

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Разработка трехколесного транспортного средства

для парковых зон

Студент

С.А. Кременской

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Усатова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка трехколесного транспортного средства. Бакалаврская работа делится на четыре основные части, каждая из которых исследует конкретный аспект разработки транспортного средства, его конструкции и компоновки. Также приводится экономический расчет производства рамы и описывается безопасность транспортного средства. Все четыре части направлены на разработку собственной конструкции транспортного средства.

Сначала обсуждается, что такое дрейф, какое отношение имеет трайк к дрейфу. Кроме того, проводится анализ аналогичных дрейфт трайков, найденных в интернете по всему миру. Рассматриваются различия между аналогичными трайками, чтобы избежать ошибок при разработке собственной конструкции трайка. В первой части выдается техническое задание, на основе которого разрабатывается техническое предложение. В техническом задании описывается, как должен выглядеть конечный продукт и его характеристики. Во второй проводится прочностной расчет рамы с использованием программ catia и hyper mesh. Особая часть проекта дает подробную информацию об экономической стороне этого проекта, в которой рассчитывается стоимость изготовления рамы. И, наконец, четвертая часть описывает безопасность транспортного средства для опрокидывания.

Тем не менее, требуется больше экспериментальных данных. Работа представляет интерес для широкого круга читателей. Используемая технология соответствует правилам безопасности.

## ABSTRACT

The graduation project consists of an explanatory note on 50 pages, including 17 figures, 6 table, the list of 15 references including 5 foreign sources and 1 appendices, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The goal of this diploma paper is to develop a three-wheeled vehicle. The graduation work is divided into four main parts, each of which investigates a specific aspect of development of the design of the vehicle, its design and layout. The economic calculation of the production of the frame is also given and the safety of the vehicle is described. All four parts are aimed at developing their own vehicle design.

We first discuss what is drift, what relation does the trick have to drifting. Also, we analyze similar designs of the trikes found on the Internet around the world. We look at the differences between similar vehicles to avoid mistakes during the development of our own design of the trike. In the first part of the thesis, a technical task is issued on the basis of which a technical proposal is being developed. In the technical task describes how the final product and its characteristics should look. In the second part, the strength of the frame is calculated using the programs catia and hyper mesh. A special part of the project gives detailed information about the economic side of this project, in which the cost of manufacturing the frame is calculated. And finally the fourth part describes the safety of the vehicle for maintenance.

Nevertheless, more experimental data are required. The work is of interest for wide circle of readers. The technology used corresponds to safety regulations.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 7  |
| 1 Разработка конструкции трехколесного транспортного средства.....   | 8  |
| 1.1 Анализ аналогового оборудования.....   | 8  |
| 1.2 Дрифт трайк KartLine.....  | 8  |
| 1.3 Дрифт трайк Tornado.....   | 10 |
| 1.4 Дрифт трайк DRIFTWERK BLAST.....   | 11 |
| 1.5 Дрифт трайк Drift Trike Gang.....  | 12 |
| 1.6 Циклограмма.....   | 13 |
| 1.7 Техническое задание на разработку конструкции трехколесного транспортного средства типа дрифт трайк..... | 20 |
| 1.8 Техническое предложение.....   | 22 |
| 1.8.1 Разработка конструкции рамы.....   | 22 |
| 1.8.2 Конструкция передней вилки и колеса.....   | 25 |
| 1.8.3 Конструкция рулевой колонки.....   | 26 |
| 1.8.4 Конструкция рулевого механизма.....  | 26 |
| 1.9 Конструкция задней подвески.....   | 31 |
| 1.10 Руководство по эксплуатации.....  | 32 |
| 1.10.1 Общие положения об устройстве дрифт трайка.....   | 32 |
| 1.10.2 Технические характеристики транспортного средства.....  | 33 |

|   |    |
|---|----|
| 1.11 Органы управления.....                               | 35 |
| 1.12 Введение в эксплуатацию.....                         | 35 |
| 1.13 Руководства по эксплуатации.....                     | 35 |
| 1.14 Первый запуск.....                                   | 35 |
| 1.15 Меры безопасности.....                               | 36 |
| 1.16 Меры профилактики.....                               | 36 |
| 1.17 Последовательность рабочих операций (сборка).....    | 37 |
| 2 Прочностной расчет транспортного средства.....          | 43 |
| 2.1 Математический расчет жесткости рамы.....             | 43 |
| 3 Безопасность и экологичность технического объекта.....  | 46 |
| 3.1 Назначение транспортного средства.....                | 46 |
| 3.2 Меры безопасности при использовании дрифт трайка..... | 46 |
| 3.2.1 Подготовка к работе.....                            | 46 |
| 3.2.2 Запуск.....   | 46 |
| 3.2.3 Движение.....                                       | 47 |
| 3.2.4 Обслуживание.....                                   | 47 |
| 4 Экономическая эффективность проекта.....                | 49 |
| 4.1 Затраты на материалы.....                             | 49 |
| 4.2 Затраты на амортизацию оборудования.....              | 50 |
| 4.3 Энергетические затраты.....                           | 52 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4 Трудовые затраты.....                           | 53 |
| 4.5 Затраты технологические.....                    | 54 |
| 4.6 Эффективность. Расчет эффективности услуги..... | 54 |
| 4.6.1 Цена услуги.....                              | 54 |
| 4.6.2 Прибыль от оказания услуги.....               | 55 |
| 4.6.3 Срок окупаемости.....                         | 55 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                     | 56 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ<br>ИСТОЧНИКОВ.....              | 57 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....                                     | 60 |

## ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается разработка трехколесного транспортного средства для парковых зон. В настоящее время, автомобильная индустрия развивается стремительными темпами. Вместе с ней развивается и автоспорт. Десять лет назад, в Россию пришел новый вид автоспорта под названием дрифт. Дрифт - это техника прохождения поворотов и вид автоспорта, характеризующиеся использованием управляемого заноса на максимально возможных для удержания на трассе скорости и угла к траектории. Соревнования проводятся на асфальте, льду, трассах с большим количеством поворотов. Также вид автоспорта основанного на зрелищности прохождения поворотов в заносе. В основном используются автомобили с задним приводом. Развиваясь, дрифт стал набирать популярность, и, в 2017 году международная ассоциация автоспорта (FIA) официально подтверждает дрифт как автоспорт.

Дрифт трайк с бензиновым двигателем — это гибрид картинга и велосипеда. Дрифт трайк это самодостаточный болид для обучения дрифту в рамках трассы. Для катания на моторных дрифт трайках с бензиновым двигателем, подходят как трассы для картинга и треки для автогонок, так и обычные открытые площадки, например, парковки. Нужно понимать, что дрифт трайк с мотором — это спортивный инвентарь и ездить по дорогам общественного пользования на нем не разрешается, так же как и на питбайках.

В данном курсовом проекте был проведен анализ существующих дрифт трайков. Проведя сравнение четырех трайков по общим характеристикам с помощью циклограммы, был выявлен один явный лидер. Взяв его за основу, был проведен ряд конструкторских изменений с целью упрощения, упрочнения конструкции и удешевления производства.

# 1 Разработка конструкции трехколесного транспортного средства

## 1.1 Анализ аналогового оборудования

В рамках проведения данной работы, для создания собственной разработки, необходимо провести анализ аналогичного оборудования. В результате проведенного анализа было выявлено четыре трайка аналогичных по конструкции.

## 1.2 Дрифт трайк KartLine

На рисунке 1, представлен первый аналогичный дрифт трайк KartLine.



Рисунок 1 - Прокатный Дрифт трайк «KartLine»

Модель Дрифт трайка DTM — KartLine, воплотила в себе самые лучшие качества спортивной машины — эмоции, безопасность, внешний вид.

Отличительной чертой данной модели, безусловно, является защитная юбка и усиленная рама.

Рассмотрим поближе данную модель:

- 1) На руле находится система аварийного выключения двигателя.
- 2) Добавлены крепления для ног на подножках, которые не дают им слететь во время езды.
- 3) Установлено картинговое сидение с боковой поддержкой.
- 4) Съёмная защитная юбка, прикрепленная к раме, через качественные ударогасители.
- 5) Защита двигателя обеспечивается выносным элементом рамы.
- 6) За спиной водителя установлена защита головы.
- 7) Гидравлическая тормозная система.
- 8) Защита цепи.
- 9) Интегрированная рулевая колонка.
- 10) Прочная стальная рама.
- 11) Двигатель 6,5 сил с ограничителем скорости.

Дрифт трайк, модели KartLine создан специально для интеграции в картинг центры, дома отдыха, отлично подходит для создания собственного бизнеса. Очень прост и безопасен в эксплуатации. Техническое обслуживание схоже с картингом. [4]

KartLine привлекает внимание своей красотой и широтой возможностей. Создает спрос и увеличивает поток людей. А так же, дает возможность изучать азы дрифта, в условиях, не требующих больших затрат. Цена 120000 руб. [4]

### 1.3 Дрифт трайк Tornado

На рисунке 2 представлен второй аналоговый трайк Tornado. Эта модель была изготовлена с учетом множества мелочей, которые были выявлены в ходе эксплуатации машин разных производителей. Первое что бросается в глаза, это массивное fat колесо, которое обеспечивает отличный контакт с асфальтом, его широкий обод придает значительную прочность, а большая покрышка убережет от дискомфорта при наезде на неровность. Рама теперь совершенно другая. Теперь посадочное место находится дальше от передней части, за счет чего разместиться на дрифт трайке гораздо приятнее. Для рамы новой модели использован другой тип труб, который проявил себя как очень прочный. Мало того, больший диаметр труб придал жесткости всей конструкции и брутальности к внешнему виду. Самая инновационная часть в этой раме, это интегрированная рулевая колонка. Она является более прочной и позволяет устанавливать на нашу новую модель промышленные подшипники. Тут же нельзя не заметить, что вилка тоже абсолютно новая. Гораздо более прочная и выносливая. Многие практики управления дрифт трайком, показали, что для комфортной и безопасной езды ноги нужно расставлять подальше от колеса. [4]

Преимущества дрифт трайка Tornado:

- 1) Интегрированная рулевая колонка
- 2) Широкие подножки

- 3) Переднее Fat Колесо
- 4) Дисковые тормоза
- 5) Фабричное производство.
- 6) Двигатель: Lifan с автоматическим сцеплением мощностью 13 л\сил
- 7) Рама: бесшовная толстостенная стальная труба (холоднокатаная) окрашена порошковой краской.
- 8) Анатомическое кресло из полностью крашенной пластмассы.



