

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 конструкции опрокидывателя спортивного болида

класса «Формула Студент»

Студент

А.А. Ахметов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

О.И. Драчев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. 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

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавра предложена разработка конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула Студент».

Основываясь на обширном перечне литературных источников, а также на проведенном анализе отечественного и зарубежного рынков, существующих патентов и полезных моделей, автором работы была спроектирована конструкция опрокидывателя спортивного болида класса «Формула Студент». В графическом редакторе Компас-3D разработаны сборочные чертежи конструкции опрокидывателя.

ВКР состоит из пяти глав.

В первой главе рассмотрены различные конструкции опрокидывателей, их достоинства и недостатки.

Во второй главе предложено техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, приведен расчет элементов конструкции.

В третьей главе представлен технологический процесс опрокидывания болида класса «Формула-студент» для проведения технического обслуживания.

В четвертой главе рассмотрена безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент».

В пятой главе приведен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

Выпускная квалификационная работа состоит из 53 страниц, и включает в себя 10 иллюстраций, 16 таблиц, 20 источников, 1 приложение.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Состояние вопроса .....	7
2 Конструкторская часть .....	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент».....	14
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент».....	17
2.3 Расчет элементов конструкции опрокидывателя.....	21
3 Технологический процесс опрокидывания спортивного болида класса «Формула-студент» для проведения сборочно-разборочных работ .....	24
3.1 Безопасность при подъеме .....	24
3.2 Разработка технологического процесса опрокидывания болида класса «Формула-студент» для проведения технического обслуживания .....	29
4 Безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент».....	30
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент».....	30
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков .....	31
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	32
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности.....	33
4.5. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБ гаражной мастерской .....	35
4.6 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара....	37
4.7 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса опрокидывания болида «Формула-Студент» .....	38
5 Расчет эффективности спроектированной конструкции .....	41
5.1 Определение себестоимости изготовления.....	41
5.2 Определение затрат на заработную плату.....	42

5.3	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования .....	43
5.4	Определение общих затрат на изготовление конструкции .....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....		47
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....		50

## **ВВЕДЕНИЕ**

В современных рыночных условиях значительное внимание уделяется росту и развитию автотранспортного комплекса и, в частности, ремонту и техническому обслуживанию автомобильного транспорта.

Распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации» утверждена Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, согласно которой, экономическая стратегия Правительства Российской Федерации определяет транспортную систему России как важнейшую составную часть производственной инфраструктуры, а ее развитие – как мощный стимул инновационного развития страны в целом.

Автомобильный рынок России постоянно насыщается автомобилями отечественного и зарубежного производства. Согласно данным аудиторской компании «ПрайсвотерхаусКуперс Аудит» в 2018 г., продажи новых легковых автомобилей в России достигли 1 669 тыс. шт., увеличившись на 13% по сравнению с прошлым годом, когда было продано 1 475 тыс. шт.

Постепенный рост доходов, упрощение условий кредитования, различные государственные программы, такие как «Первый автомобиль», «Семейный автомобиль», субсидирование части стоимости техники, работающей на газомоторном топливе повышают возможность населения приобретать собственный автомобиль.

В 2019 г. продажи новых легковых автомобилей в России могут вырасти на 0,5% и достигнуть 1,68 млн. шт. в оптимистическом сценарии. В базовом сценарии ожидается снижение продаж на уровне 2% и достигнуть 1,64млн. шт.

Каждому автомобилю требуется техническое обслуживание, связанное, прежде всего с условиями эксплуатации транспортного средства, техническим состоянием автомобильных дорог, дорожно-транспортными происшествиями, необходимостью сезонного обслуживания автомобилей.

Выполнение своевременного и качественного техобслуживания, ремонта и правильная эксплуатация автомобиля в совокупности являются факторами, гарантирующими сохранение работоспособного состояния автомобиля в процессе его эксплуатации.

Использование технологического оборудования в процессах технического обслуживания и ремонта повышает качество, производительность выполняемых работ и безопасность труда персонала, уменьшает расходы на поддержание парка автомобилей в технически исправном состоянии.

Разнообразие конструкций узлов и агрегатов отечественных и зарубежных автомобилей требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое для технического обслуживания автомобилей. На данный момент рынок технологического оборудования представлен, в основной своей массе моделями зарубежного производства, имеющих значительную стоимость.

Целью ВКР является проектирование конструкции опрокидывателя для спортивного болида класса "Формула Студент".

