

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
(наименование кафедры)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка универсальной самодвижущейся платформы
с электроприводом

Студент

А. С. Волков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В. А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Е. Г. Пипко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.В. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на проектирование четырёхколёсного транспортного средства с электроприводом и полностью независимой системой подвески, позволяющей более плавно проходить по неровности дорожного полотна.

В данной работе представлен проект электрического четырёхколёсного транспортного средства, включающий расчет положения реечного механизма рулевой рейки и шестерни трапеции рулевого управления, а также расчет стоимости сборки автомобиля и численности персонала, необходимого для сборки.

Проанализировав аналоги разрабатываемого транспортного средства с электроприводом, такого как велосомобиль, электрический четырехколёсный велосипед, электрический кат и Toyota Prius, мы решили разработать транспортное средство с наименьшей стоимостью и коротким сроком окупаемости.

В работе показан новый способ создания автомобилей данного типа, позволяющий избежать трудностей проектирования и изготовления, а также снизить затраты.

В дипломной работе представлена технологическая карта сборки транспортного средства.

Имеется раздел безопасность и экологичность транспортного средства, а также стандарты по сборке транспортного средства.

В заключительной части работы приведен экономический расчет себестоимости сборки транспортного средства с целью дать возможность оценить ваши возможности по производству данного транспортного средства.

ABSTRACT

The graduation work is focused on design of a vehicle with a fully independent suspension system, which makes it possible to pass more smoothly on uneven road surface.

The graduation work presents design of an electric four-wheel vehicle including calculation of the position of the steering rack and pinion mechanism of the steering trapeze, as well as calculation of the cost of assembly of the vehicle, and number of personnel required for the assembly.

Having analyzed the analogues of a four-wheel vehicle with electric drive, such as a bicycle car, an electric four-wheel bicycle, an electric cart and Toyota Prius, we decided to design a vehicle with the lowest cost and the shortest payback period.

The work shows a new way of creating vehicles of this type allowing to avoid the difficulties accompanying the process of their design and manufacturing and lower the costs.

The graduation work presents a vehicle assembly flow chart.

Safety and environmental friendliness of the vehicle along with standards for vehicle assembly is also considered.

In the final part of the work contains the economic calculation of the cost of assembling the vehicle in order to allow an appropriate assessment of capabilities for production of the vehicle.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Поиск и исследование аналогов транспортного средства.....	7
1.1. Веломобиль.....	7
1.2. Электро-карт.....	8
1.3. Электрический четырёхколесный велосипед.....	9
1.4. Автомобиль Toyota Prius.....	11
2 Проектирование рамы самодвижущейся платформы.....	13
3 Проектирование задней подвески.....	14
4 Проектирование передней подвески.....	16
4.1 Техническая карта процесса сборки транспортного средства.....	18
5 Проектирование рулевого управления.....	21
5.1 Техническое задание.....	21
5.2 Исходные данные.....	22
5.3 Вычисление расстояния между осями поворота колёс.....	23
5.4 Определение угла наклона рулевой трапеции.....	23
5.5 Определение длины рулевой тяги.....	25
5.6 Определение величины поворотного рычага.....	25
5.7 Проверка точности выполнения зависимости при найденных значениях геометрических размеров трапеции.....	25
6 Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства.....	27
6.1 Расчет себестоимости проектного варианта.....	27
6.2 Расчет статьи затрат "Сырье и материалы".....	29
6.3 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты».....	31
6.4 Расчет статьи затрат "Зарплата основная".....	33
6.5 Подсчёт статьи затрат "Зарплата дополнительная".....	34
6.6 Расчет статьи затрат «Отчисления на социальные нужды».....	34

6.7 Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования».....	34
6.8 Подсчёт статьи "Общепроизводственные расходы"	35
6.9 Подсчёт статьи "Общехозяйственные расходы"	35
6.10. Подсчёт статьи «Внепроизводственные расходы».....	35
7 Безопасность и экологичность транспортного средства.....	38
7.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	38
7.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	42
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение	

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа является заключительным этапом обучения студентов с присвоением им академической степени бакалавра. За освоение соответствующей учебной программы, предлагаемой высшими образовательными учреждениями.

По истечению всего срока обучения студенту необходимо пользуясь всеми знаниями, полученными им во время процесса обучения, выполнить выпускную работу. Во время защиты которой студент получит заслуженную им оценку.

Основой данной выпускной квалификационной работы является разработка универсального четырёхколёсного транспортного средства, с электроприводом в виде двух мотор колёс и независимой самодвижущейся подвеской.

Аналогами такого исполнения платформы являются велосипеды, однако они не обладают наличием независимой подвески. Велосипед является прототипом автомобиля. Он имеет ряд отличий, основным является применение велосипедного механизма для передвижения. В отличие от велосипедов разрабатываемая подвеска имеет электропривод, позволяющий водителю не затрачивать свои силы на перемещение. Вместо него это будут делать два мотор-колеса, расположенных в передней части платформы.

По способу передвижения данная подвеска напоминает уменьшенную копию электроавтомобиля, она имеет переднеприводную компоновку 2x4. Такая компоновка обеспечивает возможность более быстрого разгона до максимально возможной скорости по сравнению с заднеприводной компоновкой 4x2.

1. Поиск и исследование аналогов транспортного средства

1.1 Веломобиль

Данный тип исполнения подвески является прототипом веломобиля.

«Веломобиль - представляет собой четырехколесный велосипед с корпусом и другими элементами, которые придают ему внешнее сходства с автомобилем. Чаще всего такие агрегаты покупают детям, но существуют модели для взрослых и даже для нескольких человек.

Для ребенка велокарт является полностью безопасным видом транспорта. Рама гарантирует, что ребенок не выпадет из него и не травмируется даже в случае столкновения с каким-то другим предметом. Колеса и сиденья закреплены таким образом, что велокарт практически невозможно перевернуть.» [1]

«Корпус веломобиля изготавливается из металла или пластика, в зависимости от модели. Часто его декорируют яркими тематическими рисунками или же просто используют для покрытия несколько цветов.

Большинство моделей оснащаются ручным тормозом, который действует на оба задних колеса, что повышает безопасность езды. Сами колеса изготавливаются из резины с пневматической подкачкой.

Высоту руля и сидения можно регулировать, что позволяет покупать велокарт несколько “на вырост”. Единственное ограничение в данном случае - это грузоподъемность.

Поездки на веломобиле - это не только приятное, но и полезное занятие. Это отличный тренажер для укрепления мышц, улучшения работы сердца и развития координации». [2]

Веломобиль. Внешний вид веломобиля представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Веломобиль

1.2. Электро-карт

Однако ближайший аналог к разрабатываемому транспортному средству это электро-карт.

«E-kart выполняется в трех основных комплектациях: 3 кВт на детской раме, 5 кВт и 10 кВт. Ниже приведены подробные характеристики каждой из моделей.

Программно и механической передачей подбирается баланс между высокой динамикой разгона, максимальной скоростью и запасом хода. То есть без модернизации силового оборудования, карт, например, мощностью 5 кВт может быть настроен на высочайшую динамику разгона и максимальную скорость 60 км/ч с запасом хода на одном заряде 20 минут. Или же можно настроить карт таким образом, что его ходовые качества будут чуть скромнее (чуть ниже динамика разгона), при этом запас хода на одном заряде составит более 40 минут.» [3]

E-kart. Внешний вид электро-карта представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – E-kart.

1.3. Электрический четырехколесный велосипед

«Незаменимый на даче и за городом — электрический грузовой велосипед позволит Вам получать удовольствие от перевозки грузов. Обычный грузовой велосипед весит 30кг и ехать на нем на педалях в жару не такое уж и удовольствие, не смотря на имеющиеся три передачи.

Переднее мотор-колесо 48V 750W с усилителем пера вилки (дроп аута) фиксирующий ось мотор-колеса от проворота при динамичном разгоне или наезде на препятствия. Тормоза на тросиках позволяют установить ручки тормоза с концевиками для рекуперации энергии при торможении. Для электрических грузовых велосипедов – это актуально за счёт достаточно большого веса.

LiFePO₄ аккумулятор 48V 10AH размещён в сумке, в багажнике. Конструкция багажника позволяет закрепить сверху крышку решетку и

закрывать её на замок, чтобы можно было спокойно оставить электрический трицикл около магазина. Контроллер 48V 30A размещен здесь же, на багажнике. Проводка и контакты загерметизированы и не боятся дождя.