Рисунок 2 - Дрифт трайк «Tornado»

#### 1.4 Дрифт трайк DRIFTWERK BLAST

Данная модель, представленная на рисунке 3, производится в Америке. Отличительными чертами являются анатомическое кожаное сидение, акселератор находится под правой ногой, используется задний гидравлический дисковый тормоз. Рама сварена из бесшовных холоднокатаных труб диаметром 35мм. Двигатель мощностью 7 л.с. с понижающим редуктором и автоматическим сцеплением. [5]



Рисунок 3 - Дрифт трайк «DRIFTWERK BLAST»

#### 1.5 Дрифт трайк Drift Trike Gang

На рисунке 4 представлена еще одна модель американского производства и в отличие от предыдущего имеет хромомолибденовую ударопрочную вилку, карбоновое кресло и двигатель мощностью 15 лошадиных сил. Так же в данной конструкции используются картинговые подшипниковые узлы. Широкое переднее колесо обеспечивает хорошее сцепление с дорогой, что положительно сказывается на угле заноса задней оси. Так же, в данной модели используется передний дисковый тормоз от горного велосипеда. [6]



Рисунок 4 - Дрифт трайк «Drift Trike Gang»

### 1.6 Циклограмма

Для проведения достоверной оценки качества технологического оборудования была произведена оценка оборудования с учетом всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества  $P_i$  могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу  $P_{i0}$  (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям). Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением  $Y_i = P_i / P_{i0}$ . В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением  $Y_i = P_{i0} / P_i$ . Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.

После проведения расчетов по всем анализируемым показателям можно составить циклограмму технического уровня оборудования путем откладывания в определенном масштабе значений уровней на линиях, проведен-

ных из общей точки. На (Рис.5) приведена циклограмма определения технического уровня четырех дрифт трайков (KartLine, Tornado, Driftwerk, Gangtrike). На линии 1 отложены уровни показателя мощности двигателя, на линии 2 – максимальная скорость (км/ч), на линии 3 – вес (кг), на линии 4 – безопасность водителя, определяемая по 7 критериям безопасности (наличие подножек, резиновый борт, аварийная остановка двигателя, передний тормоз, подголовник, защита двигателя, задний тормоз), на линии 5 – средняя цена (р).

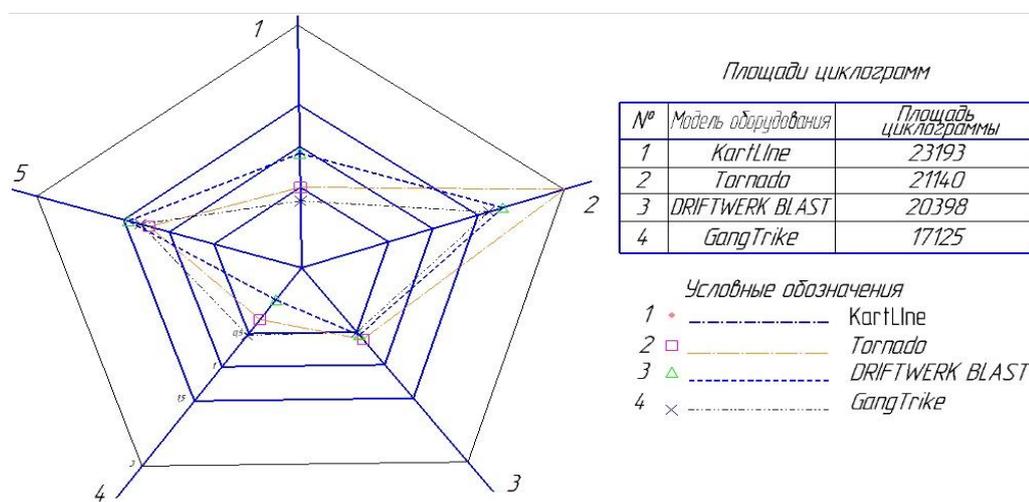


Рисунок 5 - Циклограмма и обозначения

На циклограмме сравнивалось аналогичное оборудование по общим параметрам, указанным в таблице «Технические характеристики» (Таблица.1)

Таблица 1 - Сравнительная таблица технических характеристик

| Параметры                   | «Kartline» |   | «Tornado» |      | «DRIFTWERK<br>BLAST» |      | «GangTrike» |      |
|-----------------------------|------------|---|-----------|------|----------------------|------|-------------|------|
|                             |            |   |           |      |                      |      |             |      |
| Мощность двигателя, л.с.    | 6,5        | 1 | 13        | 0,5  | 7                    | 0,92 | 15          | 0,43 |
| Максимальная скорость, км/ч | 15         | 1 | 45        | 3    | 25                   | 1,66 | 20          | 1,33 |
| Вес, кг                     | 100        | 1 | 150       | 0,66 | 170                  | 0,58 | 200         | 0,5  |
| Безопасность                | 7          | 1 | 3         | 0,42 | 2                    | 0,28 | 4           | 0,57 |
| Средняя цена, р             | 120000     | 1 | 90000     | 1,33 | 148000               | 0,81 | 156000      | 0,76 |

Из построенной циклограммы видно, что дрифт трайк модели KartLine в среднем по всем показателям из пяти превосходит другие модели и имеет существенно большую общую площадь циклограммы. Таким образом, технический уровень дрифт трайка «KartLine» выше технического уровня остальных моделей.

Также, показатели качества, входящие в группу, и тем более в разные группы, могут играть различную роль в общей совокупности свойств, отражающих качество оборудования. Часто показатели назначения важнее показателей надежности, а показатели надежности существенно важнее показате-

лей транспортабельности. В связи с этим при комплексной оценке качества следует вводить параметры весомости показателей качества. Выбор объективных (приемлемых) значений параметров весомости является сложной задачей, при этом делаются попытки формализованного решения этой задачи, но чаще всего используется экспертный метод, заключающийся в присвоении степеней значимости показателям качества для конкретного типа оборудования. Результаты оценки дрейфт трайков вносятся в конъюнктурный лист, представленный в (Таблица 2).

Таблица 2. Конъюнктурный лист анализируемого оборудования

| <p style="text-align: center;"> <b>КОНЬЮНКТУРНЫЙ ЛИСТ</b><br/> <b>ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b> </p> |                                 |                               |                   |       |         |                   |       |         |                   |       |         |                   |       |         |
|---|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------|---------|-------------------|-------|---------|
| Характеристики  | Степень значимости,<br><b>С</b> | Базовое значение,<br>$P_{i0}$ | Kartline          |       |         | Tornado           |       |         | DriftWerkBlast    |       |         | GangTrike         |       |         |
|   |                                 |                               | Факт, знач. $P_i$ | $Y_i$ | $\Pi_i$ |
| Мощность двигателя, л.с.  | 20%                             | 6,5                           | 6,5               | 1     | 20      | 13                | 0,5   | 10      | 7                 | 1,07  | 21,4    | 15                | 0,43  | 8,6     |
| Максимальная скорость, км/ч   | 5%                              | 15                            | 15                | 1     | 5       | 45                | 3     | 15      | 25                | 1,66  | 8,3     | 20                | 1,33  | 6,65    |
| Вес, кг   | 20%                             | 100                           | 100               | 1     | 20      | 150               | 0,66  | 13,     | 170               | 0,58  | 11,6    | 200               | 0,5   | 10      |

|                        |      |        |        |   |    |       |      |       |        |      |       |        |      |       |
|------------------------|------|--------|--------|---|----|-------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|
|                        |      |        |        |   |    |       |      | 2     |        |      |       |        |      |       |
| Безопасность           | 30%  | 7      | 1      | 1 | 30 | 3     | 0,42 | 69    | 2      | 0,28 | 8,4   | 4      | 0,57 | 17,1  |
| Продолжение таблицы 2. |      |        |        |   |    |       |      |       |        |      |       |        |      |       |
| Средняя цена, р        | 25%  | 120000 | 120000 | 1 | 25 | 90000 | 1,33 | 18,75 | 148000 | 0,81 | 20,25 | 156000 | 0,76 | 19    |
| Итого:                 | 100% | -      | -      | - | 1  | -     | -    | 1,259 | -      | -    | 0,699 | -      | -    | 0,613 |

Исходя из полученных данных, представленных в конъюнктурном листе (Таблица 2), можно сделать вывод, что выбранные показатели качества, для дрифт трайков, считаются наиболее значимыми при покупке, производстве и эксплуатации. Исходя из данных об оценке показателей качества представленных транспортных средств, становится ясно что, модели KartLine и Tornado являются наиболее рентабельными, но также они имеют недостаток, такой как цена, а у модели Tornado еще и безопасность. Следовательно, наиболее оптимальным по оценке показателей качества принимается трайк KartLine, который удовлетворяет предъявленным условиям.

## 1.7 Техническое задание на разработку конструкции трехколесного транспортного средства типа дрифт трайк.

Дрифт трайк-трехколесное транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания. Предназначен для участия в соревнованиях и повышения навыков водительского мастерства. Предполагается использование данного транспортного средства на огороженных площадках, с твердым асфальтовым покрытием, при ясной солнечной погоде.

Разработка трехколесного транспортного средства производится по заданию кафедры ПиЭА в рамках выпускной квалификационной работы.

