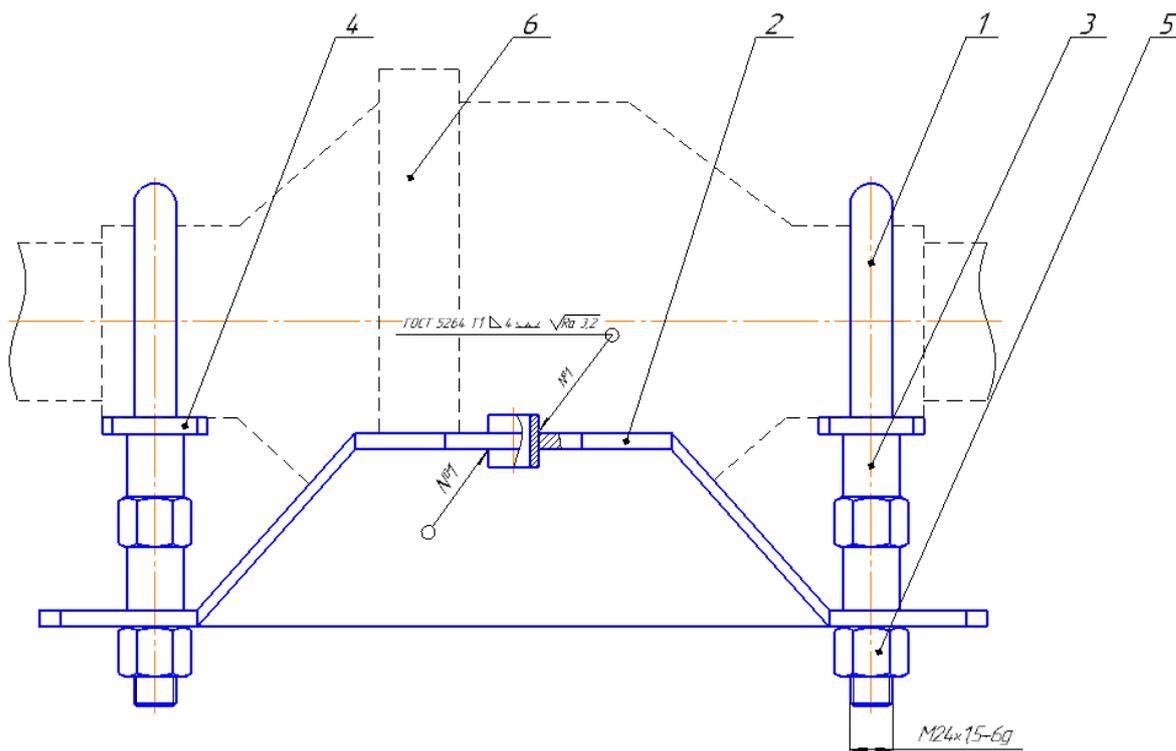
При повороте рулевого колеса направо усилие водителя через рулевой механизм передается на сошку, которая перемещается назад, увлекая за собой шаровой палец и детали шарнира продольной рулевой тяги в этом направлении. Стакан шарнира через болт перемещает за собой золотник на величину около 1,5 мм. Передний поясок золотника перекрывает кольцевую щель, связывающую левую полость силового цилиндра с насосом; задний поясок расширяет кольцевую щель, связывающую правую полость силового цилиндра с насосом. Средний поясок золотника перекрывает кольцевую щель, соединяющую правую полость цилиндра со сливом, и расширяет кольцевую щель, соединяющую левую полость цилиндра со сливом» [5].

«Масло от насоса через распределитель поступает в правую полость силового цилиндра, давит на поршень и перемещает его. Это движение поршня через шток передается на поперечную рулевую тягу и далее на колеса. Одновременно масло из левой полости цилиндра вытесняется поршнем через распределитель на слив, в бачок. Таким образом, усилие водителя, прикладываемое к рулевому колесу, увеличивается за счет действия усилителя, что облегчает поворот управляемых колес, При прекращении поворота рулевого колеса масло еще какое-то время продолжает поступать в силовой цилиндр, его поршень воздействует на поперечную рулевую тягу, которая через поворотные рычаги перемещает назад продольную рулевую тягу. Закрепленный на ней корпус распределителя надвигается на золотник, и последний оказывается в среднем положении. Давление масла в обеих полостях силового цилиндра выравнивается, и поршень останавливается. Управляемые колеса остаются в заданном положении.

Поворот налево осуществляется аналогично, но золотник смещается вперед, масло от насоса подается в правую полость силового цилиндра, а левая полость соединяется со сливом» [5].

Кронштейн для крепления гидроцилиндра (рисунок 17) выполняем собственной разработки. Спецификация представлена в Приложение А (Рисунок А1, А2).

«Основными частями конструкции кронштейна для крепления гидроцилиндра являются: пластина гидроцилиндра, две стремянки, втулка, пластина.



1 – стремянка; 2 – пластина гидроцилиндра; 3 – втулка; 4 – пластина;  
5 – гайка; 6 – корпус дифференциала

Рисунок 17 – Кронштейн для крепления гидроцилиндра

Кронштейн гидроцилиндра на стремянках через дистанционные втулки крепится к корпусу дифференциала. Конструкция кронштейна крепления гидроцилиндра достаточно проста для изготовления» [4].

«Модернизация рулевого управления снегоболотохода МАРШ выполнена путем установки нового рулевого редуктора УАЗ 469, продольной рулевой тяги с золотником ГАЗ 66, внедрения гидроцилиндра двустороннего действия ГАЗ 66, изготовления кронштейна крепления гидроцилиндра.

Разработанная конструкция развивает достаточное усилие для вращения колес низкого давления большой размерности, обеспечивает беспрепятственное управление на любом типе дорожного покрытия.

Также положительным моментом является перенос усилия с сошки рулевого редуктора на поперечную рулевую тягу. Тем самым увеличится срок службы рулевого редуктора, так как нагрузка на него снизится» [19].

Спецификация на модернизированное рулевое управление снегоболотохода «МАРШ» представлена в Приложении А.