Установлена система помощи при кручении педалями – PAS, она хороша при дальних поездках с минимумом препятствий. Традиционный тестовый заезд показал отличную мощность 750 Ваттного мотор-колеса. Чуть помогая на старте при дальнейшей езде о педалях можно забыть и наслаждаться проплывающим вокруг пейзажем. Даже заполненный грузовой багажник на 30 кг. не мешает.» [4]

Электрический четырехколесный велосипед. Внешний вид электро-велосипеда представлен на рисунке 3.

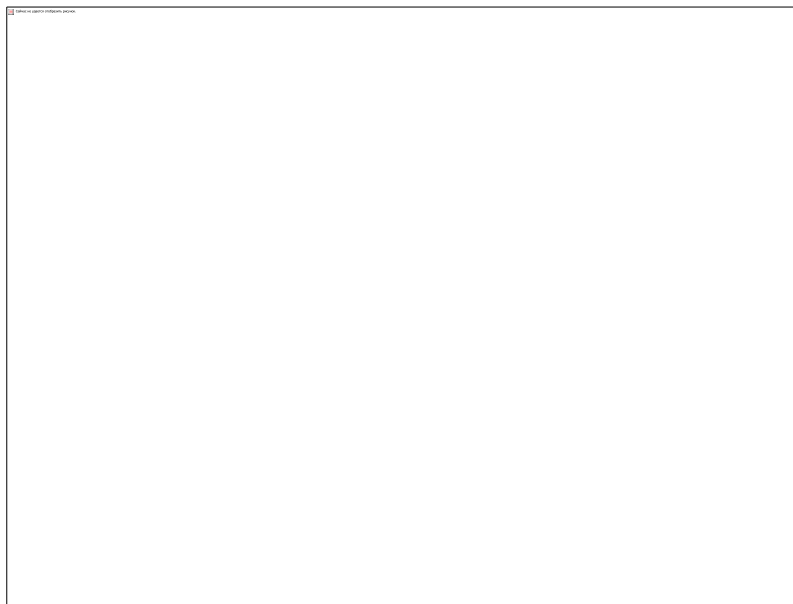


Рисунок 3 – Электрический четырехколесный велосипед.

1.4. Автомобиль Toyota Prius

«Необходимо сразу уточнить, что Prius заправляется только бензином, всю необходимую электроэнергию он вырабатывает сам. Его гибридный силовой привод (англ. Hybrid vehicle drivetrain) построен таким образом, что позволяет и бензиновому двигателю, и электромотору непосредственно подключаться к ведущим колёсам автомобиля и взаимодействовать между собой. При такой схеме каждый из моторов работает в режиме наибольшей эффективности, за счёт чего и обеспечивается низкий расход топлива и малая токсичность выхлопа бензинового двигателя. Кроме этого, в приводе имеются генератор, преобразователь электрического тока и аккумуляторная батарея.

При трогании и движении на малой скорости, когда эффективность бензинового двигателя низка, автомобиль едет на электротяге, с помощью электромотора, разряжая батарею. С ростом скорости, в работу вступает двигатель внутреннего сгорания, который одновременно крутит ведущие колёса и генератор, заряжая батарею. При резком нажатии на педаль газа, в работу вступают оба двигателя, бензиновый и электрический, обеспечивая интенсивный разгон. А при торможении, совместно с обычной тормозной системой задействуется электромотор, работающий в режиме генератора: он создаёт дополнительный тормозной момент на колёсах одновременно заряжая батарею. При остановке, даже кратковременной, всё выключается. Переход от одного режима работы к другому происходит автоматически и практически не заметен.

Иногда бензиновый двигатель работает на стоящем автомобиле, например, если ему необходимо прогреться или, если разряжена батарея и её надо подзарядить. Когда в баке мало бензина, то автомобиль не тронется с места, несмотря на заряженную батарею, его необходимо заправить так, чтобы погасла контрольная лампочка низкого уровня топлива. При

длительном хранении аккумуляторная батарея разряжается, поэтому автомобиль необходимо заводить, хотя бы раз в несколько месяцев.» [5]

Об устройстве трансмиссии Hybrid Synergy Drive:

«Гибридный привод Prius третьего поколения претерпел некоторые изменения по отношению к предыдущей модели. Как и прежде, бензиновый и электрический двигатели взаимодействуют с главной передачей и генератором посредством планетарного дифференциала. В новой модели планетарных механизмов стало два. Кольцевая шестерня у них общая, она соединена с главной передачей. Водило первой планетарной передачи зафиксировано, а солнечная шестерня приводится электродвигателем. Эта передача служит понижающим редуктором для электромотора. Его наличие — это главное отличие новой модели от предыдущей, где мотор приводил главную передачу напрямую. Новый высокооборотный электродвигатель Prius стал значительно компактнее и легче, при этом мощность его увеличилась с 67 до 80 л.с.

Вторая планетарная передача служит дифференциалом между бензиновым двигателем (водило), генератором (солнечная шестерня) и главной передачей. Эта схема позволяет всем источникам и потребителям энергии делиться крутящим моментом, вращаясь при этом с любой удобной для них скоростью. Компьютер волен в любой момент и при любой скорости движения изменять обороты ДВС, включать или выключать генератор, превращая энергию движения автомобиля в заряд батареи и наоборот.» [6]

Toyota Prius. Внешний вид автомобиля Toyota Prius представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Toyota Prius.

2. Проектирование рамы самодвижущейся платформы

Рама является одной из самых важных частей в разработке транспортного средства. Именно на её основе производится подбор остальных характеристик транспортного средства.

Для каждого нового расчета имеется свой список требований – это максимальный выдерживаемый вес, габаритные размеры, подбор запаса прочности всей конструкции и так же требования к конструкции. Если первые перечисленные отвечают желаниям клиента, то технические требования ко всей конструкции отвечают за безопасность, как людей, находящихся в транспортном средстве, так и пешеходов.

Такие требования, к сожалению, как и в армии, пишутся «на крови». Так к примеру, при наезде на пешехода, что бы его не разрезало капотом, существует «капля безопасности».

Поэтому разработанная рама является опорой всего транспортного средства, именно на неё навешиваются остальные части, дающие ей возможность передвигаться и создающие комфорт и безопасность для водителя.

Общий вид разработанной рамы разрабатываемого транспортного средства представлен на рисунке 5.

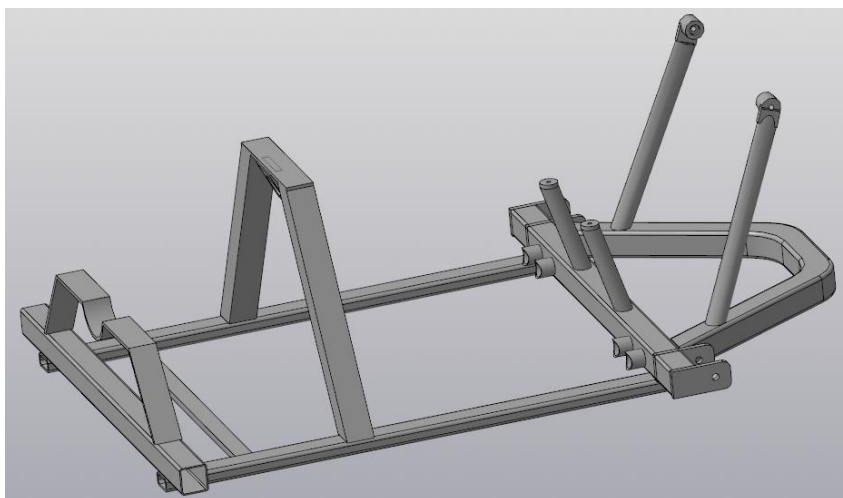


Рисунок 5 – рама транспортного средства

Выбранный тип подвески имеет возможности в модернизации и позволяет изменить любую его часть в нужном направлении. Это позволяет изменять общие характеристики рамы для более удобного использования в любых дорожных условиях.

Высота подвески составляет 360 мм, клиренс 180 мм, что обеспечивает минимальное раскачивание транспортного средства на поворотах. Габаритные размеры так же влияют на устойчивость, их вы можете увидеть на рис. 6.

Данная подвеска выполнена с условием минимальных затрат на производство и обладанием приемлемых запасом прочности.