Трайк должен представлять собой заднеприводное транспортное средство на трех колесах (спереди одно колесо, сзади два колеса). Переднее колесо от мото-вело техники с диаметром на усмотрение изготовителя. Задние колеса меньшего диаметра относительно переднего, желательно использовать колеса от картинга. Коэффициент сцепления с дорогой задних колес должен быть как можно меньше для более простого сноса задней оси. А максимальную скорость должен развивать не менее 25км/ч. Рама трайка должна быть прочной, легкой и максимально простой. Обязательно наличие тормозной системы и систем пассивной безопасности водителя. Двигатель трайка должен находиться за спиной водителя. Рама должна быть сделана из стальных труб и должна обеспечивать грузоподъемность одного взрослого человека весом до 100кг.

Стоимость дрифт трайка не должна превышать 50000 рублей. Дрифт трайк должен быть дешевле аналогов при этом быть безопаснее.

Эскизный проект разрабатывается на основе технического предложения, в котором прорабатывается два варианта компоновки транспортного средства, и каждый оригинальный узел должен быть проработан не менее

чем в двух вариантах с письменным обоснованием лучшего варианта, включаемого в эскизный проект.

Предлагаемое транспортное средство представляет собой сваренную стальную раму, с приваренной к ней рулевой колонкой. На раму крепятся все навесные элементы такие как: двигатель, привод, сиденье и пр. Тормозная система может быть как гидравлическая, так и механическая, ручного или ножного типа. Заказчик приложил чертеж приблизительной конструкции транспортного средства приведенную ниже (см. рис. 6). Предполагаемое транспортное средство должно обеспечивать стабильную работу продолжительное время.

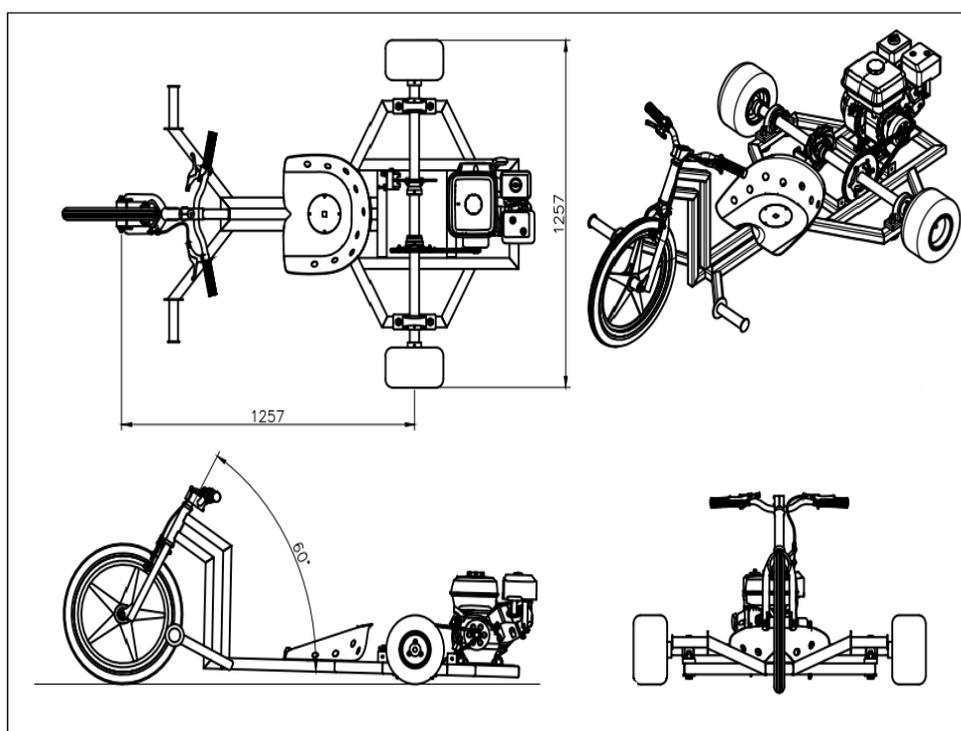


Рисунок 6 - Примерная конструкция и компоновка дрейфт трайка

Посадка должна быть удобной взрослому человеку ростом от 160 до 180см. Руль должен находиться на уровне груди. При повороте руль не должен упираться в грудную клетку. Ноги должны быть широко расставлены и не должны мешать повороту руля.

Исходя из проведенного анализа, было выявлено, что имеется серийно выпускаемый дрифт трайк почти полностью подходящий под техническое задание заказчика, но все равно требует серьезных изменений в конструкцию рамы и систем безопасности водителя.

## 1.8 Техническое предложение

Исходя из технического задания, необходимо разработать конструкцию транспортного средства для повышения водительского мастерства и участия в соревнованиях по дрифту. За исходный вариант конструкции предложено использовать аналогичный дрифт трайк kartline.

Исходя из технического задания, предлагаются следующие варианты исполнения транспортного средства.

### 1.8.1 Разработка конструкции рамы.

Рама это несущая конструкция всего транспортного средства. На ней крепятся все вспомогательные элементы, в том числе массивный двигатель внутреннего сгорания. Исходя из этого, предлагается выполнить элементы рамы из бесшовных труб и профильных труб.

Рассмотрев конструкцию рамы исходного серийно выпускаемого дрифт трайка, был сделан вывод, что данная конструкция рамы не надежна. Рама сварена из множества небольших труб, большая нагрузка приходится именно на сварные швы. Многие трубы приварены консольно. Исходя из этого, была разработана собственная конструкция рамы. За основу были взяты бесшовные холоднокатанные трубы диаметром 25 мм и профильная труба

со сторонами 20\*40 мм. Конфигурацию рамы оставили, как пожелал заказчик, но конструкция претерпела большое количество изменений. Теперь рама состоит из двух частей, прочно сваренных друг с другом. Первая часть это изогнутая труба, к которой спереди крепится рулевая колонка, а сзади, трубы входят в заднюю (вторую) часть рамы. Чтобы максимально усилить данную конструкцию, профильная труба не распиливалась полностью, а лишь проделывались отверстия для круглых труб (см. рис. 7). [1]

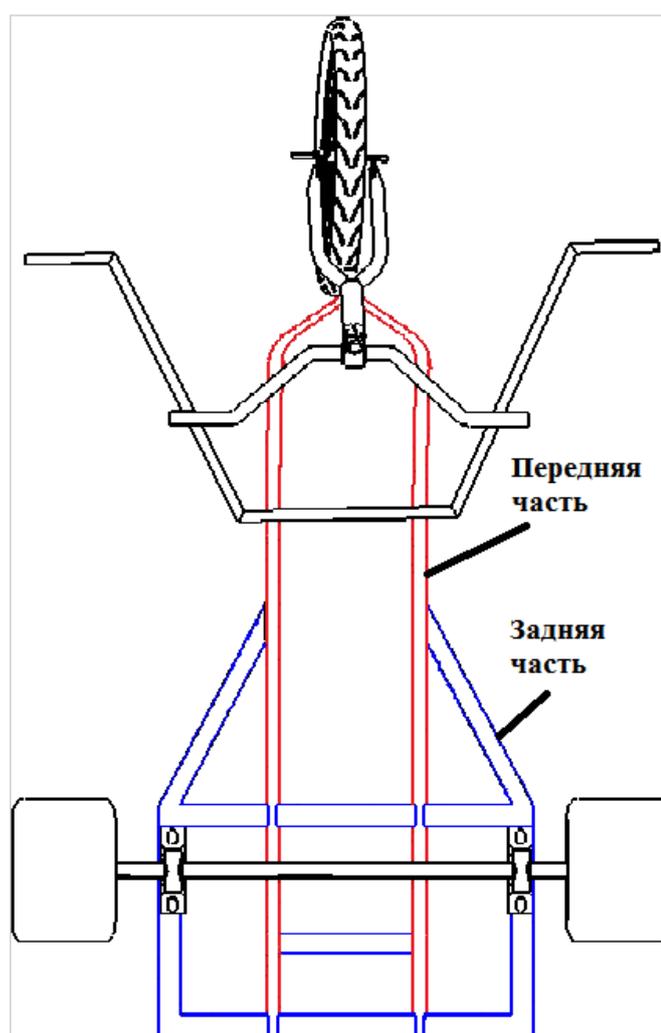


Рисунок 7 - Вариант конструкции рамы

Данная конструкция имеет более высокую прочность относительно варианта из трубчато-консольной конфигурации. Повышает максимальную грузоподъемность и более устойчива к циклическим деформациям. Эти данные были получены с помощью расчета в программе Catia. Так же был проведен виртуальный краш-тест на скорости 25 км/ч, который завершился успешно. Рама не получила серьезных повреждений тем самым доказала свою пригодность. Однако, в ходе тех же испытаний, было выявлено слабое место в варианте рамы предложенной заказчиком. Это изгибы труб под ногами водителя. Данное место было усилено методом вваривания косынок (см.рис.8).

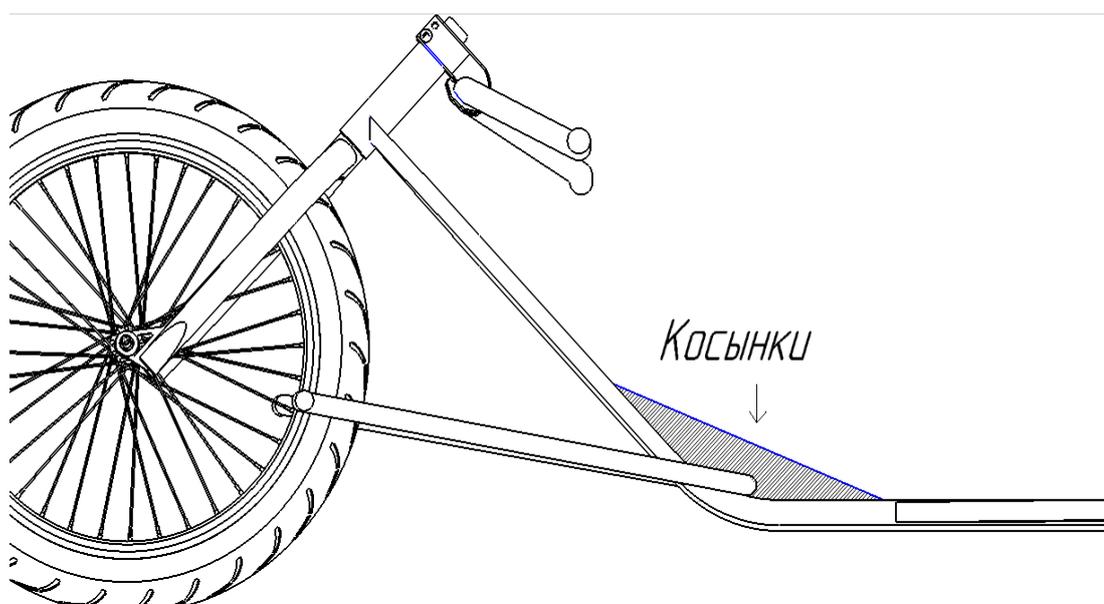


Рисунок 8 - Расположение усиливающих косынок

В качестве прототипа или единичного экземпляра, имеет смысл выбрать данный вариант рамы, но если предполагается серийное производство, рекомендуется использование второго варианта описанного ниже.