### 3.3 Определение параметров маневренности автомобиля

Для определения параметров маневренности автомобиля составляем схему поворота автомобиля (рисунок 18).

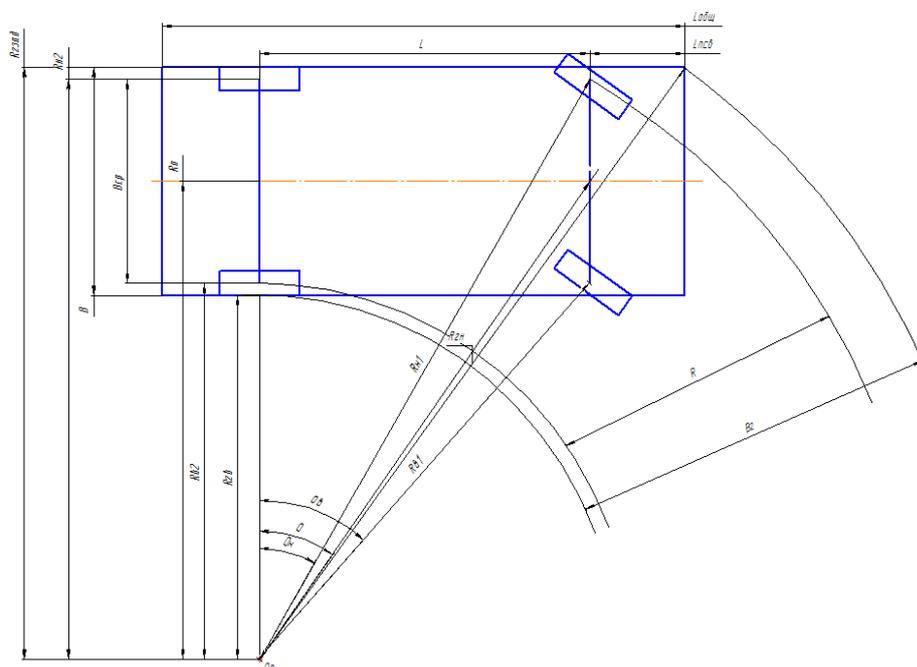


Рисунок 18 – Схема поворота автомобиля

«В технических характеристиках задается максимальный угол поворота управляемых колес  $\theta_6 = 26^\circ$ .

$$R_{B1} = \frac{L}{\sin \theta_H}, \quad (43)$$

$$R_{B1} = \frac{3,02}{\sin 26^\circ} = 6,8 \text{ м},$$

$$R_{e2} = \sqrt{R_{e1}^2 - L^2}, \quad (44)$$

$$R_{e2} = \sqrt{6,8^2 - 3,02^2} = 6,09 \text{ м},$$

$$R_{\Gamma e} = R_{e2} + \frac{B_{cp}}{2} - \frac{B}{2}, \quad (45)$$

$$R_{\Gamma e} = 6,09 + 0,99 - 1,25 = 5,83 \text{ м}.$$

Определяем минимальный радиус поворота:

$$R_0 = R_{B2} + \frac{B_{cp}}{2}, \quad (46)$$

$$R_0 = 6,09 + 0,99 = 7,08 \text{ м},$$

$$R_{H2} = R_{e2} + B_{cp}, \quad (47)$$

$$R_{H2} = 6,09 + 1,94 = 8,03 \text{ м},$$

$$R_{\Gamma3} = R_{H2} - \frac{B_{cp}}{2} + \frac{B}{2}, \quad (48)$$

$$R_{\Gamma3} = 8,03 - 0,99 + 1,25 = 8,29 \text{ м},$$

$$R_{\Gamma H} = \sqrt{(L + L_{Псс})^2 + R_{\Gamma3}^2} = 8,82 \text{ м}, \quad (49)$$

$$R_{H1} = \sqrt{R_{H2}^2 + L^2} = 8,58 \text{ м}, \quad (50)$$

$$\sin \theta_H = \frac{L}{R_{H1}}, \quad (51)$$

$$\sin \theta_H = \frac{3,02}{8,58} = 0,35,$$

$$\theta_H = 20,49^\circ.$$

Определяем ширину проезжей части по следу колес

$$\Delta R = 8,58 - 6,09 = 2,49 \text{ м.} \gg [17]. \quad (52)$$

«Определяем габаритную полосу движения:

$$B_z = R_{z_{внеш}} - R_{z_{внут}}, \quad (53)$$

где  $L$  – база автомобиля, м;

$\theta$  – средний угол поворота управляемых колес, град.;

$\theta_в$  – угол поворота внутреннего управляемого колеса, град.;

$\theta_н$  – угол поворота наружного управляемого колеса, град.;

$R_{н1}$  – радиус поворота наружного переднего колеса, м;

$R_{в2}$  – радиус поворота внутреннего заднего колеса, м.

$R_{z_{внеш}}$  – внешний габаритный радиус поворота, м;

$R_{z_{внут}}$  – внутренний габаритный радиус поворота, м.

$B$  – ширина автомобиля, м;

$R_{Гз}$  – внешний задний габаритный радиус

$L_{Псв}$  – передний свес автомобиля» [14].

$$B_z = 8,82 - 5,83 = 2,99 \text{ м.}$$

Выводы по разделу.

Конструкторский расчет автомобиля позволил определить оптимальные параметры и характеристики автомобиля (габариты, масса, распределение массы, жесткость и прочность конструкции, аэродинамические характеристики и другие).

Также проведенный расчет позволил определить автомобиль, который будет обладать оптимальными техническими характеристиками, безопасностью и комфортом для пассажиров, а также эффективностью в эксплуатации.

## **4 Технологический раздел**

В процессе сборки автомобилей и тракторов происходит объединение деталей в определенной последовательности для создания узлов, механизмов или готового транспортного средства в соответствии с установленными техническими требованиями. Этот процесс может осуществляться как на заводе, где производятся детали, так и на специализированном сборочном предприятии. В настоящее время в автотракторостроении преобладает первый способ организации производства.