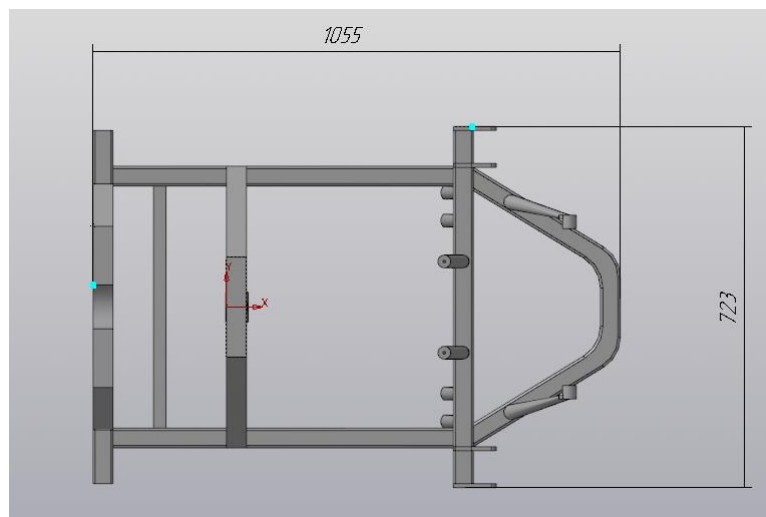


Рисунок 6 – Габаритные размеры подвески

3. Проектирование задней подвески

Задняя подвеска состоит из задней части велосипеда. Она крепится к раме, а также соединяется с передней с помощью амортизатора. При этом каждая её часть имеет возможность независимого перемещения. Это обеспечивает более плавное перемещение задней части, по встречающимся колёсами неровностям дорожного полотна.

Задняя часть независимой подвески представлена на рисунке 7.

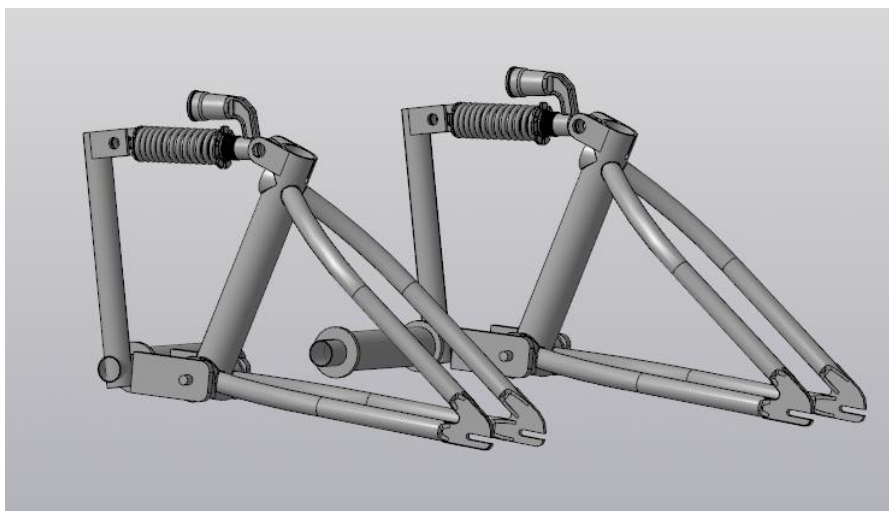


Рисунок 7 – Элементы задней подвески

4. Проектирование передней подвески

Передняя часть подвески состоит из передней части велосипеда, но с наращённой длиной. Так же она имеет ряд усиления, в части перехода труб к раме велосипеда, для увеличения жёсткости конструкции.

Дополнительно добавлены движущиеся одновременно с подвеской, два элемента, повышающих сопротивление передней части подвески к скручиванию. В виду того, что более удлинённая, передняя часть подвески имеет возможность при повороте изогнуться на угол «заваливания» колёс.

Разработанное усиление призвано решить эту проблему. На рис. 8 данное усиление выделено синим цветом.

Передняя часть независимой подвески представлена на рисунке 8.

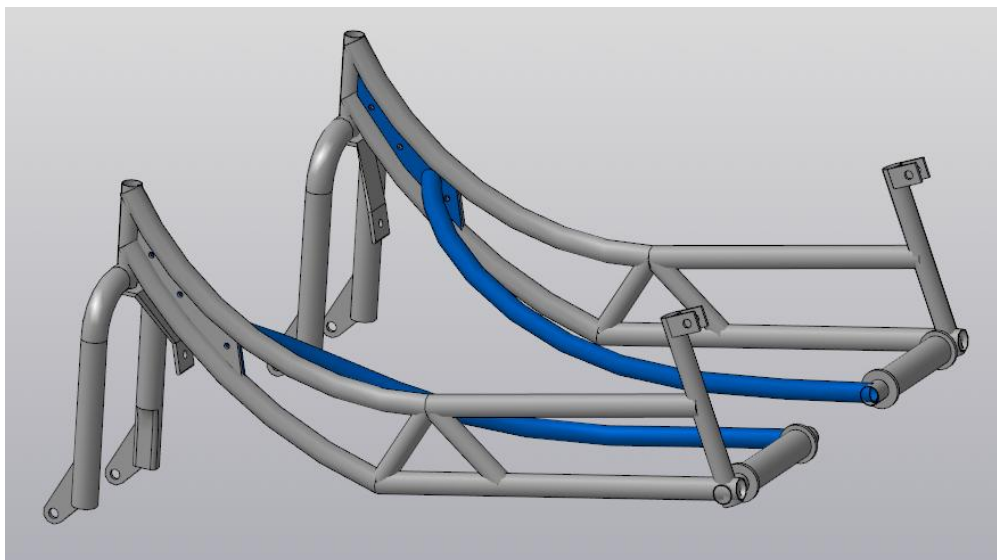


Рисунок 8 – Элементы передней подвески

Технологический процесс сборки транспортного средства

Для любого промышленного образца, разработанного человеком, одним из важных аспектов является его сборка. Даже для сборки узла, состоящего из трёх деталей может понадобиться большое количество операций, к которым имеются свои, необходимые для правильности сборки, технические требования.

Технологическая карта сборки транспортного средства описывает процесс установки систем торможения, управления автомобилем, сборки независимой подвески, а также некоторых деталей вроде установки сиденья, и других такого рода деталей. Так же в ней отражены трудозатраты на каждую операцию. А также приборы и материалы необходимые для выполнения работ.

Но перед выполнением окончательной сборки обязательно проводятся все возможные проверки. К примеру, сборка правой части независимой подвески разрабатываемого транспортного средства изображена на рисунке 9.



Рисунок 9 - Сборка правой части независимой подвески

4.1 Техническая карта процесса сборки транспортного средства

Таблица 1 – техническая карта процесса сборки транспортного средства

№	Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействий	Приборы и инструменты	Трудоёмкость	Технические требования
1.	Установка передней подвески на раму				
1.1	Установить подшипник на маятниковый рычаг	1	-	0,004	-
1.2	Установить ось маятникового рычага в опору	1	-	0,002	-
1.3	Установить подшипник на маятниковый рычаг в опору	1	-	0,003	-
1.4	Закрепить подшипник гайкой	1	Набор гаечных ключей	0,004	-
1.5	Установить контр. гайку	1	-	0,005	-
1.6	Установить усилитель	1	-	0,002	-
1.7	Прикрутить болты фиксатора к подвеске	1	Набор гаечных ключей	0,004	-
1.8	Закрутить болты крепления фиксатора	1	Набор гаечных ключей	0,002	-
	Установить подшипник на вилку мотор-колеса	1	-	0,001	-
	Установить вилку мотор-колеса в опору маятниковой конструкции	1	-	0,009	-
	Установить второй подшипник	1	-	0,001	-
	Установить фиксатор подшипника	1	-	0,001	-
	Закрутить контрящую гайку	1	Набор гаечных ключей	0,002	-
	Установить мотор-колесо	1	-	0,004	-
	Закрутить болты крепления колеса	1	Набор гаечных ключей	0,003	-