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- ознакомиться с представленным ассортиментом оборудования для подъема/опрокидывания автомобилей;
- разработать техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию и провести расчет элементов конструкции;
- разработать технологический процесс опрокидывания болида «Формула-студент» для проведения регламентных работ, модернизации и обслуживания;
- провести разработку раздела «Безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида класс «Формула-студент»
- провести расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

## 1 Состояние вопроса

Прежде чем приступить к разработке конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент», необходимо провести широкий мониторинг опрокидывателей, как отечественных, так и зарубежных аналогов, выполнить всесторонний анализ этих устройств, выявить положительные и отрицательные стороны конструкций.

Наиболее распространёнными представителями опрокидывателей – подъёмников, на отечественном рынке являются:

- передвижной электромеханический автомобильный подъемник ПП-1 (изготовлено в России);
- подъемник мобильный механический Autolift 3000 (изготовлено в Чехии);
- одностоечная электромеханическая моноколонна - подъемник WertherSprintJack (изготовлено в Италии);
- одностоечный, мобильный, подкатной автомобильный подъемник ПМ-750 (изготовлено в России).

Для выявления сильных и слабых сторон конструкций, выбора более совершенного исполнения, проведем сравнение по наиболее критичным данным характеристик:

- габариты;
- грузоподъемность тaх;
- полная высота зацепа;
- вес;
- цена.

Передвижной электромеханический автомобильный подъемник ПП-1 (рисунок 1.1) используется при выполнении любых механических, кузовных, покрасочных, и моечных работ, (содержит электромеханический привод, приводящийся в движение от электрической сети напряжением 220 В), широко применяется в шиномонтажном бизнесе. Подъемник опрокидыватель

выступает полноценным заменителем дорогостоящих установок для мойки, обработки днища автомобилей. Передвижной электромеханический автомобильный подъемник ПП-1 запитан к трехфазной схеме электроснабжения 380 Вольт.



Рисунок 1.1 – Передвижной электромеханический автомобильный подъемник ПП-1

Технические характеристики передвижного электромеханического автомобильного подъемника ПП-1 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики передвижного электромеханического автомобильного подъемника ПП-1

Величины	Габариты, мм	Грузоподъемность max, т	Полный ход зацепа, мм	Вес, кг	Цена, руб.
Численное выражение	1060x720x1260	1	800	130	78500

Подъемник мобильный механический Autolift 3000 (рисунок 1.2) используется при выполнении любых механических, кузовных, покрасочных,



и моечных работ, для выставочных задач (содержит механический привод, приводящийся в движение от внешней, электрической дрели), широко применяется в шиномонтажном бизнесе. Поднимая автомашину с приложением подъемной силы в её центре тяжести, можно легко кантовать авто в зависимости от необходимости доступа к передней или задней части.



Рисунок 1.2 – Подъемник мобильный механический Autolift 3000

Длина полозьев под лыжи регулируются в зависимости от габаритных размеров автомобиля. В стандартной комплектации поставляется комплект подкладок под пороги автомашин со спецнакладками, изготовленными из пластика.

Преимуществом мобильного механического подъемника AUTOLift 3000 является, мобильность, портативность, стоимость и простота конструкции. Общеизвестно удобство и компактность устройства, Autolift 3000 может храниться на очень ограниченном пространстве автомастерской. Небольшой вес и габаритные размеры позволяют без особого труда перемещать подъемник с места на место под легковым автомобилем.

Технические характеристики подъемника Autolift 3000 представлены в таблице 1.2.

Таблице 1.2 – Технические характеристики подъемника мобильного механического Autolift 3000

Величины	Габариты, мм	Грузоподъемность тах, т.	Полный ход зацепа, мм	Вес, кг	Цена, руб.
Числовое выражение	1735*900* 120	3	600	44	64500

Электромеханическая, одностоечная моноколонна - подъемник Werther Sprint Jack (рисунок 1.3) предназначается для зацепления и подъема автомобиля за колесо, опционно: подъем автомобиля под порог (устройство подъема под порог).

Конструктивные отличия:

- управление электромеханическое;
- мобильность конструкции.



Рисунок 1.3 – Электромеханическая, одностоечная моноколонна - подъемник Werther Sprint Jack

Технические характеристики электромеханической, одностоечной моноколонны - подъемника Werther Sprint Jack представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические данные электромеханической, одностоечной моноколонны – подъемника Werther Sprint Jack.

Величины	Габариты, мм	Грузоподъемность max, т	Полный ход зацепа, мм	Вес, кг	Цена, руб.
Числовое выражение	805x660x1360	1	850	80	75630

Одностоечный, мобильный, подкатной автомобильный подъемник ПМ-750 (рисунок 1.4) используется при выполнении любых механических, кузовных, покрасочных, и моечных работ, (содержит механический привод, приводящийся в движение от внешней, электрической дрели мощностью не менее 750 Вт), широко применяется в шиномонтажном бизнесе. В стандартной комплектации поставляется сменный подхват.