Данная конструкция предполагает под собой гнутую цельную круглую трубу. Диаметр трубы составляет 30 мм. В зависимости от имеющегося трубогиба, возможен вариант сваривания рамы из двух частей, но уже состоящих не из передней и задней части, а из правой и левой. Данный вариант конструкции получится максимально простым и максимально прочным. Но для создания такой конструкции, необходимо иметь дорогостоящее оборудование в виде трубогиба с ЧПУ (см. рис. 9). [1]

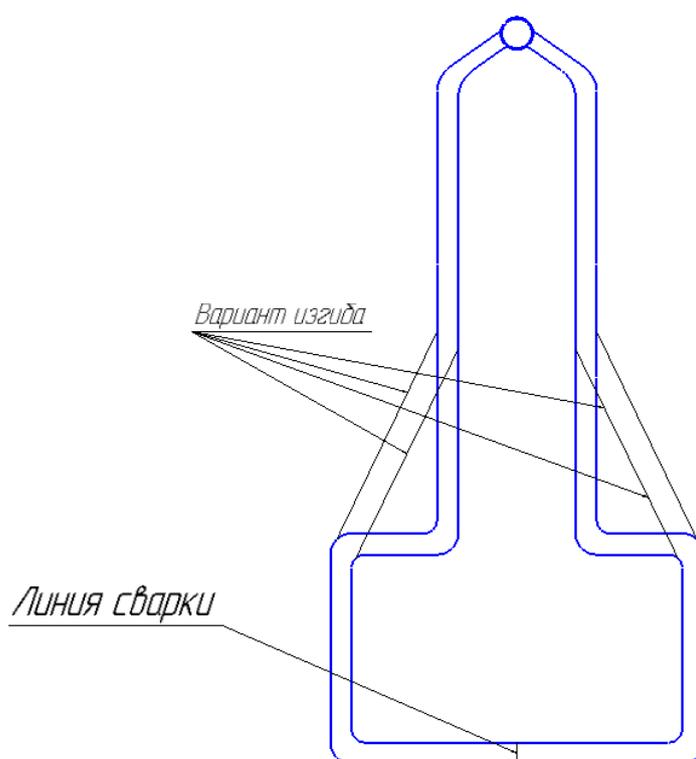


Рисунок 9 - Второй вариант конструкции рамы

### 1.8.2 Конструкция передней вилки и колеса

Поскольку дрифт трайк предполагается использовать для езды в управляемом заносе, требуется хорошее сцепление переднего колеса с поверхно-

стью дороги. Исходя из этого, как вариант, можно использовать переднюю подвеску от мотоцикла. Однако у данного транспортного средства предполагается небольшая максимальная скорость, а сцепление приводных колес с поверхностью дороги намеренно снижено. Так же максимальная масса дрифт трайка вместе с человеком предполагается в районе 150 кг, что в 2 раза меньше снаряженной массы мотоцикла. Из чего можно сделать вывод что ни подвеска, ни колесо не будут правильно работать, и не будут обеспечивать максимальное сцепление с дорогой. К тому же, неподдрессоренная масса мотоциклетного колеса очень велика, что приведет к сильному дисбалансу веса перед/зад. Дрифт трайк будет медленно разгоняться, а во время движения в управляемом заносе, задняя часть трайка будет стремиться обогнать переднее колесо из-за плохого наката у переднего колеса, связанного с большим весом передней части. Поэтому, лучшим выбором будет использование вилки и колеса от спортивного велосипеда типа ВМХ. Благодаря малому весу и небольшому диаметру колеса, обеспечивается хороший накат, а с помощью широкой покрышки типа «слик» можно добиться хорошего сцепления с дорогой.

### 1.8.3 Конструкция рулевой колонки

Существует несколько вариантов велосипедных рулевых колонок и чтобы решить, какую рулевую выбрать, нужно провести анализ существующих и выбрать наиболее прочную и распространенную.

### 1.8.4 Конструкция рулевого механизма

Рулевой механизм - это устройство, содержащее весь комплекс деталей, позволяющих управлять направлением движения велосипеда. В него входят следующие элементы:

1) Руль - перекладина или более сложная конструкция, на которой находятся точки хвата. В примитивном варианте представляет собой прямую трубу, на которую крепятся аксессуары и грипсы.

2) Вынос - короткая труба с двумя болтовыми креплениями для руля и рулевой трубы.

3) Велосипедная рулевая труба - труба, соединяющая вынос (или сам руль) с короной велосипедной вилки. Заходит в рулевую колонку и стакан.

4) Рулевая колонка велосипеда - набор из двух чашек, верхнего и нижнего подшипников, опционально – нескольких колец, позволяющий рулевой трубе свободно поворачиваться в рулевом стакане. В верхней части трубы появляется якорь для распора под креплением выноса.

5) Рулевой стакан - часть рамы, представляющая собой короткую трубу с нарезанными внутри фасками по определённому стандарту, в которые вставляются чашки и подшипники колонки. На рисунке 10 представлены разновидности рулевых колонок.

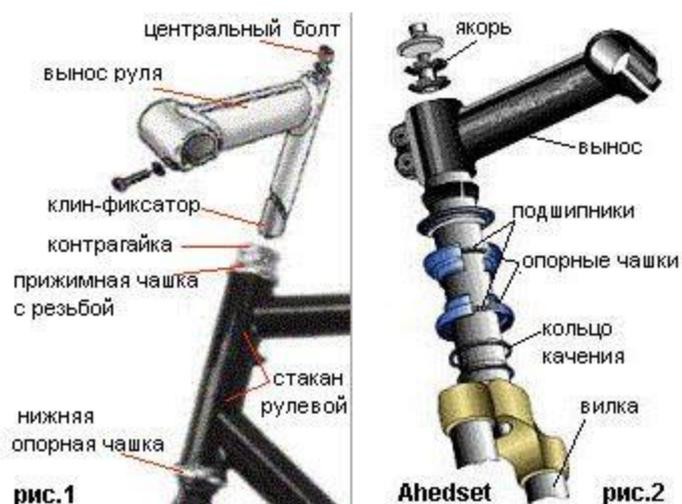


Рисунок 10 - Конструкция рулевой колонки

б) Резьбовая рулевая колонка - в первую очередь, следует рассмотреть классическую резьбовую колонку, встречающуюся сейчас на бюджетных велосипедах. Очень неприхотливая, лёгкая и недорогая, она используется уже несколько десятилетий. К минусам можно отнести меньшую надёжность и сложность настройки. В данной конструкции на верхней чашке колонки нарезана резьба, а рулевая труба закрепляется в ней с помощью контргайки. На рисунке 11 представлены два вида рулевых колонок.



Рисунок 11 - Конструкция резьбовой рулевой колонки

7) Безрезьбовая рулевая колонка - современный стандарт, называемый ещё Aheadset, по бренду компании, впервые его представившей. Данная конструкция не принимает на себя нагрузку фиксации вилки, и в ней отсутствует резьба. Колонка состоит из верхней и нижней чашек, каждая из которых за-

прессовываются в рулевой стакан, а уже в неё устанавливается подшипник, который закрывается кольцом качения. В данной конструкции сначала производится установка проставочных колец и выноса, а затем уже фиксируется рулевая труба. На рисунке 11 представлен вид безрезьбовой рулевой колонки.



Рисунок 12 - Вид безрезьбовой рулевой колонки

8) Полуинтегрированная рулевая колонка - полуинтегрированная колонка содержит подшипники (обычно оба промышленные, в других вариантах бывают комбинации) и чашки, полностью уходящие во внутрь стакана, снаружи можно увидеть только пыльники. Несмотря на чуть большую сложность устройства и стоимость, комбинация считается одной из лучших, так

как не выступает за пределы стакана и позволяет выставить произвольную высоту руля.

9) Интегрированная рулевая колонка - целый ряд стандартов интегрированных безрезбовых колонок отличается от других полным отсутствием чашек. Т.е. подшипники напрямую запрессовываются в раму. Соответственно, нет никаких канавок качения, использовать можно только промышленные подшипники. Наряду с простотой и лёгкостью, модели такого типа отличаются сложностью в ремонте (особенно вне мастерской) и огромным разбросом размеров.

10) Рулевые стаканы - под каждую из перечисленных колонок существует свой рулевой стакан рамы, и ни один из типов не взаимозаменяем. Итак, какие можно встретить виды стаканов:

а) интегрированные – вогнутая внутрь поверхность стакана, усечённые фаски. Встречается четыре размера: 1 дюйм (26.35 мм), 1 и 1/8 дюйма (41.1 мм), 1 и 1/8” Italian (41.95 мм), 1 и 1.8” FSA Standard (41.6 мм);

б) полуинтегрированные – абсолютно прямая труба без выпуклостей и вогнутостей, прямая фаска под 90 градусов с глубиной не менее 15 мм. Разброс размеров чуть меньше, и нет путаницы с производителями по долям дюйма: 1 дюйм (41.35 мм), 1 и 1/8” (43.95 мм), 1.5 дюйма (55.9 мм);

в) стандартная – аналогична полуинтегрированным размерам и форме, но обычно ещё уже и меньше. Стандарты те же, но размеры по ним другие: 1 дюйм (30.05 мм), 1 и 1/8” (33.9 мм), 1.5 дюйма (49.57 мм).