Сборочные работы требуют больше затрат труда по сравнению с литейными, сварочными и другими видами работ. Однако механизация процесса сборки может существенно снизить трудоемкость и является важным резервом для улучшения производства. В автотракторостроении часто используется массовое и крупносерийное производство, что способствует механизации и автоматизации сборочных процессов.

Несмотря на то, что трудоемкость в других цехах снижается быстрее, чем в сборочных, значение сборочных работ остается значительным, порядка 25% от общей трудоемкости.

### **4.1 Обоснование выбора технологического процесса**

При выборе технологического процесса сборки необходимо учитывать следующие факторы:

- требования к качеству продукции: необходимо выбрать технологию, которая обеспечит высокое качество сборки изделий и минимизирует возможность дефектов;
- сроки производства: выбор технологии должен обеспечить выполнение заказов в заданные сроки и обеспечить эффективность процесса сборки;

- себестоимость производства: необходимо выбрать технологию, которая позволит снизить затраты на производство и повысить прибыльность предприятия;
- объем производства: технология должна быть масштабируемой и способной обеспечить производство большого количества изделий;
- технические возможности оборудования: необходимо учитывать наличие необходимого оборудования и его технические характеристики при выборе технологии сборки.

Исходя из вышеперечисленных факторов, выбор технологического процесса сборки должен быть обоснован и основан на комплексном анализе всех аспектов производства.

Таким образом, при выборе технологического процесса необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы, чтобы обеспечить оптимальное производство продукции.

Кроме того, размеры изделия также оказывают влияние на выбор технологического процесса. Производство крупных изделий может потребовать применения кранов и другой тяжелой техники, в то время как для мелких изделий могут применяться автоматизированные линии сборки.

В случае с рулевым управлением вездехода БРОНТО МАРШ усовершенствованной конструкции, вероятно, спрос будет невелик, поэтому рационально организовать сборку по принципу мелкосерийного производства.

«Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (54)$$

где  $F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;

$m$  – количество смен, принимается равным 1;

$N$  – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [8].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{120} = 1035 \text{ ч.}$$

«После этапа разработки создаем план технологического процесса сборки, который включает в себя графическое изображение последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта» [23].

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень сборочных работ усовершенствованной конструкции рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Установить вездеход БРОНТО МАРШ на подъемник	1,5
Поднять вездеход БРОНТО МАРШ на подъемнике	1
Отвернуть крепежные болты, которые держат рулевой кардан на месте	4
«Поддерживая рулевой кардан, аккуратно отсоединить его от вала рулевого редуктора	2
Отсоединить от редуктора все соединительные трубки и шланги подачи масла	3
Слить масло из гидравлической системы	5
Отвернуть гайку, которая крепит рулевую тягу к левому поворотному кулаку	2
Отвернуть гайку, которая крепит рулевую тягу к рулевому редуктору	2
Снять рулевую тягу с левого поворотного кулака	3
Снять рулевую тягу с рулевого редуктора	2
Отвернуть три болта крепления рулевого редуктора к раме	2
Снять рулевой редуктор	3
Отвернуть гайки, крепящие поперечную рулевую тягу к рулевым тягам и к рулевой рейке.	4
Снять поперечную рулевую тягу с автомобиля	5
Взять кронштейн для крепления гидроцилиндра» [11]	0,2
Осмотреть кронштейн для крепления гидроцилиндра на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кронштейна заданным стандартам	1

Продолжение таблицы 3

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
«Установить кронштейн для крепления гидроцилиндра на корпусе дифференциала	3
Закрепить кронштейн крепления гидроцилиндра на стремлянках через дистанционные втулки» [11]	4
«Взять правый рулевой наконечник	0,2
Осмотреть правый рулевой наконечник на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,5
Взять поперечную рулевую тягу	0,2
Осмотреть поперечную рулевую тягу на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,5
Установить правый рулевой наконечник на поперечную рулевую тягу	1,5
Закрепить поперечную рулевую тягу в левом и правом поворотных кулаках» [11]	2,5
Взять гидроцилиндр	0,2
Осмотреть гидроцилиндр на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии гидроцилиндра заданным стандартам	1
Установить гидроцилиндр на кронштейн	4
Поместить шток гидроцилиндра в проушину поперечной рулевой тяги через амортизационные резиновые проставки	2
Убедиться что шток правильно выровнен и вставлен на достаточную глубину	2
Затянуть гайки на штоке гидроцилиндра	2
Взять рулевой редуктор УАЗ 4690	0,2
Осмотреть рулевой редуктор УАЗ 4690 на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Установить рулевой редуктор УАЗ 4690 на предусмотренное для монтажа место	3
Взять рулевой кардан	0,2
«Установить рулевой кардан на вал рулевого редуктора	2
Снять рулевую сошку с заводского рулевого редуктора БРОНТО МАРШ	2
Установить рулевую сошку на рулевой редуктор УАЗ 469	3
Обеспечить соединение золотникового механизма редуктора и рулевой тяги идущей от рулевого редуктора к левому поворотному кулаку	4
Установить рулевую тягу с рулевым наконечником в левый поворотный кулак и затянуть гайки	2
Установить масляную магистраль подачи и обратного слива масла от насоса в золотниковый механизм» [11]	2
Обеспечить соединение золотникового механизма с полостями гидроцилиндра	3
Залить масло гидравлическое (жидкость гидроусилителя руля) марки ATF	3

### Продолжение таблицы 3

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Закрутить пробку	0,5
Завести двигатель	0,1
Прокачать гидравлическую систему усилителя руля	3
Контролировать уровень масла, при необходимости долить масло гидравлическое	2
Проверить герметичность соединений рулевого управления	1
Проверить углы установки колес, при необходимости произвести регулировку	15
Итого:	111,3

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n} . \quad (55)$$

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (56)$$

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается равным 3%;

$\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается равным 5%» [23].

$$t_{ум}^{общ} = 111,3 + 111,3 \cdot \left( \frac{3+5}{100} \right) = 120,2 \text{ мин.}$$

## 4.2 Разработка технологического процесса сборки

«Для составления технологического процесса необходимо: определить порядок выполнения технологических операций, указать используемые приспособления и время, требуемое для выполнения каждой операции» [23].