Продолжение Таблицы 1

2.	Установка задней подвески на раму				
2.1	Установить ось задней подвески в кронштейн	1	-	0,002	-
2.2	Установить пластину крепления оси	1	-	0,002	-
2.3	Закрепить пластину болтами	1	Набор гаечных ключей	0,003	-
2.4	Установить клин крепления кронштейна	1	-	0,002	-
2.5	Зафиксировать клин крепления кронштейна	1	-	0,001	-
2.6	Установить амортизатор	1	-	0,003	-
2.7	Закрепить амортизатор	1	Набор гаечных ключей	0,002	-
3	Установка рулевого управления				
	Установить рулевую рейку	1	-	0,004	-
	Закрепить рулевую рейку	1	-	0,001	-
	Установить переходную пластину	1	-	0,002	-
	Закрепить пластину на рулевой рейке	1	-	0,002	-
	Собрать рулевую тягу	1	-	0,003	-
	Установить рулевую тягу	1	-	0,001	-
	Закрепить рулевую тягу	1	-	0,001	-
	Установить рулевую колонку в шлицы	1	-	0,001	-
	Установить подшипник	1	-	0,001	-
	Закрепить подшипник	1	-	0,002	-
	Установить ступицу руля на рулевую колонку	1	-	0,003	-
	Установить рулевое колесо	1	-	0,005	-
	Установить нейтральное положение рулевого колеса	1	-	0,001	-
	Выровнять управляющие колёса по установленному рулевому колесу	1	-	0,001	-

Продолжение Таблицы 1

4.	Установка сиденья				
	Установить сиденье на опору	1	-	0,002	-
	Совместить отверстия в сиденье с опорой	1	-	0,003	-
	Закрутить болты	1	Набор гаечных ключей	0,002	-
5.	Установка поддона				
	Установить поддон на раму	1	-	0,004	-
	Сопоставить отверстия рамы с отверстиями поддона	1	-	0,002	-
	Закрутить болты	1	Набор гаечных ключей	0,003	-
6.	Установка тормозной системы				
	Установить крепление педалей	1	-	0,002	-
	Закрепить крепление педалей	1	-	0,003	-
	Закрутить болты	1	Набор гаечных ключей	0,001	-

5. Проектирование рулевого управления

5.1 Техническое задание

Рассчитать положение рулевого, реечного механизма рулевой трапеции с конструкцией, которое можно воспроизвести на любом действующем автотранспортном предприятии, и обеспечивающее выполнение следующих требований:

1.Безопасность в управлении подвеской;

2.Проверку работоспособности рулевого, реечного механизма по следующим показателям:

-управляемость;

-равное сопротивление на поворачивающиеся колёса при повороте во время движения;

-качество сборки;

3.Конкурентоспособность;

4.Небольшая себестоимость.

Расчет расположения рулевого реечного механизма заключается в определении основных размеров трапеции:

- Расстояния между осями поворота колёс;

- Длины поперечной рулевой тяги;

- Длины поворотного рычага.

5.2 Исходные данные

Схема расположения рулевой трапеции на проектируемом транспортном средстве изображена на рисунке 10. Так же на ней изображены все значения необходимые для расчета. Так же добавлены рассчитанные ниже параметры.

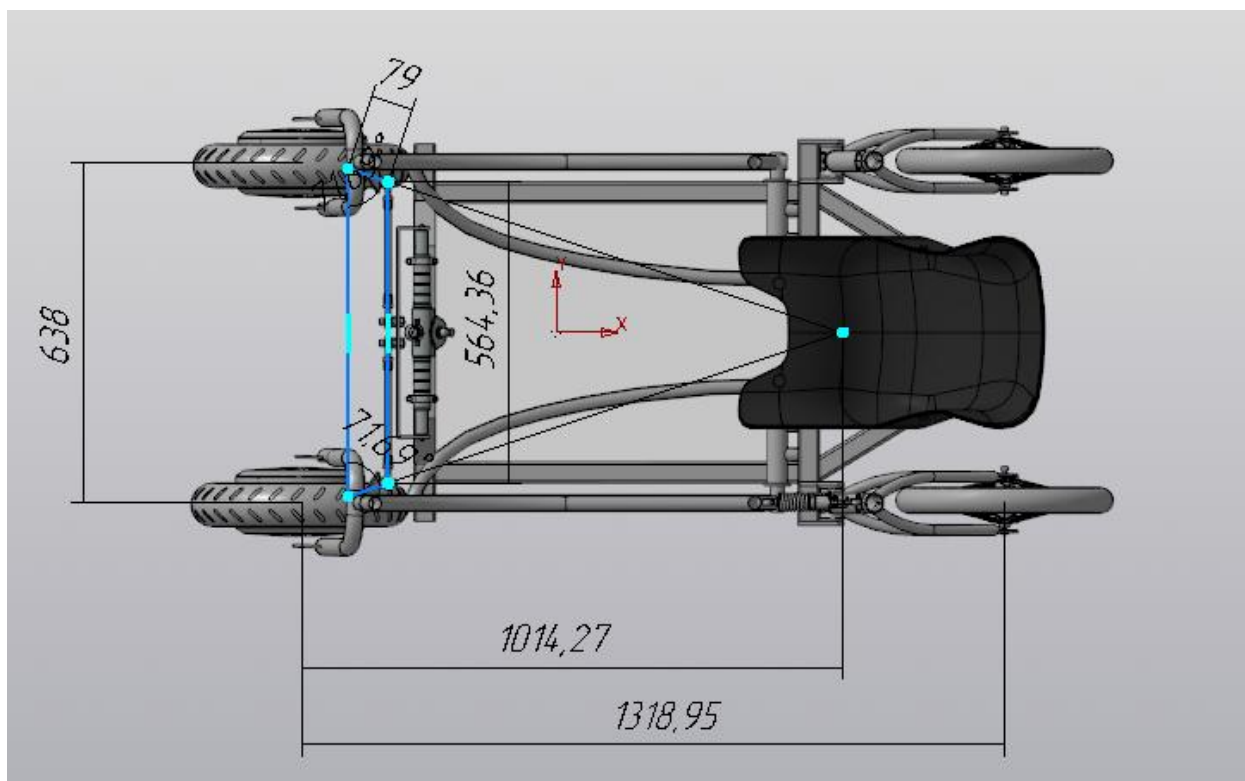


Рисунок 10 – Схема расположения рулевой трапеции

5.3 Вычисление расстояния между осями поворота колёс

$$B_M = B_K - 2 \cdot L_{Ц}, \quad (1)$$

Где B_K – колея управляющих колёс транспортного средства, мм;

$L_{Ц}$ – расстояние по нормали от центра колеса до оси поворота, так как на разрабатываемом транспортном средстве ось поворота колеса совпадает с центром колеса $L_{Ц} = 0$.

$$B_M = B_K = 638 \text{ мм.}$$

5.4 Определение угла наклона рулевой трапеции

$$ctg \theta^\circ = \frac{B_M}{2 \cdot X \cdot L_a}, \quad (2)$$

Где X – коэффициент, точки пересечения направляющих поворотных рычагов, в нейтральном положении, с продольной осью автомобиля.

коэффициент X принимается, без учета эластичности шин, равным 0,7.

$$ctg \theta^\circ = \frac{638}{2 \cdot 0,7 \cdot 1318,95} = 0,3455.$$

Из полученного значения $ctg \theta^\circ$ определяем угол θ° . Для этого воспользуемся таблицей Брадиса.

Таблица 2 – Брадиса для тангенса и котангенса

tg	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'	ctg	1'	2'	3'
15°	0,2679	2698	2717	2736	2754	2773	2792	2811	2830	2849	2867	74°	3	6	9
16°	2867	2886	2905	2924	2943	2962	2981	3000	3019	3038	3057	73°	3	6	9
17°	3057	3076	3096	3115	3134	3153	3172	3191	3211	3230	3249	72°	3	6	10
18°	3249	3269	3288	3307	3327	3346	3365	3385	3404	3424	3443	71°	3	6	10
19°	3443	3463	3482	3502	3522	3541	3561	3581	3600	3620	0,3640	70°	3	7	10

Для $ctg \theta^\circ = 0,3455$, угол $\theta^\circ = 71,69^\circ$.

5.5 Определение длины рулевой тяги

$$n = \frac{B_M}{\frac{1}{2} \cdot \frac{m}{n} \cdot \cos \theta} \quad (3)$$

Где $\frac{m}{n}$ - отношение длины поворотного рычага к рулевой тяге

$$\frac{m}{n} = 0,12 \dots 0,16, \text{ берём } \frac{m}{n} = 0,14.$$

Тогда

$$n = \frac{638}{\frac{1}{2} \cdot 0,14 \cdot 0,3142} = 564 \text{ мм.}$$

5.6 Определение величины поворотного рычага

$$m = \frac{m}{n} \cdot n \quad (4)$$

$$m = 0,14 \cdot 564 = 78,96$$

Принимаем величину поворотного рычага $m = 79$ мм.