На рисунке 13 показаны конструкционные отличия рулевых стаканов.

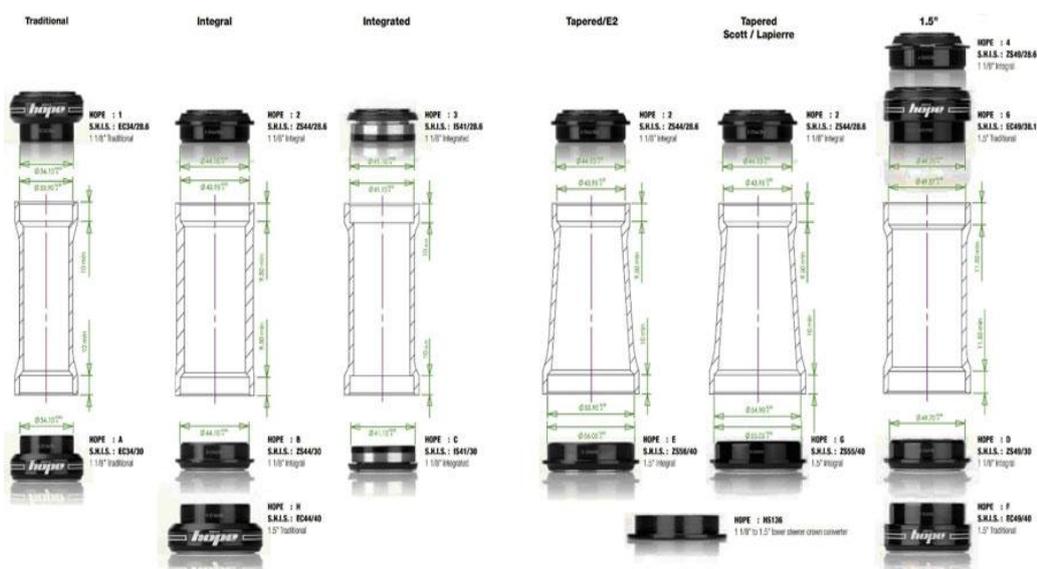


Рисунок 13 - Конструкционные отличия рулевых стаканов

Поскольку было принято решение использовать колесо и вилку от велосипеда типа BMX, выбор рулевой колонки остановился на типе полунтегрированной с внутренним посадочным диаметром вилки 1-1/8 дюйма. Это стандартный диаметр для данного типа вилки, он широко используется и зарекомендовал себя как надежный и неприхотливый.

### 1.9 Конструкция задней подвески

Дрифт трайк подразумевает под собой максимально упрощенную, практичную и ремонтпригодную конструкцию. Это так же относится и к задней подвеске. Практически все элементы были заимствованы у картинга. Единственное что не переключалось с картинга на трайк это подшипники, на которых вращается вал. Имеется два варианта установки вала. Первый вариант на подшипники от картинга и второй-корпусные подшипники.

Поскольку в раме дрифт трайка используются профильные трубы, проще использовать корпусные подшипники. Установить их требуется на специально приваренные площадки на профильных трубах для увеличения

прочности конструкции, поскольку толщины трубы не хватит для обеспечения жесткости данного узла.

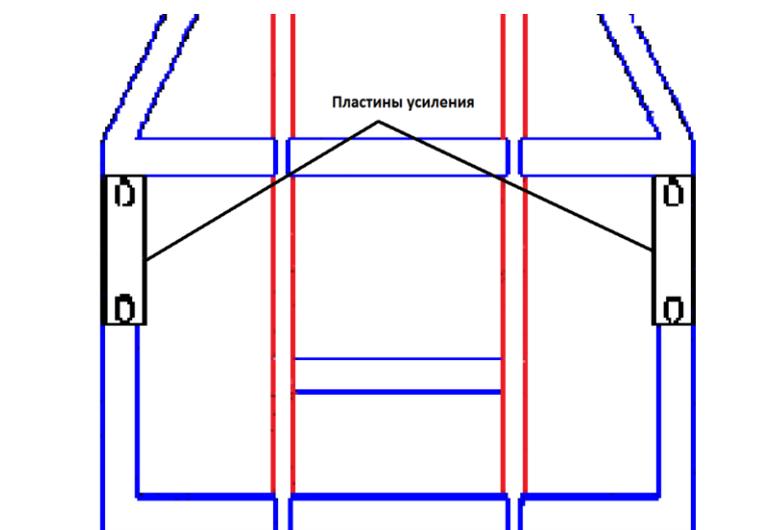


Рисунок 14 - Расположение пластин усиления

## 1.10 Руководство по эксплуатации

### 1.10.1 Общие положения об устройстве дрейфт трайка

Данное транспортное средство, предназначенное для участия в соревнованиях и повышения навыков водительского мастерства. Предполагается использования данного транспортного средства на огороженных площадках, с твердым асфальтовым покрытием, при ясной солнечной погоде. Транспортное средство состоит из рамы, одного переднего велосипедного колеса, установленного на велосипедной вилке, четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, звезд, цепи, защиты цепи, двух корпусных подшипников, сидения, переднего тормоза, задней оси, установленной на нее ступицы и колеса от картинга. Особенностью данного транспортного средства является простота и надежность. В производстве дрейфт трайка используются комплекту-

ющие российских и зарубежных производителей. Рама транспортного средства выполнена из металла, покрытого автомобильной эмалью. [3]

#### 1.10.2 Технические характеристики транспортного средства

Технические характеристики двигателя:

- 1) Мощность – 7 л.с.
- 2) Объем – 196 куб. см
- 3) Диаметр вала – 20 мм
- 4) Расположение коленчатого вала – горизонтальное
- 5) Область применения – мотоблоки, картинги
- 6) Объем топливного бака – 2,5 л.
- 7) Объем картера – 0,6 л.
- 8) Вид топлива – бензин АИ-92
- 9) Вес – 13,8 кг.

Технические и габаритные характеристики транспортного средства:

- 1) Максимальная скорость – 35 км/ч
- 2) Радиус поворота – 1м
- 3) Тормозной путь – 2м
- 4) Привод – задний
- 5) Сцепление – автоматическое с понижающей передачей
- 6) Тормоза – передние клещевого типа
- 7) Габариты (Длина x Ширина x Высота) – 2170x1220x600 мм

- 8) Колея колес сзади – 1040 мм
- 9) Дорожный просвет – 80 мм
- 10) Количество мест – 1
- 11) Снаряженная масса – 50кг

#### 1.11 Органы управления

Ниже приведен перечень основных органов управления:

- 1) Механический стартер
- 2) Тумблер питания
- 3) Дополнительный (аварийный) тумблер питания
- 4) Ручка газа
- 5) Ручка тормоза.

1– Механический стартер предназначен для ручного запуска двигателя.

2 – Тумблер питания позволяет отключить подачу искры, тем самым остановив двигатель.

3 – Дополнительный (аварийный) тумблер питания расположен непосредственно под рулем, для быстрой остановки двигателя в случае аварийной ситуации.

4 – Ручка газа служит для регулировки подачи топливовоздушной смеси в камеру сгорания, для изменения режима работы двигателя.

5 – Ручка тормоза соединена непосредственно с передним тормозным механизмом, служит для регулировки скорости движения транспортного средства и полной его остановки без остановки двигателя. [3]

## 1.12 Введение в эксплуатацию

Проверьте полученный комплект, который должен состоять из:

- 1) Рамы с установленной на нее рулевой колонкой;
- 2) Передней подвески и рулевого механизма (вилка переднего колеса, переднее колесо, подшипники рулевой колонки в сепараторах, вынос, руль);
- 3) Задней подвески и привода (приводной вал, ступицы, звезда ведомая, звезда моторная, опорные корпусные подшипники, картинговые колеса в сборе с установленными на них пластиковыми накладками);
- 4) Двигателя в сборе (без горюче-смазочных материалов);
- 5) Крепежа;
- 6) Дополнительного оборудования (грипсы, ручки газа и тормоза, провода, тросики газа и тормоза);

## 1.13 Руководства по эксплуатации.

Осмотрите трайк на предмет отсутствия повреждений. При обнаружении повреждений, перед использованием транспортного средства, связаться с изготовителем или представителем. [3]

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** При наличии видимых повреждений на оборудовании, эксплуатация запрещена.

## 1.14 Первый запуск

Соберите и вынесите транспортное средство на улицу в ясную солнечную погоду. Установите упор спереди одного из задних колес, для предотвращения внезапного движения трайка во время запуска двигателя. Переведите оба выключателя питания в положение ON. Закройте дроссельную заслонку (Установите рычаг в положение «CLOSE» - «Закрыто»). Установите

топливный кран в положение «ON». Передвиньте ручку газа слегка влево. Слегка потяните рукоятку стартера пока не почувствуете сопротивление, затем резко дерните ее на себя.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Не отпускайте резко рукоятку стартера. Медленно отпустите рукоятку в соответствии с силой раскручивания.

Для получения полной инструкции по использованию двигателя обратитесь непосредственно к руководству по эксплуатации двигателя, приложенной вместе с остальной документацией.

#### 1.15 Меры безопасности

Перед запуском транспортного средства, обязательно изучите настоящее руководство по эксплуатации. Лица не прошедшие инструктаж по технике безопасности для взаимодействия с транспортными средствами, к работе не допускаются. Запрещается запускать двигатель в закрытом, непроветриваемом помещении, использовать транспортное средство не по назначению.

#### 1.16 Меры профилактики

Не допускается, люфт в крепежах транспортного средства. Своевременно производить протяжку болтов и цепи (1 раз в месяц). Следить за целостностью изоляции токопроводящих частей. Поддерживать дрейф трайк в чистоте.