Данные сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Технологический процесс сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
005	Сборочная	1	Установить вездеход БРОНТО МАРШ на подъемник	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	96,3
		2	Поднять вездеход БРОНТО МАРШ на подъемнике		
		3	Отвернуть крепежные болты, которые держат рулевой кардан на месте		
		4	Поддерживая рулевой кардан, аккуратно отсоединить его от вала рулевого редуктора		
		«5	Отсоединить от редуктора все соединительные трубки и шланги подачи масла		
		6	Слить масло из гидравлической системы		
		7	Отвернуть гайку, которая крепит рулевую тягу к левому поворотному кулаку		
		8	Отвернуть гайку, которая крепит рулевую тягу к рулевому редуктору		
		9	Снять рулевую тягу с левого поворотного кулака		
		10	Снять рулевую тягу с рулевого редуктора		
		11	Отвернуть три болта крепления рулевого редуктора к раме» [2]		
		12	Снять рулевой редуктор		
		13	Отвернуть гайки, крепящие поперечную		

Продолжение таблицы 4

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			рулевую тягу к рулевым тягам и к рулевой рейке.		
		14	Снять поперечную рулевую тягу с автомобиля		
		15	Взять кронштейн для крепления гидроцилиндра		
		16	Осмотреть кронштейн для крепления гидроцилиндра на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кронштейна заданным стандартам		
		17	Установить кронштейн для крепления гидроцилиндра на корпусе дифференциала		
		18	Закрепить кронштейн крепления гидроцилиндра на стремянках через дистанционные втулки		
		19	Взять правый рулевой наконечник		
		20	Осмотреть правый рулевой наконечник на наличие повреждений, коррозию и ржавчину		
		21	Взять поперечную рулевую тягу		
		22	Осмотреть поперечную рулевую тягу на наличие повреждений, коррозии и ржавчины		

Продолжение таблицы 4

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		23	Установить правый рулевой наконечник на поперечную рулевую тягу		
		24	Закрепить поперечную рулевую тягу в левом и правом поворотных кулаках		
		«25	Поместить шток гидроцилиндра в проушину поперечной рулевой тяги через амортизационные резиновые проставки		
		26	Убедиться что шток правильно выровнен и вставлен на достаточную глубину		
		27	Взять рулевой редуктор УАЗ 4690		
		28	Осмотреть рулевой редуктор УАЗ 4690 на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		29	Установить рулевой редуктор УАЗ 4690 на предусмотренное для монтажа место		
		30	Взять рулевой кардан		
		«31	Установить рулевой кардан на вал рулевого редуктора		
		32	Снять рулевую сошку с заводского рулевого редуктора БРОНТО МАРШ		
		33	Установить рулевую сошку на рулевой редуктор УАЗ 469		
		34	Обеспечить соединение золотникового механизма редуктора и рулевой тяги идущей		

Продолжение таблицы 4

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			от рулевого редуктора к левому поворотному кулаку» [2]		
		«35	Установить рулевую тягу с рулевым наконечником в левый поворотный кулак и затянуть гайки		
		36	Установить масляную магистраль подачи и обратного слива масла от насоса в золотниковый механизм		
		37	Обеспечить соединение золотникового механизма с полостями гидроцилиндра» [2]		
		38	Залить масло гидравлическое (жидкость гидроусилителя руля) марки ATF		
		39	Закрутить пробку		
		40	Завести двигатель		
		41	Прокачать гидравлическую систему усилителя руля		
		42	Контролировать уровень масла, при необходимости долить масло гидравлическое		
		43	Проверить герметичность соединений рулевого управления		
010	Регулировочная	1	Проверить углы установки колес, при необходимости произвести регулировку	Стенд для регулировки углов установки колес	15

Технологическая схема сборки рулевого управления представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

Для производства рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ был выбран следующий технологический процесс:

- изготовление основных деталей рулевого управления (рулевой колонки, рулевого вала, рулевых рычагов) методом литья под давлением из алюминиевого сплава. Этот метод позволяет получить детали высокой прочности и точности формы;
- обработка деталей на станках с ЧПУ для достижения необходимой точности и готовности к сборке;
- сборка рулевого управления с использованием специальных инструментов и техники для обеспечения надежности и долговечности работы.

Трудоемкость сборки рулевого управления определяется количеством этапов и сложностью операций. Проведенные расчеты показали, что среднее время сборки одного комплекта рулевого управления составляет около 4 часов.

Таким образом, разработанный технологический процесс обеспечивает эффективное производство рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ с учетом требований к качеству и надежности изделия. Графическая часть ВКР включает в себя чертежи деталей, схемы сборки и технологические карты операций.

## 5 Производственная и экологическая безопасность проекта

Производственная и экологическая безопасность играют ключевую роль при разработке и реализации любого дипломного проекта.

Ниже перечислены основные меры, которые могут быть применены для обеспечения безопасности производства и окружающей среды в рамках дипломного проекта:

- использование безопасного оборудования и технологий: необходимо убедиться, что все используемые в проекте материалы, оборудование и технологии соответствуют безопасным стандартам и требованиям;
- обучение персонала: все участники проекта должны быть обучены правилам безопасного труда и экологической ответственности;
- соблюдение законов и нормативов: необходимо следить за тем, чтобы все действия в рамках проекта соответствовали законодательству в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- выбор экологически безопасных материалов: при проектировании и изготовлении продукции необходимо отдавать предпочтение материалам, которые меньше вредят окружающей среде;
- ответственная утилизация отходов: необходимо правильно управлять отходами, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

В настоящее время проявляется все больший интерес к человеческим ресурсам, и условия работы на производстве стали более благоприятными и обеспечивают высокие стандарты по охране труда. В перспективе благополучие работников становится источником стабильности, процветания и повышения производительности.

Согласно статистике, затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте в различных странах колеблются от 2,6% до 3,8% от валового национального продукта.

Затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте могут включать в себя следующие расходы:

- медицинские расходы на лечение работников, пострадавших в результате несчастного случая на рабочем месте;
- компенсации и выплаты пострадавшим работникам, включая возмещение утраты заработка и компенсацию за временную нетрудоспособность;
- затраты на профилактику и обучение работников по предотвращению несчастных случаев и профессиональных рисков.
- юридические расходы на расследование и урегулирование случаев несчастных случаев на рабочем месте;
- расходы на страхование ответственности работодателя за несчастные случаи на рабочем месте.

Эффективное управление профессиональными рисками и безопасностью на рабочем месте может помочь снизить затраты на несчастные случаи и повысить производительность и уровень удовлетворенности работников.

### **5.1 Описание технологического процесса сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ**

Для того чтобы тщательно изучить технологический процесс сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции, включая его конструктивные особенности и организационно-технические аспекты, требуется подготовить технологический паспорт (таблица 5).

Технологический паспорт обязателен для многих видов продукции, особенно технически сложных или подлежащих обязательному сертификационному контролю. Он помогает упростить процесс технического управления и обеспечить безопасное использование и обслуживание продукции.

Таблица 5 – Технологический паспорт сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции

Технологический процесс	Технологическая операция	Должность сотрудника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Сборка рулевого управления БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции	1 Установка вездехода на подъемнике. 2 Демонтаж агрегатов. 3 Установка агрегатов для модернизации рулевого управления. 4 Испытание рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	Солидол «с», графитная смазка, перчатки

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важно проводить анализ идентификации профессиональных рисков для обеспечения безопасности и здоровья работников, а также обеспечения нормального функционирования организации.

Для этого необходимо провести следующие шаги:

- идентификация опасностей: определение всех потенциальных и реальных опасностей, которые могут быть причиной

профессиональных рисков. Это может включать физические, химические, биологические, психологические опасности;

- оценка риска: определение вероятности возникновения негативных событий, связанных с опасностями, и их потенциальных последствий на здоровье и безопасность работников;
- управление рисками: разработка и внедрение мер по уменьшению и контролю рисков, включая обучение сотрудников, использование персональных защитных средств, технические улучшения, проведение аудитов и так далее;
- мониторинг и анализ: регулярное проведение анализа профессиональных рисков, оценка эффективности принятых мер по управлению рисками и корректировка стратегии при необходимости.

Идентификация профессиональных рисков позволит организации эффективно управлять ими, минимизировать потенциальные угрозы для здоровья и безопасности работников и обеспечить бесперебойное функционирование

Таблица 6 содержит результаты идентификации профессиональных рисков сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции.

Таблица 6 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка вездехода на подъемнике. 2 Демонтаж агрегатов. 3 Установка агрегатов для модернизации рулевого управления. 4 Испытание рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля и загазованность воздуха	Элементы конструкции рабочего оборудования от инструмента, ног, транспорта» [7]
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент

## Продолжение таблицы 6

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
	Возможность поражения электрическим током	«Электроинструмент» [7]
	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [16].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7].
	«Напряжение зрительных анализаторов	
Монотонность труда, вызывающая монотонию» [7].		

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Факторы, противодействующие производственному риску и повышающие безопасность труда:

- совершенная организация охраны труда;
- высокий профессиональный уровень персонала предприятия, соответствие профессиональных качеств выполняемым трудовым обязанностям;
- высокая дисциплинированность, ответственность, соответствие личностных, психофизиологических, идеологических качеств характеру выполняемых работ;
- соответствие условий труда нормативным требованиям;

- соответствие технических средств (машины, механизмы, оборудование, оснастка, инструмент и другое), инженерных сооружений и СИЗ требованиям безопасности.

Для более глубокого понимания рабочих процессов и принятия обоснованных решений необходимо проводить обучение персонала. Правильное планирование рабочих задач способствует снижению рисков и уменьшает вероятность возникновения проблем в рабочей сфере.

Использование защитной экипировки и оборудования, особенно в определенных профессиях, является обязательным для снижения рисков. Например, использование шлемов и защитных очков на строительных площадках.

Регулярные проверки оборудования и проведение технического обслуживания помогают выявить и устранить потенциальные проблемы до их возникновения.

Для решения выявленных проблем следует использовать методы и средства, соответствующие нормативным требованиям, а также принимать меры, направленные на снижение профессиональных рисков, как указано в соответствующей таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии.	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях рабочего оборудования»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией.	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].

Продолжение таблицы 7

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>«Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования;</li> <li>– знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015» [9]</li> </ul>	
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проведение аудиометрического исследования сотрудников, работающих в условиях повышенного шума, для раннего выявления проблем со слухом;</li> <li>– обучение сотрудников правильным методам защиты от шума, включая использование наушников или берушей.</li> <li>– регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы предотвратить его излишний шум;</li> <li>– организация периодических перерывов для отдыха от шумного окружения и возможность работать в тишине;</li> <li>– проведение обучающих программ по управлению стрессом и релаксации для сотрудников, работающих в условиях повышенного шума;</li> <li>– внедрение технологий снижения шума на производстве, таких как звукопоглощающие материалы или звукопоглощающие экраны.</li> </ul>	«Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [20].