5.7 Проверка точности выполнения зависимости при найденных значениях геометрических размеров трапеции

Для этого в масштабе 1:4 вычерчиваем схему положений рулевой трапеции поворачивая одно из колёс на угол 40° с интервалом 5° .

Схема положений рулевой трапеции представлена на рисунке 11.

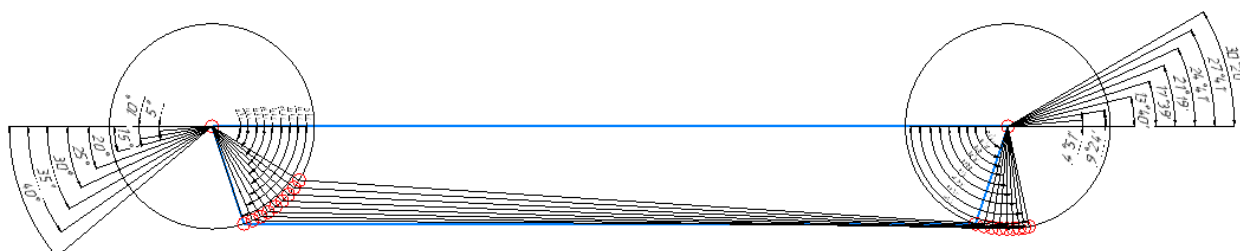


Рисунок 11 - Схема положений рулевой трапеции

По произведённым расчётам, на схеме положений рулевой трапеции видно, что при повороте левого колеса на 40° , правое повернётся на $30^\circ 20'$. Это обеспечит поворот транспортного средства без проскальзывания шин, при выполнении поворота. Так же данный угол поворота обеспечивает минимальный износ шин.

Усилие, передаваемое на колеса автомобиля при повороте, показано на рисунке 12 и рисунке 13. Но даже при равных усилиях, идущих от рулевого колеса, конечный момент силы поворачивающий одно и второе колесо значительно отличаются, что и позволяем автомобилю более плавно проходить повороты.

Рулевой привод должен обеспечить поворот управляемых колёс автомобиля на различные углы, и служит для сохранения либо изменения направления движения транспортного средства.

На автомобилях обычно устанавливаются управляемыми передние колёса. Но в недавнем времени начинают распространяться обновленные конструкции транспортных средств с четырьмя управляемыми колёсами.

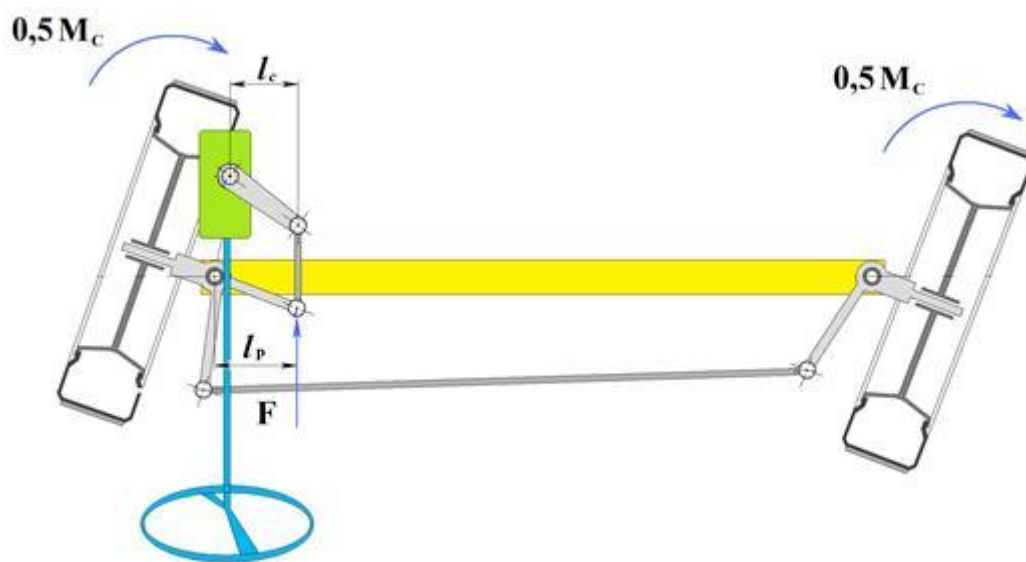


Рисунок 12 - Схема силового передаточного отношения рулевого управления

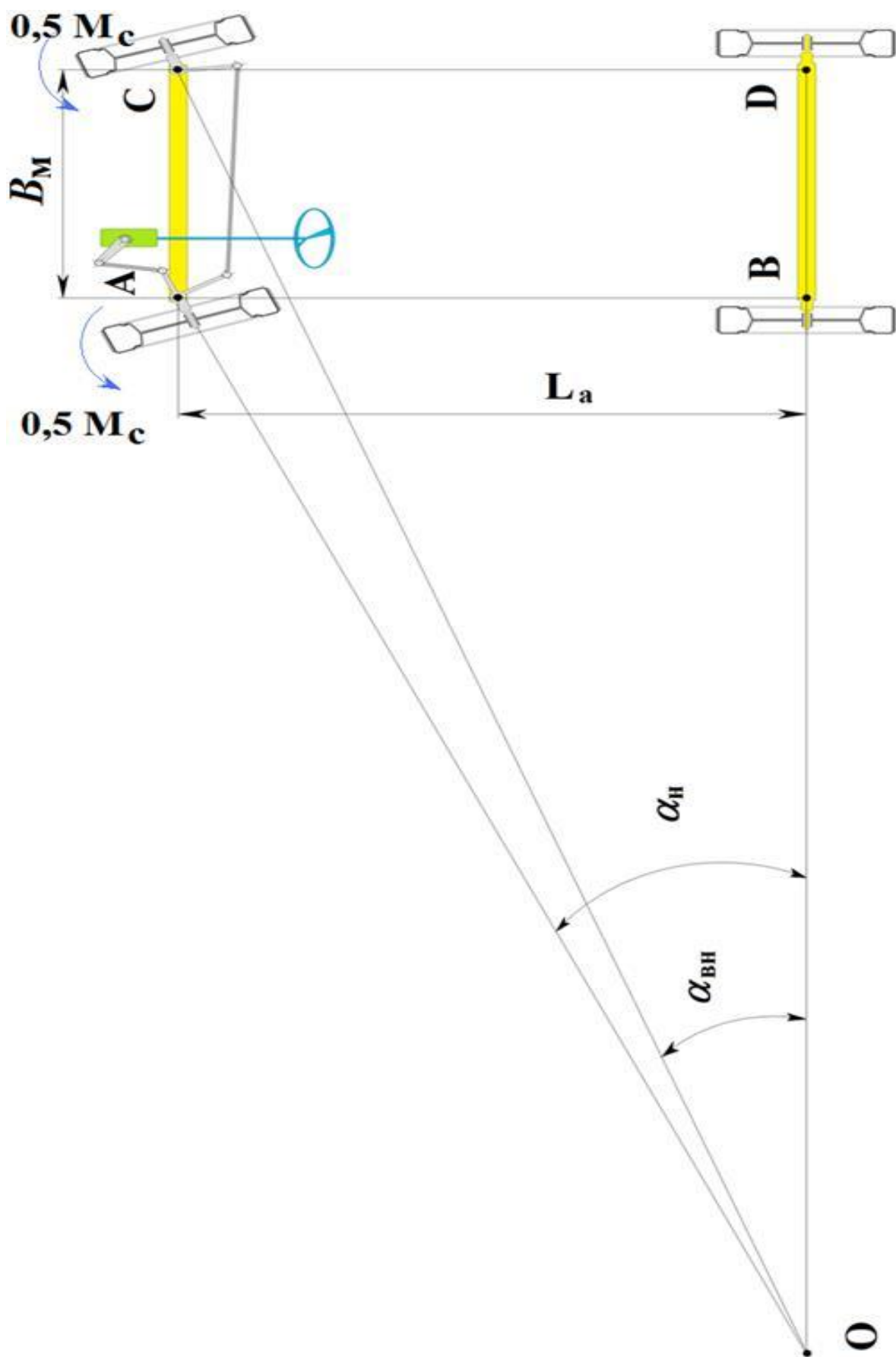


Рисунок 13 - Схема поворота автомобиля

6 Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства

6.1 Расчет себестоимости проектного варианта

Себестоимость – денежная оценка затрат ресурсов предприятия на оказание транспортных услуг. Себестоимость услуг представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе оказания транспортных услуг природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат.