## 1.17 Последовательность рабочих операций (сборка)

Таблица 1.1 - Технологическая карта сборочной операции

| №                              | «Наименование и содержание работы»        | «Используемый инструмент» | «Трудоёмкость, чел*час» | «Кол-во точек воздействия» | «Технические требования»                                      |
|--------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---|
| 1 Установка задней оси на раму |   |                           |                         |                            |   |
| 1.1                            | Болтами прикрутить подшипники на площадки | Рожковый ключ на 19, 2шт  | 0,1                     | 4                          | Момент затяжки 100 Н*м  |
| 1.2                            | Продеть вал через подшипники              | Руки                      | 0,01                    | 1                          | Расстояние от конца вала до подшипника должно составлять 15см |
| 1.3                            | Закрутить болты-фиксаторы                 | Шестигранный ключ 4мм     | 0,01                    | 4                          | Момент затяжки 5 Н*м  |
| 1.4                            | Установить шпонки в пазы на концах оси    | Руки                      | 0,01                    | 2                          | Шпонка должна углубиться на половину своей толщины            |

Продолжение таблицы 1.1

|                             |   |                       |      |   |  |
|-----------------------------|---|-----------------------|------|---|--|
| 1.5                         | Установить ступицы на концах оси              | Шестигранный ключ 6мм | 0,1  | 2 | Момент затяжки 40Н*м   |
| 2 Сборка рулевого механизма |   |                       |      |   |  |
| 2.1                         | Надеть сепаратор с подшипниками на шток вилки | Руки                  | 0,01 | 1 | Сепаратор с подшипниками необходимо надеть сепаратором вниз  |
| 2.2                         | Вставить колесную вилку в рулевую колонку     | Руки                  | 0,01 | 1 | Убедиться что сепаратор встал на свое место                  |
| 2.3                         | Надеть сепаратор с подшипниками на шток вилки | Руки                  | 0,01 | 1 | Сепаратор с подшипниками необходимо надеть сепаратором вверх |

Продолжение таблицы 1.1

|                              |   |   |      |   |  |
|------------------------------|---|---|------|---|--|
| 2.4                          | Установить на шток вилки вынос руля и затянуть болтами          | Ключ на 13;<br>Шестигранный<br>ключ 5мм | 0,1  | 3 | Центральный болт необходимо затянуть до момента исчезновения люфта в рулевом механизме                 |
| 3 Установка двигателя        |   |   |      |   |  |
| 3.1                          | Установить двигатель на пластину двигателя и прикрутить болтами | Ключ на 22, 2<br>шт                     | 0,1  | 4 | Двигатель необходимо установить максимально близко к кронштейну натяжителя цепи. Момент затяжки 80 Н*м |
| 4 Установка переднего колеса |   |   |      |   |  |
| 4.1                          | Взять колесо и вставить в прорезы на вилке                      | Ключ на 15,<br>2шт                      | 0,05 | 2 | Отрегулировать положение так, чтобы колесо стояло ровно по центру вилки                                |

Продолжение таблицы 1.1

|   |  |  |      |    |  |
|---|--|--|------|----|--|
| Примечание: В случае если колесо выставилось неровно, повторить пункт 4.1 |  |  |      |    |  |
| 5 Установка руля, ручки газа, тормоза и троса газа                        |  |  |      |    |  |
| 5.1   | Взять руль и надеть на руль ручки газа и тормоза | Крестовая отвертка;<br>Шестигранный ключ 3мм | 0,1  | 3  | Ручка газа должна находиться под правой рукой, а ручка тормоза под левую                           |
| 5.2   | Протянуть трос газа до двигателя                 | Пластиковый хомут 2,5x200мм, 10шт            | 0,05 | 10 | Необходимо зафиксировать трос в оплетке к раме   |
| 5.3   | Зажать конец троса на ручке дросселя             | Крестовая отвертка                           | 0,01 | 1  | Трос необходимо натянуть до момента исчезновения мертвого хода между ручкой дросселя и ручкой газа |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |                                |      |   |  |
|--|--|--------------------------------|------|---|--|
| 5.4  | Установить грипсы на концы руля                | Руки                           | 0,05 | 2 | Натянуть до упора грипсы в руль                                  |
| 5.5  | Зажать трос болтом-фиксатором на двигателе     | Крестовая отвертка             | 0,01 | 1 | Момент затяжки 10 Н*м  |
| 6 Установка тормоза                                    |  |                                |      |   |  |
| 6.1  | Установить тормозной механизм на рулевую вилку | Ключ на 8;<br>Плоская отвертка | 0,1  | 2 | Необходимо выставить зазор между колодкой и ободом не более 3 мм |
| 7 Установка задних колес                               |  |                                |      |   |  |
| 7.1  | Вкрутить шпильки в ступицу                     | Руки                           | 0,02 | 6 | Момент затяжки 1 Н*м   |
| 7.2  | Надеть колесо на шпильки                       | Руки                           | 0,01 | 2 | Необходимо отцентровать колесо                                   |
| 7.3  | Прикрутить колесо к ступице гайками            | Головка на 13;<br>Удлинитель   | 0,03 | 6 | Момент затяжки 50 Н*м  |
| Примечание: пункты 7.1-7.3 проделать с обоими колесами |  |                                |      |   |  |

Продолжение таблицы 1.1

| 8 Установка сидения |  |                       |      |   |                       |
|---------------------|--|-----------------------|------|---|-----------------------|
| 8.1                 | Поставить сидение и прикрутить болтами | Шестигранный ключ 5мм | 0,03 | 4 | Момент затяжки 10 Н*м |

## 2 Прочностной расчет транспортного средства

### 2.1 Математический расчет жесткости рамы

Поскольку основной целью выпускной квалификационной работы является разработка конструкции рамы транспортного средства, необходимо проверить конструкцию на прочность. Самый простой способ это сделать, использовать систему трехмерного проектирования, например КОМПАС-3D. С помощью данной программы можно проверить спроектированную модель на прочность.

Первым делом, подгружаем 3D модель рамы в программе и включаем библиотеку прочностного анализа. Далее, проводим фиксацию модели в местах крепления задних колес и рулевой колонки (см. рис.15).

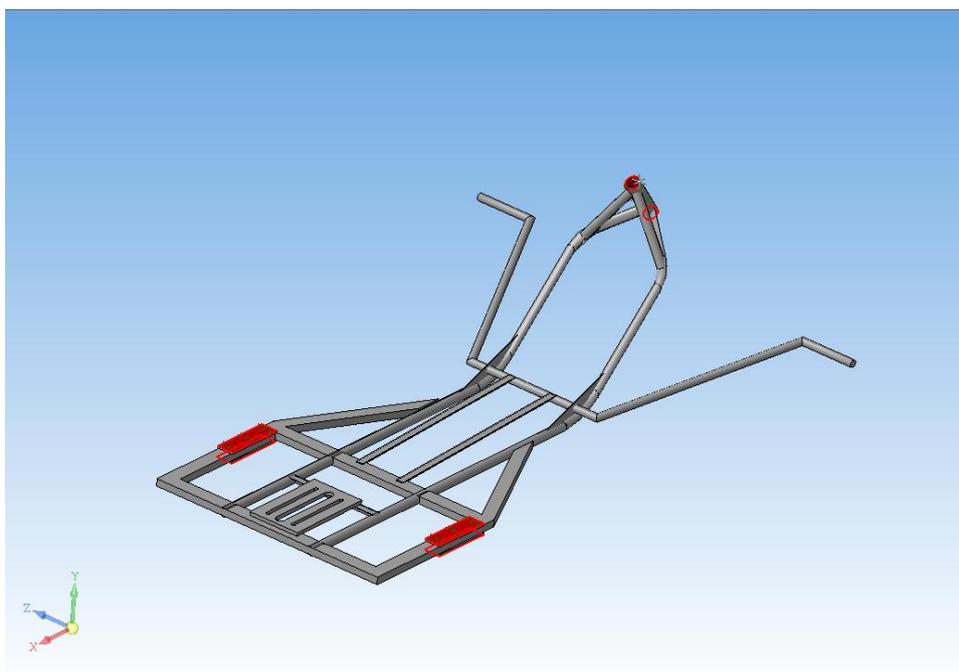


Рисунок 15 - Места фиксации рамы

Следующим шагом необходимо показать на модели места, на которые будет оказано давление (см.рис.16).

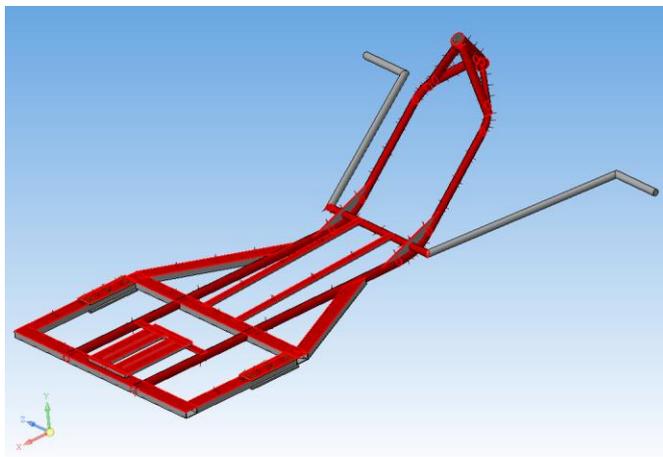


Рисунок 16 - Распределение давления на поверхности

В случае рамы, давление будет оказываться по всей поверхности вертикально вниз. Далее создаем конечно-элементную сетку на поверхности рамы (см.рис.17). [9]

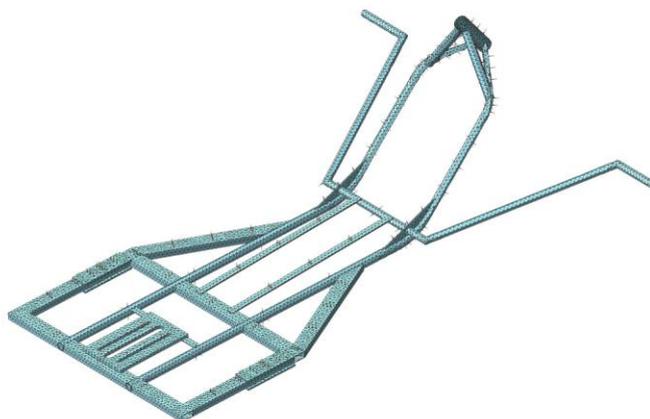


Рисунок 17 - Вид конечно-элементной сетки

Данная сетка покажет нам, какие деформации испытывает рама при давлении сверху вниз. После проведения расчета, программа покажет изменения положения рамы в пространстве и нагрузку, при которой это изменение произошло. [10]

В итоге, получаем карту статичных нагрузок на раме, с помощью которой можно понять, где находятся слабые места рамы, определить подходит ли данная конструкция под наши нужды и исправить недостатки еще на стадии разработки транспортного средства. [12] [10]

Проведя данный расчет, можно сделать вывод, что данная конструкция полностью устраивает пожелания заказчика. Конструкция способна выдерживать вес взрослого человека, весом до 100 кг.