Рисунок 1.4 – Одностоечный, мобильный, подкатной автомобильный подъемник ПМ-750

Технические характеристики одностоечного, мобильного, подкатного автомобильного подъемника ПМ-750 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические данные одностоечного, мобильного, подкатного автомобильного подъемника ПМ-750

Величины	Габариты, мм	Грузоподъемность max, т	Полный ход зацепа, мм	Вес, кг	Цена, руб
Числовое выражение	774x716x1235	0,75	900	71	58900

Для проведения корректного, сравнительного анализа качества оборудования, нужно принимать во внимание совокупность всех показателей качества, разработав правило подсчета уровня качества, отдельной модели оборудования.

Каждый из показателей качества  $P_i$  можно выразить количественным значением и соотнести с базовым показателем  $P_{i0}$ , который отражает лучшее значение из показателей качества оборудования. Результатом этого соотношения, будет числовое значение уровня качества. Если при росте абсолютного показателя  $P_i$  качество оборудования ниже, то уровень качества определяется обратным отношением (выражение 1.1):

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i}.$$

В противном случае, при росте абсолютного значения показателя качества происходит улучшению качества, то уровень качества этого оборудования считается отношением (выражение 1.2):

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}}.$$

Числовое значение уровня качества, растёт вместе с улучшением качества по определенному показателю.

Технические данные, взятые для сравнительного анализа, назначим показателями качества, характерными аналогам подъемников:

- габариты;
- грузоподъемность max;
- полный ход зацепа;
- вес;
- цена.

Для каждого из показателей качества определим  $Y_i$  и внесем в шаблонную таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Сравнительные значения аналогов

Показатель качества	Аналог оборудования			
	ПП-1	Autolift 3000	Werther Sprint Jack	ПМ-750
Габаритная площадь, м <sup>2</sup> $P_{i0} = 0,53 \text{ м}^2$	0,76	2,14	0,53	0,55
$Y_i =$	0,69	0,25	1	0,96
Грузоподъемность max, кг. $P_{i0} = 3000 \text{ кг}$	1000	3000	1000	750
$Y_i =$	0,33	1	0,33	0,25
Полный ход зацепа, мм $P_{i0} = 900 \text{ мм}$	800	600	850	900
$Y_i =$	0,89	0,67	0,94	1
Вес, кг $P_{i0} = 43 \text{ кг}$	130	43	80	71
$Y_i =$	0,33	1	0,54	0,6
Цена, руб. $P_{i0} = 59000 \text{ рублей}$	73000	63500	91000	59000
$Y_i =$	0,8	0,93	0,65	1
Итого ( $\sum Y_i$ ):	3,04	3,85	3,46	3,81

Таблица 1.5 показывает, лучшие суммарные показатели качества 3,85 и 3,81 для подъемников: Autolift 3000 и ПМ-750 соответственно, из этого следует, что перечисленные устройства наиболее совершенны в области автомобильной подъемно - опрокидывательной техники.

## **2 Конструкторская часть**

### **2.1 Техническое задание на разработку конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент»**

Существуют надежные, мощные, стационарные, занимающие много места, двух стоечные подъемники, но для выполнения некоторых работ необходимо и достаточно использовать опрокидыватели - подъемники поднимающие не весь автомобиль, а только часть. Опрокидыватель – подъемник, наклоном на  $50^\circ$  предоставляет доступ к нужной части автомобиля, необходимый для выполнения любых механических, кузовных, покрасочных, антикоррозийных и моечных работ, широко применяется в шиномонтажном бизнесе.

Опрокидыватель – подъемник найдет себе применение не только на СТО с большой площадью, благодаря небольшому размеру, весу и своей мобильности, но и в небольших гаражных мастерских, испытывающих дефицит свободной площади. Откроет возможность, в небольших гаражных мастерских выполнять работы ранее невыполнимые.

Конструкция устройства разрабатывается по заданию кафедры «ПЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

Разработка конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент» проводится на основании технического описания существующих аналогов, а также описания изобретения к авторскому свидетельству СССР №1285331, G01M3/02, опубликованного 23.01.87 в бюллетене № 3.

Целью разработки конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент» является усовершенствование конструкции аналога оптимизацией количества деталей, применение в конструкции, стандартных деталей и узлов, упрощение конструкции сокращением технологических операций при изготовлении, что в целом позволит производить устройство в условиях ограниченного количества станков.

Назначением разработки данной конструкции является разработка пакета конструкторской документации, на основании которого будет разрабатываться рабочая документация, по результатам которой в дальнейшем будет изготовлен опытный образец установки опрокидывателя – подъемника автомобилей.