В главе «Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства» рассматривается оценка полного перечня затрат на производство. Оно включает затраты на материалы из которых изготавливаются рама и элементы независимой подвески. Так же в неё входят расходы на покупку стандартных деталей, а также мотор-колёс, каждое мощностью по 500Вт.

Дополнительно в экономическом расчёте представлена часть сравнения себестоимости сборки велосипеда со средней стоимостью электро-карта с двигателем мощностью 3кВт.

Расчеты выполняются в табличной форме.

Схема калькуляции базового изделия представлена на рисунке 14.

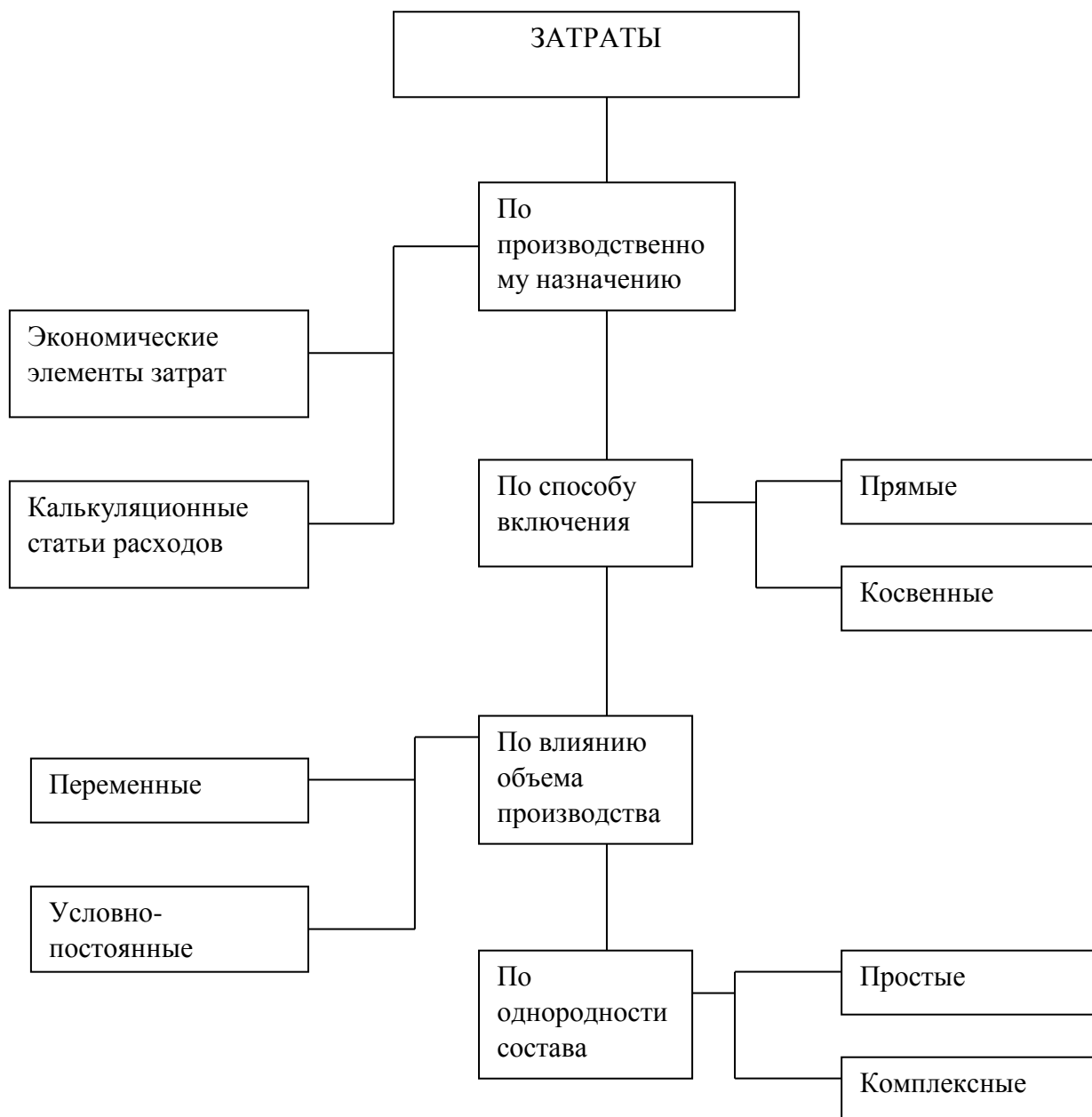


Рисунок 14 - Калькуляция базового изделия

6.2. Расчет статьи затрат "Сырье и материалы"

$$M = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_{вот}}{100} \right), \quad (5)$$

Где C_{M_i} - оптовая цена материала, ден.ед.;

Q_{M_i} - норма расхода материала, кг, м.;

$K_{мзр}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, 3%

$K_{вот}$ - коэффициент возвратных отходов, 2%.

Далее по материалам:

1. Труба круглая (32х3,2мм).

$$M_1 = 155 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100} \right) = 155 \cdot 1,01 = 156,55 \text{ (руб.)}$$

2. Полоса металлическая (20х4,0мм).

$$M_2 = 43 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100} \right) = 43 \cdot 1,01 = 43,43 \text{ (руб.)}$$

3. Труба круглая (26х2,8мм).

$$M_3 = 111 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100} \right) = 444 \cdot 1,01 = 448,44 \text{ (руб.)}$$

4. Труба профильная (40х40х2,0мм).

$$M_4 = 117 \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100} \right) = 585 \cdot 1,01 = 590,85 \text{ (руб.)}$$

5. Лист металлический (1250х2500х2,0мм).

$$M_5 = 3005 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100} \right) = 1502,5 \cdot 1,01 = 1517,525 \text{ (руб.)}$$

6. Труба профильная (40x20x2,0мм).

$$M_6 = 77 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 154 \cdot 1,01 = 155,54 \text{ (руб.)}$$

7. Изолирующая лента

$$M_7 = 70 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 35 \cdot 1,01 = 35,35 \text{ (руб.)}$$

8. Углеродная ткань (полотно)

$$M_8 = 1450 \cdot 0,2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 1450 \cdot 0,2 \cdot 1,01 = 292,9 \text{ (руб.)}$$

Таблица 3 - Расчет затрат на сырье и материалы

№	Наименование	Норма расхода	Средняя цена за ед.	Сумма, ден.ед.
1	2	3	4	5
1.	Труба круглая 32x3,2мм	1м	155	156,55
2.	Полоса металлическая 20x4,0мм	1м	43	43,43
3.	Труба круглая 26x2,8мм	4м	111	448,44
4.	Труба профильная 40x40x2,0мм	5м	117	590,85
5.	Лист металлический 1250x2500x2,0мм	0,5	3005	1517,525
6.	Труба профильная 40x20x2,0мм	2м	77	155,54
7.	Изолирующая лента	0,5	70	35,35
8.	Углеродная ткань полотно	0,2	1450	292,9
	ИТОГО:			3240,585

6.3. Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

$$П_u = Ц_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{мзр}}}{100}\right), \quad (6)$$

Где $Ц_i$ – “оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов”, ден.ед.;

n_i – “количество покупных изделий и полуфабрикатов”, 1-го вида, шт.;

i – “ i – ый вид покупного изделия (полуфабриката)”.