## 3 Безопасность и экологичность технического объекта

### 3.1 Назначение транспортного средства

Дрифт трайк-трехколесное транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания. Предназначен для участия в соревнованиях и повышения навыков водительского мастерства. Предполагается использование данного транспортного средства на огороженных площадках, с твердым асфальтовым покрытием, при ясной солнечной погоде. [17]

### 3.2 Меры безопасности при использовании дрифт трайка

#### 3.2.1 Подготовка к работе

Осмотрите трайк на предмет отсутствия повреждений. При наличии видимых повреждений эксплуатация запрещена. Проверь давление в шинах. Давление в переднем колесе должно быть 2 атм., в задних 4 атм.

Перед запуском транспортного средства, обязательно изучите настоящее руководство по эксплуатации. Лица не прошедшие инструктаж по технике безопасности для взаимодействия с транспортным средством, к работе не допускаются. Запрещается запускать двигатель в закрытом, непроветриваемом помещении, использовать транспортное средство не по назначению. [20]

#### 3.2.2 Запуск

Убедись, что крышка бензобака плотно закрыта. Проверь уровень масла в двигателе и понижающем редукторе и при необходимости долить масло. Убедись, что двигатель герметичен и ни откуда не вытекают никакие жидкости. Пуск двигателя с течью категорически запрещен.

Соберите и вынесите транспортное средство на улицу в сухую погоду. Установите упор спереди одного из задних колес, для предотвращения вне-

запного движения трайка во время запуска двигателя. Переведите оба выключателя питания в положение ON. Закройте дроссельную заслонку (Установите рычаг в положение «CLOSE» - «Закрывается»). Установите топливный кран в положение «ON». Передвиньте ручку газа слегка влево. Слегка потяните рукоятку стартера пока не почувствуете сопротивление, затем резко дерните ее на себя.

Не отпускайте резко рукоятку стартера. Медленно отпустите рукоятку в соответствии с силой раскручивания.

Во время работы двигателя запрещено совать руки в движущиеся механизмы, такие как цепь, редуктор, переднее колесо.

### 3.2.3 Движение

В случае любого, даже незначительного сбоя в работе двигателя или ходовой во время движения незамедлительно заглушить двигатель и остановиться. Повторный запуск допускается только при устраненных неисправностях. Остерегайтесь касания двигателя, понижающего редуктора и выхлопной трубы во время работы и 20 минут после остановки двигателя во избежание ожогов.

Движение осуществляется вращением ручки газа на руле под правой рукой. Чем сильнее выкручена ручка газа – тем выше скорость движения.

Торможение осуществляется нажатием ручки тормоза, находящейся на руле под левой рукой.

### 3.2.4 Обслуживание

Любая операция технического обслуживания должна выполняться на остановленной технике. Всегда перед выполнением обслуживания убедись, что все подвижные элементы остановлены, а все, подверженные нагреву,

остыли. Для предотвращения случайного пуска двигателя, убедись что выключатель зажигания находится в положении «OFF».

Замену масла проводить первый раз через 20 часов работы или первый месяц использования. Дальше проводить замену через каждые 100 часов или 6 месяцев. [1][19][18]

## 4 Экономическая эффективность проекта

Поскольку целью выпускной квалификационной работы является разработка трехколесного транспортного средства, то в экономическом разделе будет рассчитываться рама данного средства передвижения, поскольку данный технологический процесс является наиболее материалоемким, трудо- и энергоемким.

### 4.1 Затраты на материалы

$$M_3 = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot C_T \cdot n_i) \cdot K_{ТД} \quad (1.1)$$

где  $M_3$  – материальные затраты по позиции;

$M_i$  – материальные затраты по позиции;

$n_i$  – потребное число единиц материальных ресурсов;

$K_{ТД}$  – коэффициент учета логистической издержки;  $K_{ТД} = 1,05$ .

В таблице 4.1 наглядно представлена структура материальных затрат.

Таблица 4.1 – Структура материальных затрат

| Материальные ресурсы                      | Число единиц | Стоимость, руб | Сумма |
|---|--------------|----------------|-------|
| Профильная труба 20x40x2,0,<br>(хлыст 6м) | 1            | 483            | 483   |
| Труба 25x2,0, (хлыст 6м)                  | 1            | 84             | 84    |

Продолжение таблицы 4.1

|                                       |       |      |         |
|---------------------------------------|-------|------|---------|
| Пластина двигателя, шт                | 1     | 500  | 500     |
| Уголок 20х20х1,5, (хлыст 6м)          | 0,16  | 52   | 8,32    |
| Алюминий лист 2мм, 3,6 м <sup>2</sup> | 0,015 | 7606 | 114     |
| Труба 20х2,0 (хлыст 6м)               | 0,41  | 414  | 169,74  |
| Труба 40х3,0 (хлыст 6м)               | 0,022 | 1518 | 34,15   |
| Итого                                 |       |      | 1393,21 |

4.2 Затраты на амортизацию оборудования

$$AO = \frac{\sum(C_{т.об} \cdot t_{раб} \cdot K_A)}{2040} \quad (1.2)$$

где  $C_t$  – стоимость оборудования;

$t_{раб}$  – время работы оборудования при операциях, час;

$K_A$  – коэффициент амортизационных отчислений.

$$K_A^{ст.об} = 14,3\%$$

$$K_A^{пер.об} = 16\%$$

$$K_A^{инстр} = 20\%$$

В таблице 4.2 наглядно представлен годовой фонд оборудования.

Таблица 4.2 - Годовой фонд оборудования

| Оборудование, инструменты            | Стоимость | $t_{\text{раб}}$ | $K_A$ | АО    |
|--------------------------------------|-----------|------------------|-------|-------|
| Болгарка                             | 3500      | 5                | 0,16  | 1,37  |
| Полуавтоматический сварочный аппарат | 45000     | 5                | 0,16  | 17,64 |
| Дрель                                | 2000      | 1                | 0,16  | 0,31  |
| Пинцы                                | 1000      | 1                | 0,2   | 0,09  |
| Тиски                                | 5000      | 2                | 0,2   | 0,98  |
| Струбцина                            | 1000      | 6                | 0,2   | 0,58  |
| Набор рожковых ключей                | 1000      | 3                | 0,2   | 0,29  |
| Набор трещоток и головок             | 4000      | 4                | 0,2   | 1,56  |
| Штангенциркуль                       | 600       | 2                | 0,2   | 0,11  |
| Рулетка                              | 200       | 2                | 0,2   | 0,03  |
| Итого                                |           |                  |       | 22,96 |

### 4.3 Энергетические затраты

$$\text{ЭЗ} = \sum(M_{\text{об}} \cdot t_p \cdot K_{\text{ЗМ}}) \cdot C_{\text{Э}} \quad (1.3)$$

где  $M_{\text{об}}$  – паспортная мощность оборудования, кВт;

$t_p$  – время работы оборудования;

$K_{\text{ЗМ}}$  – коэффициент учитывающий загрузку по мощности,  $K_{\text{ЗМ}}=0,65-0,8$ ;

$C_{\text{Э}}$  – стоимость электроэнергии,  $C_{\text{Э}}=5,27$  р/кВт·ч.

В таблице 4.3 наглядно представлены энергетические затраты.

Таблица 4.3 - Энергетические затраты

| Оборудование, инструменты            | Мощность | $t_p$ | $K_{\text{ЗМ}}$ | ЭЗ    |
|--------------------------------------|----------|-------|-----------------|-------|
| Болгарка                             | 1        | 5     | 0,65            | 17,12 |
| Полуавтоматический сварочный аппарат | 4        | 5     | 0,7             | 73,78 |
| Дрель                                | 0,5      | 1     | 0,65            | 1,71  |
| Итого                                |          |       |                 | 92,61 |

#### 4.4 Трудовые затраты

$$ТЗ = \sum(t_p \cdot Ст \cdot K_{пв} \cdot K_{со} \cdot K_{пд}) \quad (1.4)$$

где  $t_p$  – время выполнения операции, час;

Ст – часовая ставка, руб;

$Ст^{3p}$  – 80 руб;

$Ст^{4p}$  – 100 руб;

$Ст^{5p}$  – 125 руб;

$Ст^{6p}$  – 140 руб;

$K_{пв}$  – коэффициент потери времени;  $K_{пв}=0,95$ ;

$K_{со}$  – коэффициент социальных отчислений;  $K_{со}=1,3$ ;

$K_{пд}$  – коэффициент подоходного налога;  $K_{пд}=1,13$ .

В таблице 4.4 наглядно представлены трудовые затраты.