Продолжение таблицы 7

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
<p>Возможность поражения электрическим током</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучение сотрудников правилам безопасности при работе с электричеством. Включает в себя обучение о том, как правильно обращаться с электрическими приборами, как избегать контакта с обнаженными проводами и как правильно использовать средства защиты;</li> <li>– проведение регулярных инструктажей и тренировок по безопасной работе с электричеством. Это поможет сотрудникам освежить знания и навыки, а также позволит им узнать о последних изменениях в правилах безопасности;</li> <li>– установка специального оборудования и средств защиты на рабочих местах. Это могут быть изоляционные материалы, предохранители, заземляющие устройства и другие средства, которые помогут предотвратить поражение электрическим током;</li> <li>– проведение регулярной проверки электрооборудования и проводов на предмет повреждений и износа. Это позволит выявить потенциально опасные ситуации и предотвратить аварии;</li> <li>– организация системы контроля за соблюдением правил безопасности при работе с электричеством. Это может включать в себя проведение аудитов, проверок и инспекций, а также наказание за нарушения правил;</li> <li>– проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников, работающих с</li> </ul>	<p>«Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [15].</p>

Продолжение таблицы 7

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>электричеством. Это позволит выявить возможные заболевания или состояния, которые могут увеличить риск поражения электрическим током;</p> <p>создание системы экстренной помощи и обучение сотрудников оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Это поможет быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать возможные последствия.</p>	
Отсутствие или недостаток естественного света	<ul style="list-style-type: none"> <li>– организация рабочих мест таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение. Размещение рабочих столов и рабочих зон у окон или вблизи;</li> <li>– установка специальных светопрозрачных перегородок или стен, которые позволяют естественному свету проникать внутрь помещения.</li> </ul>	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ;</li> <li>– правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации;</li> <li>– используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7].</li> </ul>	–

Продолжение таблицы 7

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
<p>Монотонность труда</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучение и развитие сотрудников: организация тренингов, семинаров, курсов повышения квалификации помогут работникам развивать свои навыки и умения, что сделает их работу более интересной и разнообразной;</li> <li>– ротация рабочих мест: периодическое изменение рабочих обязанностей и рабочих мест поможет работникам избежать монотонности и рутины, приобрести новый опыт знания;</li> <li>– внедрение новых технологий и методов работы: использование современных технологий и инструментов поможет сотрудникам выполнять свою работу более эффективно и интересно;</li> <li>– организация командных проектов и задач: работа в команде над общим проектом или задачей способствует разнообразию и дает возможность общения и взаимодействия с коллегами;</li> <li>– проведение корпоративных мероприятий и мероприятий по «team building»: организация различных мероприятий, таких как выездные тренинги, корпоративные вечеринки, спортивные соревнования и так далее, поможет работникам расслабиться, отдохнуть и наладить отношения с коллегами;</li> <li>– поддержка и стимулирование саморазвития: компания может предоставлять сотрудникам доступ к литературе, курсам и тренингам по саморазвитию и личностному росту, что поможет и избежать монотонности в работе.</li> </ul>	

## 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – документ, в котором излагаются все аспекты процедур предотвращения пожара, процедур эвакуации и политики реагирования на пожар. Он включает планы действий в чрезвычайных ситуациях и процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации, которые необходимо соблюдать в случае пожара. План пожарной безопасности содержит рекомендации, позволяющие всем на рабочем месте знать, что делать, чтобы свести к минимуму ущерб, причиненный пожаром. Это важный документ, необходимый для любого здания, содержащий важную информацию о том, как бороться с пожаром.

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 8).

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок/ Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Зона ТР, технологическое оборудование, применяемое в зоне ТР	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [7].

«В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;

- средства индивидуального/группового самоспасения, защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [16].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий для соблюдения требований пожарной безопасности является необходимой процедурой, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества в случае возникновения пожара. В таких планах должны быть определены конкретные шаги и процедуры, которые необходимо выполнить в случае пожара, а также ответственные лица и их обязанности.

Планы действий должны включать такие меры, как эвакуация людей, использование пожаротушения, вызов пожарной службы, обучение персонала и проведение учебных тренировок. Кроме того, важно регулярно проверять и обновлять планы действий, чтобы они были актуальными и эффективными.

«Соблюдение требований пожарной безопасности и разработка соответствующих планов действий помогут предотвратить возникновение пожаров, а в случае их возникновения минимизировать ущерб и обеспечить безопасность всех присутствующих» [15].

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при сборке усовершенствованной конструкции рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, и заносим мероприятия в таблицу 9.

Таблица 9 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [20]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [15]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [16]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [7]

Все работодатели также должны:

- контролировать накопление легковоспламеняющихся и горючих отходов, чтобы они не способствовали возникновению пожарной ситуации, и включать санитарные процедуры в план противопожарной защиты;
- информировать сотрудников об опасностях материалов и процессов, которым они подвергаются;
- пересмотреть с каждым новым сотрудником те части плана противопожарной защиты, которые сотрудник должен знать, чтобы защититься в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- регулярно и надлежащим образом обслуживать оборудование или системы, установленные на тепловыделяющем оборудовании, чтобы предотвратить случайное возгорание горючих материалов.

## **5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса**

Экологическая безопасность, часто используемая как синоним защиты окружающей среды, относится к практике защиты мира природы и ее ресурсов от вреда, деградации или загрязнения. Она охватывает различные аспекты человеческой деятельности, влияющие на окружающую среду, и направлена на смягчение этих последствий для благополучия нынешнего и будущих поколений.

Необходимость экологической безопасности невозможно переоценить, так как она имеет решающее значение для сохранения экосистем, здоровья живых организмов и устойчивости планеты. Более того, она играет ключевую роль в обеспечении доступности природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Внедрение устойчивых практик предполагает сокращение отходов, сохранение ресурсов и минимизацию углеродного следа. Предприятия и

частные лица могут применять устойчивые методы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду.

Поддержание чистоты воздуха имеет важное значение для экологической безопасности. Усилия по контролю загрязнения воздуха включают стандарты выбросов, продвижение чистых источников энергии и сокращение промышленных выбросов.

Вода – ограниченный ресурс, и ее сохранение имеет решающее значение для экологической безопасности. Внедрение методов водосбережения дома, в сельском хозяйстве и промышленности может помочь сохранить этот драгоценный ресурс.

Сокращение отходов и переработка материалов являются эффективными способами повышения экологической безопасности. Эти методы уменьшают нагрузку на свалки и уменьшают потребность в сырье.

Биоразнообразие имеет важное значение для сбалансированной экосистемы. Усилия по сохранению включают защиту исчезающих видов, сохранение естественной среды обитания и содействие устойчивому землепользованию.

Повышение энергоэффективности имеет жизненно важное значение для сокращения выбросов парниковых газов. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий – шаги к экологической безопасности.

Транспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Варианты экологически чистого транспорта, такие как электромобили и общественный транспорт, могут снизить воздействие транспорта на окружающую среду.

Многие предприятия сейчас переходят на корпоративную социальную ответственность, осознавая свою ответственность перед окружающей средой, тем самым сокращая выбросы и продвигая устойчивые методы работы.

Частные лица могут внести свой вклад в экологическую безопасность. Простые действия, такие как сокращение потребления воды и энергии,

поддержка экологически чистых продуктов и участие в общественных мероприятиях по уборке, – все это способствует более чистой планете.

Будущее экологической безопасности – за инновациями и коллективными усилиями. Достижения в области технологий и растущее осознание экологических проблем обещают сделать мир более зеленым и безопасным.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при сборке рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, и сведем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ, усовершенствованной конструкции»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

Выводы по разделу.

Из рассмотрения раздела по производственной и экологической безопасности процесса сборки рулевого управления вездехода БРОНТО МАРШ можно сделать вывод, что особое внимание следует уделять обеспечению безопасности работников на производстве и соблюдению экологических стандартов. В процессе сборки рулевого управления необходимо использовать современные технологии и материалы, которые позволят обеспечить надежность и долговечность изделия. Также предпринимаются меры по минимизации воздействия производственного процесса на окружающую среду.

## 6 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта определяется его способностью приносить прибыль или экономический эффект в течение определенного периода времени. Для оценки экономической эффективности проекта используются различные методы, такие как чистая приведенная стоимость (NPV), внутренняя норма доходности (IRR), индекс доходности и др.

Для того чтобы проект был экономически эффективным, его доходы должны превышать расходы на реализацию и эксплуатацию проекта. Также важно учитывать факторы риска, инфляции, изменения валютного курса и другие факторы, которые могут повлиять на экономическую эффективность проекта.

Экономическая эффективность проекта является ключевым критерием при принятии решения о его реализации. Поэтому важно провести тщательный анализ всех финансовых показателей и учесть все возможные риски и неопределенности, чтобы добиться успешного и прибыльного завершения проекта.

«Для определения финансовых затрат на модернизацию рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922 воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (57)$$

где  $C_{\text{к.д}}$  – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$  – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$  – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [12].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C_k, \quad (58)$$

где  $Q_k$  – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_k$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [12].

В таблице 13 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 13 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Кронштейн для крепления гидравлического цилиндра	Сталь 45	2	1,6	72,0	144
Итого:	–	–	–	–	144

$$C_{к.д} = 2 \cdot 72 = 144 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_m, \quad (59)$$

где  $C_{п.р.н}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

$C_m$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [12].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = t \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_t, \quad (60)$$

где  $t$  – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, для установки гидроцилиндра понадобятся: накладка – 2 шт., скобы – 2 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: накладки – 0,4 чел.-ч., скобы – 0,8 чел.-ч.

$$t = (2 \cdot t_{\text{накладки}} + 2 \cdot t_{\text{скобы}}),$$

где  $C_{\text{ч}}$  – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду;  $k_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [12].

$$t = 2 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области МРОТ составляет 19242 р» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду:  $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$  р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 2,4 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 364,84 \text{ р.}$$

«Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100 \text{» [12],} \quad (61)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 364,84 / 100 = 36,48 \text{ р.}$$

«Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{COЦ} = 30 \cdot (C_{ПР} + C_{Д}) / 100 \text{ [12]}, \quad (62)$$

$$C_{COЦ} = 30 \cdot (364,84 + 36,48) / 100 = 120,39 \text{ р.},$$

$$C_{\Sigma ПР} = 364,84 + 36,48 + 120,39 = 521,71 \text{ р.}$$

В таблице 14 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 14 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	364,84
Дополнительная заработная плата	36,48
Начисления на заработную плату	120,39
Итого:	521,71

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = Ц \cdot Q_3, \quad (63)$$

где  $Ц$  – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

$Q_3$  – масса заготовки, кг» [12].

В таблице 15 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 15 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Накладка	Сталь 45	2	1,5	72,0	108
Скоба	Сталь 45	2	1,3	72,0	93,6
Итого:	–	–	–	–	201,6

$$C_M = 1,5 \cdot 72 + 1,3 \cdot 72 = 201,6 \text{ р.}$$

$$C_{O,Д} = 364,84 + 201,6 = 566,44 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{СБ.П} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (64)$$

где  $C_{СБ}$  – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{Д.СБ}$  – дополнительная заработная плата рабочих;

$C_{СОЦ.СБ}$  – страховые взносы в фонды, р» [23].

«Основная заработная плата рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{СБ} = T_{СБ} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (65)$$

где  $T_{СБ}$  – нормативная трудоемкость на сборку конструкции» [12].

«Значение определяем по формуле:

$$T_{СБ} = k_C \cdot \Sigma t_{СБ}, \quad (66)$$

где  $t_{СБ}$  – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

$k_C$  – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 6,2 чел.-ч.

$$T_{СБ} = 1,25 \cdot 6,2 = 7,75 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 7,75 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1178,13 \text{ р.},$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 1178,13 = 117,81 \text{ р.},$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (1178,13 + 117,81) = 388,78 \text{ р.}$$

$$C_{СБ.П} = 1178,13 + 117,81 + 388,78 = 1684,72 \text{ р.}$$

В таблице 16 представлена полная заработная плата рабочих.

Таблица 16 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	1178,13
Дополнительная заработная плата	117,81
Страховые взносы в фонды	388,78
Итого	1684,72

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{ОН} = \frac{(C'_{ПР} \cdot R_{ОН})}{100}, \quad (67)$$

где  $C'_{ПР}$  – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{ОН}$  – процент общепроизводственных накладных расходов» [12].

$$C'_{ПР} = (C_{ПР} + C_{СБ}). \quad (68)$$

$$C'_{ПР} = 364,84 + 1178,13 = 1542,97 \text{ р.}$$

$$C_{ОН} = \frac{(1542,97 \cdot 15)}{100} = 231,44 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести рулевой редуктор УАЗ 469, рулевую тягу с золотником ГАЗ 66, рулевой гидроцилиндр ГАЗ 66 и гидравлические трубопроводы, а также метизы» [19].