$K_{\text{мер}}$ – “коэффициент транспортно-заготовительных расходов”, 3%

Далее по покупным изделиям:

1. Мотор – колесо 500Вт.

$$П_{u1} = 5600 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 11200 \cdot 1,03 = 11536 \text{ (руб.)}$$

2. Система управления техническим средством.

$$П_{u2} = 875 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1750 \cdot 1,03 = 1802,5 \text{ (руб.)}$$

3. Детский велосипед.

$$П_{u3} = 2500 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 5000 \cdot 1,03 = 5150 \text{ (руб.)}$$

4. Рулевая рейка.

$$П_{u4} = 8000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 8000 \cdot 1,03 = 8240 \text{ (руб.)}$$

5. Амортизатор.

$$П_{u5} = 958 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1916 \cdot 1,03 = 1973,48 \text{ (руб.)}$$

6. Наконечник рулевой колонки.

$$П_{u6} = 350 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1400 \cdot 1,03 = 1442 \text{ (руб.)}$$

7. Болт М10 и Гайка М10.

$$P_{u7} = 32 \cdot 6 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 192 \cdot 1,03 = 197,76 \text{ (руб.)}$$

8. Болт М8 и Гайка М8.

$$P_{u8} = 35 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 350 \cdot 1,03 = 360,5 \text{ (руб.)}$$

9. Болт М6 и Гайка М6.

$$P_{u9} = 42 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 84 \cdot 1,03 = 86,52 \text{ (руб.)}$$

10. Тормозная система.

$$P_{u10} = 5000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 5000 \cdot 1,03 = 5150 \text{ (руб.)}$$

Таблица 4 - Расчет затрат на покупные изделия

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество, шт.	Средняя цена за 1шт, руб..	Сумма, руб..
1.	Мотор-колесо 500Вт	2	5600	11536
2.	Система управления техническим средством	1	875	1802,5
3.	Детский велосипед	2	2500	5150
4.	Рулевая рейка	1	8000	8240
5.	Амортизатор	2	958	1973,48
6.	Наконечник рулевой колонки	4	350	1442
7.	Болт М10 и Гайка М10	6	32	197,76
8.	Болт М8 и Гайка М8	10	35	360,5
9.	Болт М6 и Гайка М6	2	42	86,52
10.	Тормозная система	1	5000	5150
	ИТОГО:			35938,76

6.4. Расчет статьи затрат "Зарплата основная":

$$Z_o = Z_T * (1 + K_{нд} / 100), \quad (7)$$

$$Z_T = C_p * T, \quad (8)$$

Где C_p – “часовая тарифная ставка, ден.ед.”;

T – “трудоемкость выполнения операции, час.”;

Z_m – “тарифная з/п, ден.ед.”;

$K_{нд}$ – “коэффициент премиальных доплат”, $K_{нд}=35\%$.

$$Z_{o1} = 1078 * (1 + \frac{35}{100}) = 1455 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T1} = 49 * 22 = 1078 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o2} = 104 * (1 + \frac{35}{100}) = 139 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T2} = 52 * 2 = 104 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o3} = 49 * (1 + \frac{35}{100}) = 66 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T3} = 49 * 1 = 49 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o4} = 147 * (1 + \frac{35}{100}) = 198 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T4} = 49 * 3 = 147 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o1} = 1568 * (1 + \frac{35}{100}) = 2116 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T5} = 56 * 28 = 1568 \text{ (руб.)},$$

Расчет рекомендуется выполнять дифференцированно по видам работ в табличной форме.

Таблица 5 - Расчет основной заработной платы

№	Виды операций	Трудоемкость, час.	Часовая тарифная ставка, ден.ед.	Тарифная зарплата,
1	2	3	4	5
1	Сборка	22	49	1455
2	Сварка	2	52	139
3	Сверлильные	1	49	66
4	Подготовительные	3	49	198
5	Покраска	28	56	2116
6	ИТОГО:	56		3974

6.5. Подсчёт статьи затрат "Зарплата дополнительная"

$$Z_o = Z_T * K_o / 100, \quad (9)$$

Где K_o - коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, K_o принимаем равным 10%.

$$Z_o = 3974 * \frac{10}{100} = 397,4 \text{ (руб.)}$$

6.6. Расчет статьи затрат «Отчисления на социальные нужды»

$$O_c = (Z_o + Z_o) * K_c / 100, \quad (10)$$

Где K_c – отчисления на социальные нужды, принимаем равным 30 %.

$$O_c = (3974 + 397,4) * \frac{30}{100} = 1311 \text{ (руб.)}$$

6.7. Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

$$P_{об} = Z_o * K_{об} / 100, \quad (11)$$

Где $K_{об}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$P_{об} = 3974 * \frac{19}{100} = 755 \text{ (руб.)}$$

6.8. Подсчёт статьи "Общепроизводственные расходы"

$$P_{opr} = 3_o * K_{opr} / 100 , \quad (12)$$

Где K_{opr} - коэффициент общепроизводственных расходов.

$$P_{opr} = 3974 * \frac{9}{100} = 358 \text{ (руб.)}$$

Цеховая себестоимость включает в себя затраты цеха на производство продукции и определяется по формуле:

$$C_u = M + \Pi_u + 3_o + 3_d + O_c + P_{об} + P_{opr} \quad (13)$$

$$C_u = 3240,585 + 35938,76 + 3974 + 397,4 + 1311 + 755 + 358 = 45974,8 \text{ (руб.)}$$

6.9. Подсчёт статьи "Общехозяйственные расходы"

$$P_{охр} = 3_o * K_{охр} / 100 , \quad (14)$$

Где $K_{охр}$ – “коэффициент общехозяйственных расходов”.

$$P_{охр} = 3974 * \frac{15}{100} = 596,2 \text{ (руб.)}$$

Производственная себестоимость включает затраты на производство продукции и определяется по формуле:

$$C_{np} = M + \Pi_u + 3_o + 3_d + O_c + P_{об} + P_{opr} + P_{охр} \quad (15)$$

$$C_{np} = C_u + P_{охр} = 45974,8 + 596,2 = 46571 \text{ (руб.)}$$

6.10. Подсчёт статьи «Внепроизводственные расходы»

$$P_{вн} = C_{np} * K_{вн} / 100 , \quad (16)$$

Где $K_{вн}$ – “коэффициент внепроизводственных расходов”.

$$P_{вн} = 46571 * \frac{32}{100} = 14903 \text{ (руб.)}$$

Полная себестоимость включает производственные и внепроизводственные затраты на производство продукции и внепроизводственные расходы.

Таблица 6 - Сравнительная калькуляция базового и проектного объектов»

№	Показатели	Калькуляция базового изделия		Калькуляция нового изделия	
		Руб..	%	Руб..	%
1	2	3	4	5	6
1	Материалы М	-	-	3240,585	5
2	Покупные изделия П _п	-	-	35938,76	59
3	Зарплата основная З _о	-	-	3974	6
4	Зарплата дополнительная З _д	-	-	397,4	1
5	ЕСН	-	-	1311	2
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования Р _{об}	-	-	755	1
7	Общепроизводственные расходы Р _{опр}	-	-	358	1
8	Цеховая себестоимость С _ц	-	-	45974,8	75
9	Общехозяйственные расходы Р _{охр}	-	-	596,2	1
10	Производственная себестоимость С _{пр}	-	-	46571	76
11	Внепроизводственные расходы Р _{вп}	-	-	14903	24
12	Полная себестоимость ТС _т	112500	100	61474	100

Оптовая цена базовых и новых "объектов" рассчитывается по формуле:

$$P_0 = TC * (1 + U_p / 100), \quad (17)$$

$$P_{01} = 112500 * (1 + \frac{15}{100}) = 129375 \text{ (руб.)}$$

$$P_{02} = 61474 * (1 + \frac{15}{100}) = 70695 \text{ (руб.)}$$

Где U_p - уровень рентабельности для расчёта принимается равным 15%

Оптовая цена:

$$P' = P_1 * (1 + НДС / 100), \quad (18)$$

$$P'_1 = 129375 * (1 + \frac{18}{100}) = 152660 \text{ (руб.)}$$

$$P'_2 = 70695 * (1 + \frac{18}{100}) = 83420 \text{ (руб.)}$$

Где НДС – налог на добавленную стоимость;

Налог на добавленную стоимость подсчитывается по формуле:

$$НДС = \frac{P \cdot 18}{118} \quad (19)$$

$$НДС_1 = \frac{40160 \cdot 18}{118} = 6126 \text{ (руб.)}$$

$$НДС_2 = \frac{25460 \cdot 18}{118} = 3884 \text{ (руб.)}$$

Сравнивая полную себестоимость разрабатываемого транспортного средства и электро-картинга, явно видно, что разница фактически составляет 100%. Так по расчетам можно увидеть разницу в цене сборки транспортного средства и покупки электро-карта.

7 Безопасность и экологичность транспортного средства

7.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Транспортное средство задумано как прогулочное, однако его платформа имеет потенциал, и большие возможности в модернизации. Подвеска разрабатываемого транспортного средства является независимой, и обеспечивает водителю более гладкое прохождение неровностей трассы.

Транспортное средство предназначено для перевозки одного человека, путём применения электротяги, в виде двух мотор колёс. Оно может быть использовано как аналог карта.