Таблица 4.4 - Трудовые затраты

| Выполняемая операция | $t_p$ | Ст  | Затраты на труд |
|----------------------|-------|-----|-----------------|
| Нарезка труб         | 1     | 80  | 111,2           |
| Сварка рамы          | 3     | 125 | 521,25          |
| Зачистка металла     | 4     | 80  | 444,8           |
| Разметка заготовки   | 0,5   | 80  | 40              |
| Итого                |       |     | 1117,25         |

#### 4.5 Затраты технологические

$$З_{\text{ТЕХ}} = М_3 + АО + ЭЗ + ТЗ$$

$$З_{\text{ТЕХ}} = 1393,21 + 22,96 + 92,61 + 1117,25 = 2626,03$$

Затраты на содержание производственных помещений

$$З_{\text{СП}} = З_{\text{ТЕХ}} \cdot 1,35$$

$$З_{\text{СП}} = 2626,03 \cdot 1,35 = 3545,14$$

Производственные затраты

$$З_{\text{пр}} = З_{\text{ТЕХ}} \cdot 1,6$$

$$З_{\text{пр}} = 2626,03 \cdot 1,6 = 4201,64$$

Общие затраты (себестоимость)

$$\text{Себ} = (З_{\text{ТЕХ}} + З_{\text{СП}} + З_{\text{пр}}) \cdot 1,18$$

$$\text{Себ} = (2626,03 + 3545,14 + 4201,64) \cdot 1,18 = 12239,91$$

4.6 Эффективность. Расчет эффективности услуги

4.6.1 Цена услуги

$$\text{ЦУ} = \text{Себ} \cdot \text{УР}$$

УР=1,15-1,50 - рентабельность услуги

УР'=1,15-1,20 – сложный технологический процесс

УР=1,20-1,50 – простые технологические процессы

$$\text{ЦУ} = 12239,91 \cdot 1,2 = 14687,89$$

4.6.2 Прибыль от оказания услуги

$$ПР = (ЦУ - Себ) \cdot ГП$$

ГП – годовая программа по услуге

$$ПР = (14687,89 - 12239,91) \cdot 200 = 489600$$

#### 4.6.3 Срок окупаемости

$$T_{ок} = \frac{Себ}{ПР} - \text{срок окупаемости}$$

$$T_{ок} = \frac{12239,91}{489600} = 0,024$$

#### Выводы

Нормативный срок окупаемости должен быть меньше срока эксплуатации оборудования. Для рамы трехколесного транспортного средства средний срок эксплуатации составляет 7 лет. Рассчитанный срок окупаемости составил 9 дней, что означает, что с данного момента вложения будут компенсированы и услуга начнет приносить прибыль.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы, был проведен анализ аналогов на основе которого, основываясь на техническое задание, было предложено техническое предложение. В конструкторском разделе работы был произведен технический расчет проектируемого транспортного средства – дрифт трайка. Результатом явилось проектирование транспортного средства, выполнение необходимых конструкторских расчетов. Разработана технология сборки дрифт трайка. Произведен анализ факторов, влияющих на безопасность транспортного средства, сделаны общие выводы по проделанной работе. Произведены экономические расчеты, результатом которых явилось определение эффективности производства разработанной конструкции. На основании проделанной работы, можно сделать заключение о выполнении выпускной квалификационной работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скутнев, В. М. Основы конструирования и расчета автомобиля : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" / В. М. Скутнев; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 294 с. : ил. - Библиогр. : с. 291. - 71-15.

2. Петин, Ю. П. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию / Ю. П. Петин, Е. Е. Андреева ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2013. - 116 с. : ил. - Библиогр.: с. 78-79. - Прил.: с. 80-116. - 65-50.

3. Петин, Ю. П. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию / Ю. П. Петин, Е. Е. Андреева ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 116 с. : ил. - Библиогр.: с. 78-79. - Прил.: с. 80-116. - 65-50.

4. Информация по трайкам KartLine и Tornado URL:  
<http://tornadotrikes.ru> (дата обращения: 25.05.18).

5. Информация по трайку DriftWerk URL: <https://www.driftwerk.com>  
(дата обращения: 15.04.18).

6. Информация по трайку DriftTrikeGang URL:  
<http://www.driftrikegang.com> (дата обращения 20.05.18).

7. Руководство по эксплуатации двигателя URL:  
[http://www.gardenstock.ru/instructions/Lifan\(2\).pdf](http://www.gardenstock.ru/instructions/Lifan(2).pdf) (дата обращения 21.05.18).

8. Ссылка на научную статью URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317309394> (дата обращения 27.03.18).

9. Ссылка на научную статью URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317305803> (дата обращения 27.03.18).

10. Ссылка на научную статью URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016384774> (дата обращения 27.03.18).

11. Cutler, M.J. Reinforcement learning for robots through efficient simulator sampling. Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology / Cutler, M.J.-2015. –pp. 56.

12. Gonzales, J., Zhang, F., Li, K., and Borrelli, F. Autonomous drifting using onboard sensors. In 13th International Symposium on Advanced Vehicle Control. AVEC / Gonzales, J., Zhang, F., Li, K., and Borrelli, F. 2016. - pp100.

13. Hindiyeh, R.Y. and Gerdes, J.C. A controller framework for autonomous drifting: Design, stability, and experimental validation. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control / Hindiyeh, R.Y. and Gerdes, J.C. pp. 136(5).

14. Kolter, J.Z., Plagemann, C., Jackson, D.T., Ng, A.Y., and Thrun, S. A probabilistic approach to mixed open-loop and closed-loop control, with application to extreme autonomous driving. In Robotics and Automation (ICRA) / Kolter, J.Z., Plagemann, C., Jackson, D.T., Ng, A.Y., and Thrun, S. 2010 IEEE International Conference on, 839–845. IEEE.

15. Tavernini, D., Velenis, E., Lot, R., and Massaro, M. The optimality of the handbrake cornering technique. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control/ Tavernini, D., Velenis, E., Lot, R., and Massaro, M; 2014. - pp.10.

16. Ивлиев, В. А. Основы работоспособности технических систем [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / В. А. Ивлиев; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2016. - 112 с.

17. Скутнев, В. М. Основы конструирования и расчета автомобиля : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" / В. М. Скутнев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - 71-15.

18. Скутнев, В. М. Основы конструирования и расчета автомобиля : учеб. пособие для студентов, обуч. по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. М. Скутнев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - 71-15.

19. Мураткин, Г. В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Технологические методы восстановления деталей и ремонта автомобилей / Г. В. Мураткин, В. С. Малкин, В. Г. Доронкин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Нанотехнологии, материаловедение и механика". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 246 с. : ил. - Библиогр.: с. 242-244. - ISBN 978-5-8259-0682-9 : 42-29.

20. Мураткин, Г. В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Технологические процессы восстановления деталей и ремонта автомобилей / Г. В. Мураткин, В. С. Малкин, В. Г. Доронкин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Нанотехнологии, материаловедение и механика". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 262 с. : ил. - Библиогр.: с. 258-260. - ISBN 978-5-8259-0683-6 : 45-31.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

| Перв. примен. |  | Формат   | Зона       | Поз.     | Обозначение                      | Наименование                         | Кол.          | Приме-<br>чание |        |
|---------------|--|----------|------------|----------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|--------|
| Справ. №      |  |          |            |          |                                  | <i>Документация</i>                  |               |                 |        |
|               |  | A1       |            |          | 18.БР.ПиЭА.216.62.00.000.СБ      | Сборочный чертеж                     | 2             |                 |        |
| Подп. и дата  |  |          |            |          |                                  | <i>Сборочные единицы</i>             |               |                 |        |
|               |  | A1       | 1          |          | 18.БР.ПиЭА.216.62.01.            | Рама несущая                         | 1             |                 |        |
| Взам. инв. №  |  |          |            |          |                                  | <i>Детали</i>                        |               |                 |        |
|               |  | A1       | 2          |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.002            | Сидение                              | 1             |                 |        |
| Инв. № подл.  |  |          |            |          |                                  |                                      |               |                 |        |
|               |  | A1       | 4          |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.004            | Пластиковая накладка                 | 2             |                 |        |
| Подп. и дата  |  |          |            |          |                                  |                                      |               |                 |        |
|               |  | A1       | 6          |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.006            | Рама несущая                         | 1             |                 |        |
| Инв. № инв.   |  |          |            |          |                                  |                                      |               |                 |        |
|               |  | A1       | 8          |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.008            | Подножки                             | 2             |                 |        |
| Подп. и дата  |  |          |            |          |                                  |                                      |               |                 |        |
|               |  | A1       | 12         |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.012            | Руль                                 | 1             |                 |        |
| Взам. инв. №  |  |          |            |          |                                  |                                      |               |                 |        |
|               |  | A1       | 15         |          | 18.БР.ПиЭА.216.00.015            | Звезда моторная                      | 1             |                 |        |
| Подп. и дата  |  |          |            |          |                                  | <i>Стандартные изделия</i>           |               |                 |        |
|               |  |          | 18         |          |                                  | Шпилька М8 х 1,5-6д х 120.109.40Х.26 | 6             |                 |        |
| Инв. № подл.  |  |          |            |          |                                  | ГОСТ 22034-76                        |               |                 |        |
|               |  |          | 19         |          |                                  | Гайка М8 ГОСТ 5915-70                | 6             |                 |        |
|               |  |          |            |          | <b>18.БР.ПиЭА.216.61.00.000.</b> |                                      |               |                 |        |
| Инв. № подл.  |  | Изм.     | Лист       | № докум. | Подп.                            | Дата                                 |               |                 |        |
| Инв. № подл.  |  | Разраб.  | Кременской |          |                                  |                                      | Лит.          | Лист            | Листов |
| Инв. № подл.  |  | Проб.    | Ивлиев     |          |                                  |                                      |               | 1               | 2      |
| Инв. № подл.  |  | Н.контр. | Егоров     |          |                                  |                                      | ТГУ, ИМ,      |                 |        |
| Инв. № подл.  |  | Утв.     | Бодровский |          |                                  |                                      | гр. ЭТКД-1401 |                 |        |

Копировал

Формат А4