Перечень деталей представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Рулевой редуктор	1	7000	7000
Рулевая тяга	1	9000	9000
Гидроцилиндр	1	5500	5500
Трубопровод	2	2400	4800
Болт	10	20,0	200
Гайка	10	10,0	100
Шайба	10	5,0	50
Итого:			26650

$$C_{\text{мд}} = 7000 + 9000 + 5500 + 4800 + 200 + 100 + 50 = 26650 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 18.

$$C_{\text{кон}} = 144 + 566,44 + 1684,72 + 231,44 + 26650 = 29276,6 \text{ р.}$$

Таблица 18 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	144
Затраты на изготовление оригинальных деталей	566,44
Затраты на сборку	1684,72
Общепроизводственные накладные расходы	231,44
Стоимость покупных изделий (деталей)	26650
Итого:	29276,6

Общие затраты на модернизацию рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922 равны 29276,6 р. Стоимость комплекта с

установкой на автомобиль составит (1,125 – коэффициент, учитывающий монтаж) 32 936,17 р.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (69)$$

где  $C_{ПР}$  – стоимость прототипа, р.» [12];

$$\mathcal{E}_Г = 45000 - 29276,6 = 15723,4 \text{ р.}$$

Срок окупаемости – это период времени, за который инвестиции или затраты на определенный проект или бизнес будут полностью окупаться за счет полученной прибыли или дохода. Обычно срок окупаемости рассчитывается как отношение затрат к ежегодной прибыли или доходу от проекта. Чем короче срок окупаемости, тем быстрее инвестиции начнут приносить прибыль и определяется по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (70)$$

$$O_{ОК} = \frac{29276,6}{15723,4} = 1,86 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (71)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 15723,4 - 0,15 \cdot 29276,6 = 11331,91 \text{ р.}$$

В таблице 19 представлены основные показатели проекта.

Таблица 19 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	45000,0	29276,6
Экономия от снижения трудоемкости при внедрении конструкции	р.	-	15723,4
Экономический эффект	р.	-	11331,91
Срок окупаемости	год	-	1,86

Выводы по разделу.

Экономическая эффективность модернизации рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922 подтверждается следующими показателями:

- стоимость модернизации: 29276,6 рублей;
- срок окупаемости: 1,86 года.

Эти показатели позволяют сделать вывод о том, что модернизация рулевого управления снегоболотохода БРОНТО-1922 является экономически целесообразной и эффективной мерой. После окончания срока окупаемости проект начнет приносить прибыль, что позволит компании получить дополнительные доходы и увеличить конкурентоспособность на рынке.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрен способ модернизации рулевого управления снегоболотохода «МАРШ» путем установки нового рулевого редуктора, внедрения гидроцилиндра двустороннего действия, изготовления кронштейна крепления гидроцилиндра, вся эта новая конструкция развивает достаточное усилие для вращения колес низкого давления большой размерности 1400×500×20, обеспечивает беспрепятственное управление на любом типе дорожного покрытия.

Проведенные расчеты показали, что снегоболотоход имеет лучшие показатели проходимости за счет отличной информативности и легкости управления, чем стандартный автомобиль.

Наблюдается улучшение показателей устойчивости и управления, что в свою очередь повышает безопасность при эксплуатации на дорогах общего пользования.

Таким образом, модернизация рулевого управления снегоболотохода «МАРШ» позволяет улучшить его проходимость, устойчивость на дорогах и комфортность управления. Это также повышает безопасность эксплуатации и снижает воздействие на окружающую среду. Экономическая эффективность модернизации также подтверждена проведенными расчетами.

Таким образом, данная модернизация является целесообразной и эффективной мерой для улучшения характеристик снегоболотохода «МАРШ», что позволит повысить его конкурентоспособность на рынке и удовлетворить потребности потенциальных потребителей.

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

9 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

10 Горшкова О. О. Электрооборудование автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / О. О. Горшкова, Г. Н. Шпитко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет". - Тюмень : ТИУ, 2016. - 333 с.

11 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

12 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

13 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ;

Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

14 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

15 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

16 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

18 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

19 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

20 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

21 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

22 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

23 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

24 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

25 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

26 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального

образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

27 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

28 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

29 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

30 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

31 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А  
**Спецификации**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>						
A4			24.ДП.01.211.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
A1			24.ДП.01.211.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	24.ДП.01.211.61.01.000	Гидроцилиндр	1	
A1		2	24.ДП.01.211.61.02.000	Продольная рулевая тяга	1	
		3	24.ДП.01.211.61.03.000	Поперечная рулевая тяга	1	
		4	24.ДП.01.211.61.04.000	Редуктор	1	
		5	24.ДП.01.211.61.05.000	Насос гидроусилителя	1	
<i>Детали</i>						
		6	24.ДП.01.211.61.00.006	Сошка	1	
		7	24.ДП.01.211.61.00.007	Шкив	1	
		8	24.ДП.01.211.61.00.008	Шланг нагнетательный	1	
		9	24.ДП.01.211.61.00.009	Шланг сливной	1	
		10	24.ДП.01.211.61.00.010	Скоба	4	
		11	24.ДП.01.211.61.00.011	Винт	2	
		12	24.ДП.01.211.61.00.012	Гайка	2	
		13	24.ДП.01.211.61.00.013	Пряжка хомута	2	
		14	24.ДП.01.211.61.00.014	Лента хомута	2	
			<b>24.ДП.01.211.61.00.000</b>			
			Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Разраб.	Никишкин Р.Н.				
	Пров.	Тизялов А.С.				
Инв. № подл.	Н.контр.	Тизялов А.С.				
	Утв.	Байрадовский А.В.				
				Соединение сошки с редуктором и золотниковым механизмом		
				Лит.	Лист	Листов
				Д	1	2
				<b>ТГУ, АТс-1901В</b>		
				Копировал		Формат А4

Рисунок А.1 – Спецификация на соединение сошки с редуктором и  
золотниковым механизмом