Таблица 7 - Технологический паспорт агрегатного отделения

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сварочные работы	Сварочные работы по узлам и агрегатам	сварщик	Сварочный автомат, струбцины, распорки, прижимы, зажимы, стяжки.	масло, ветошь
2	Сборочные работы	Сборочные работы по узлам и агрегатам	слесарь	Сверлильный станок, набор специального инструмента, штангенциркуль, микрометр, индикаторная головка	Масло, смазочная жидкость, ветошь

Продолжение таблицы 7

3	Разборочные работы	Разборочные работы по узлам и агрегатам	слесарь	стол для контроля и сортировки деталей, набор специального инструмента	Чистая ветошь
4	Окрасочные работы	Окраска деталей	слесарь	Окрасочный пистолет, окрасочные приспособления	Краска, растворитель
5	Сборочные работы	Сборочные работы по узлам и агрегатам	слесарь	Набор специального инструмента, штангенциркуль, микрометр, индикаторная головка	Масло, ветошь
6	Обкатка узлов и агрегатов после сборки	Приработка рабочих поверхностей	слесарь	набор инструмента	Смазочная жидкость, герметик, ветошь

7.2 Идентификация профессиональных рисков

«Идентификация опасностей в процессе производственной деятельности – это процесс обнаружения, выявления и распознавания опасных и вредных производственных факторов, и установления их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий (предупреждающих и корректирующих действий), обеспечивающих безопасность труда.

В процессе идентификации составляется номенклатура опасности и вредности рабочей среды и трудового процесса, проводится ранжирование негативных факторов, выявляются вероятность, частота и условия их проявления, причины, пространственная локализация, возможный ущерб здоровью людей и окружающей среде и другие параметры, необходимые для выработки защитных мер.» [8]

В данной части выпускной квалификационной работы рассматриваются все производственные операции, проводимые при сборке транспортного средства, множество опасных производственных факторов и их источники. Анализируя данную часть работы, мы заранее стараемся выявить как можно больше таких факторов, для того что бы в дальнейшем не допускать их появления.

Таблица идентификации профессиональных рисков очень важна, как при конвейерном, так и при единичном производстве продукции. Она призвана сократить затраты на производство единичной продукции. А затруднения в производстве одной единицы продукции напрямую влияют на производство большого количества рассматриваемой продукции.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, перенапряжение зрительных анализаторов, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования»	Острые кромки инструмента, самих агрегатов, низкая освещенность оборудования находящегося на отдалении от оконных приемов.
2	Окраска деталей	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности, монотонность труда, едкие и химические вещества»	Острые кромки окрашиваемых деталей, монотонность операций, вещества входящие в состав краски и растворителей
3	Обкатка узлов и агрегатов после сборки	«Движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования, повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности»	Шум и вибрация в процессе обкатки агрегатов, провода и электродвигатели

7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 9 описываются средства и методы по снижению вредного воздействия опасных производственных факторов, уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках выпускной квалификационной работы по разработке прогулочного транспортного средства. Так же имеется список средств индивидуальной защиты работника.

Таблица 9 – Методы, а также средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	инструктаж персонала, использование защитных приспособлений	Спецодежда ² (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
2	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования	«Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, инструктаж, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента»	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
3	Повышенный уровень шума на рабочем месте	«Уменьшение шума (смазывание трущихся деталей), отделение наиболее шумных участков от общей рабочей зоны, покупка оборудования с наименьшим уровнем шума»	СЗ органов слуха (наушники)
4	Перенапряжение зрительных анализаторов	«правильный подбор освещения, перерывы на отдых, производственная гимнастика	защитные очки

Продолжение таблицы 9

6	Недостаточный уровень освещенности на рабочем месте	рациональное расположение оборудования по отношению к оконным проемам, применение искусственного освещения с целью достижения освещенности $E = 300 \text{ лк}$ »	местное освещение, переносные лампы, фонарики
8	Едкие и химические вещества	«Инструктаж по работе с электроустановками, защитное заземление, предохранительные устройства, ограничение по времени работы с едкими веществами»	Спецодежда ² (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)

Таблица 10 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду при сборке проекта.

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды».
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«Отработанные люминесцентные лампы после замены отправляются на утилизацию в специализированные предприятия. Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Лом металлов складывается на площадке и после накопления определенных объемов вывозится подрядной организацией. Персональная ответственность за охрану окружающей среды. Отработанное масло используемое для приработки деталей двигателя отправляется в маслохозяйство на рекуперацию для повторного использования».

В разделе «Безопасность и экологичность транспортного средства» приведена характеристика технологических процессов при производстве

транспортного средства, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; перенапряжение зрительных анализаторов; недостаточный уровень освещенности на рабочем месте; едкие и химические вещества. Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения профессиональных рисков. Подобраны средства индивидуальной и коллективной защиты для работников.

Проведена идентификация экологических факторов и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В расчетно-пояснительной записке представлены расчеты по разработке четырёхколёсного транспортного средства с электроприводом в рамках выпускной квалификационной работы. Так же углубленно рассчитано положение рулевого реечного механизма. При рассмотрении выбран способ исполнения подвески, рассчитана численность задействованного персонала.

Выполнен обзор ближайших аналогов разрабатываемого транспортного средства. Представлен технологический процесс сборки транспортного средства на разработанную платформу.

Предоставлен раздел «безопасность и экологичность транспортного средства».

В заключении сделан экономический расчет себестоимости изготовления четырёхколёсного транспортного средства с электроприводом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Веломобили для детей и взрослых [Электронный ресурс] URL: <https://evaplit2.ru/drugie-materialy/velomobili-for-children-and-adults-as-there-are-how-to-do-the-main-producers-child-and-adult-velomobile-with-their-own-hands.html> (дата обращения 10.04.2019).;
- 2 Веломобиль [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=99497371> (дата обращения 12.04.2019).;
- 3 E-kart. Карт с электроприводом [Электронный ресурс] URL: <https://e-karting.ru/catalog.html> (дата обращения 29.04.2019).;
- 4 Bikelectro. Эксперт по электротранспорту [Электронный ресурс] URL: <http://bikelectro.ru/shop/elektrovel/trike/guzovojj-trekhkolesnyjj-elektrovelosiped-750w/> (дата обращения 12.04.2019).;
- 5 Toyota Prius [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=100075662> (дата обращения 13.04.2019).;
- 6 Развивающая игрушка: Toyota Prius [Электронный ресурс] URL: <https://www.popmech.ru/vehicles> (дата обращения 13.04.2019).;
- 7 Таблицы Брадиса [электронный ресурс] URL: <https://uchim.org/matematika/tablica-bradisa> (дата обращения 15.04.2019).;
- 8 Идентификация опасностей и оценка рисков в процессе производственной деятельности [электронный ресурс] URL: <https://websot.jimdo.com> (дата обращения 17.04.2019).;
- 9 Легковые автомобили [электронный ресурс] URL: <http://www.bibliotekar.ru/auto3/32.htm> (дата обращения 18.04.2019).;
- 10 Radzevich, S.P. Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis / S.P. Radzevich // CRC Press. - 2012. - 743 p.
- 11 Tuma, J. Vehicle Gearbox Noise and Vibration: Measurement, Signal Analysis, Signal Processing and Noise Reduction Measures (Automotive Series) / J. Tuma // Wiley. – 2014. – 260p.

- 12 Manojkumar, S. Design of Gearbox: A Spur Gearbox example / S. Manojkumar // Msquare Projects. – 2018. - 34p.
- 13 Sully, F.K. Motor Vehicle Mechanic's Textbook /F.K. Sully // Butterworth-Heinemann. – 2014. - 320p.
- 14 Rajput, R.K. A Textbook of Automobile Engineering / R.K. Rajput // Laxmi Publications Pvt Ltd. – 2019. – 944p.
- 15 Веломобиль Бульдог [электронный ресурс] URL: <https://www.youtube.com> (дата обращения 19.05.2019).;
- 16 Выбор велосипеда [электронный ресурс] URL: <https://strongpeople.ru/velomobili/> (дата обращения 19.05.2019).;
- 17 Как сделать своими руками велосипед лэм-05 [электронный ресурс] URL: <http://velomobil.masteraero.ru/velo-mob-12.php> (дата обращения 19.05.2019).;
- 18 Изобретаем велосипед, как сделать велосипед своими руками [электронный ресурс] URL: <http://www.freshdesigner.ru/velomobil-032.htm> (дата обращения 19.05.2019).;
- 19 Велосипед BERG Buzzy Yellow [электронный ресурс] URL: <https://strongpeople.ru/> (дата обращения 19.05.2019).;
- 20 Велосипед своими руками [электронный ресурс] URL: <http://samodelka.info> (дата обращения 19.05.2019).;