При разработке данной конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-Студент» использовались следующие источники информации:

1. «Справочник по сопротивлению материалов» Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., 1988г.;
2. «Детали машин и основы конструирования», Ханов А.М., 2010г.;
3. «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», Светлов М.В., 2012г.;
4. «Ремонт машин, Технология, Оборудование, Организация», Иванов В.П., 2006г.;
5. «Справочник конструктора, Проектирование машин и их деталей», том 2, Фещенко В.Н., 2016г.

Опрокидыватель спортивного болида класса «Формула-студент» должен обладать следующими качествами:

- надёжность и экономичность;
- безотказность;
- в случае возникновения ремонтной ситуации, малая трудоемкость;
- скругленные углы, кромки, зачищенные заусенцы и хорошо обработанные поверхности, исключая опасность травмирования оператора;
- технологичность;
- сохранять работоспособность на весь срок хранения или транспортирования;
- противопожарная и электрическая безопасность.
- универсальность, использование в широком диапазоне задач для

опрокидывания и кантования автомобилей.

При проектировании конструкции опрокидывателя спортивного болида «Формула-Студент» должны использоваться стандартные изделия: запасные части для автомобиля; метизы, болты, гайки, шайбы и прочие детали крепежа; универсальные и резьбовые герметики и т.п. Кроме того, в разработанной конструкции устройства должна быть предусмотрена возможность дальнейшего рестайлинга конструкции с целью модернизации технических и эстетических качеств.

Используя в работе подъемник - опрокидыватель спортивного болида «Формула-Студент» необходимо исключить воздействие опасных факторов на автослесаря, соблюдая следующие требования:

1. Конструктивные (конструктивно, должны быть предусмотрены страховочные стойки и надежная фиксация угла наклона установки, для обеспечения безопасной работы автослесаря).

2. Санитарно-гигиенический режим (выполнение требований по вентиляции, освещению, отоплению, обязательное применение противозумных экранов, отсутствие труднодоступных мест осложняющих уборку рабочей зоны).

3. Электробезопасность (надежное заземление, возможность оперативно обесточить установку входным рубильником).

4. Эргономические рекомендации (работа на установке, не должна вызывать быстрой утомляемости автослесаря, удобное расположение страховочных и стопорных элементов, использование дистанционного управления, будет способствовать поддержанию длительной работоспособности).

5. Эстетические рекомендации (внешние контуры конструкции должны выражать простоту и строгость, установка, выполненная в виде прямоугольной конструкции предпочтительна, внешний вид изделия не должен оказывать негативного воздействия на психическое состояние автослесаря, отвлекать внимание, скругленные углы и кромки поверхностей



должны иметь скошенные грани).

6. Наличие личных средств защита персонала от возможных опасных и вредных производственных условий.

7. Запасные части опрокидывателя – подъемника, спортивного болида класса «Формула-Студент» должны удовлетворять условиям полной взаимозаменяемости сборочных единиц. Обеспечен свободный подход для использования монтажно-ремонтных инструментов.

Предпочтительные технические данные подъемника - опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-Студент», представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Предпочтительные технические данные подъемника - опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент»

Величина	Численное выражение
Габариты:	
- длина, мм	меньше 6000
- ширина, мм	меньше 2200
- высота, мм	менее 2700
Масса нетто, кг	менее 1000
Скорость подъема, °/мин	менее 35
Угол тах, °	45

Срок исполнения технического задания по разработке конструкции опрокидывателя – подъемника спортивного болида класса «Формула-студент» соответствует срокам учебного плана.

Конструкторская документация, в фазе технического проекта, согласовывается с руководителем выпускной квалификационной работы, и техническими специалистами, привлеченными руководителем ВКР.

## **2.2 Техническое предложение на разработку конструкции опрокидывателя спортивного болида класса «Формула-студент»**

При конструировании применяется информация обзора аналогов, список рекомендуемой литературы, курс лекций кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета.

Приступая к разработке опрокидывателя в первую очередь требуется, определить конструкцию рамы, обеспечивающую прочное и долговечное крепление элементов установки.

Руководствуясь условиями технического задания, было принято решение изготавливать раму из профиля прямоугольного сечения, так как это является конструктивно оптимальным решением, с наиболее выгодными прочностными и геометрическими характеристиками (в поперечном сечении из-за симметричного распределения материалов по всему периметру).

Перед сварочными работами необходимо осуществить зачистку острых кромок, заусенцев для обеспечения более плотного прилегания граней профиля, обезжиривание, а также для обеспечения перпендикулярности расположения профилей необходимо воспользоваться угловым зажимом.

В программной среде Компас 3Д конструируем раму.

Для фиксации болида класса «Формула-студент» на раме предусмотрены колесные упоры, имеющие возможность перемещения для подстройки под другую колесную базу автомобиля. Тем самым обеспечивается универсальность применения опрокидывателя. Также фиксация колес осуществляется цепью.

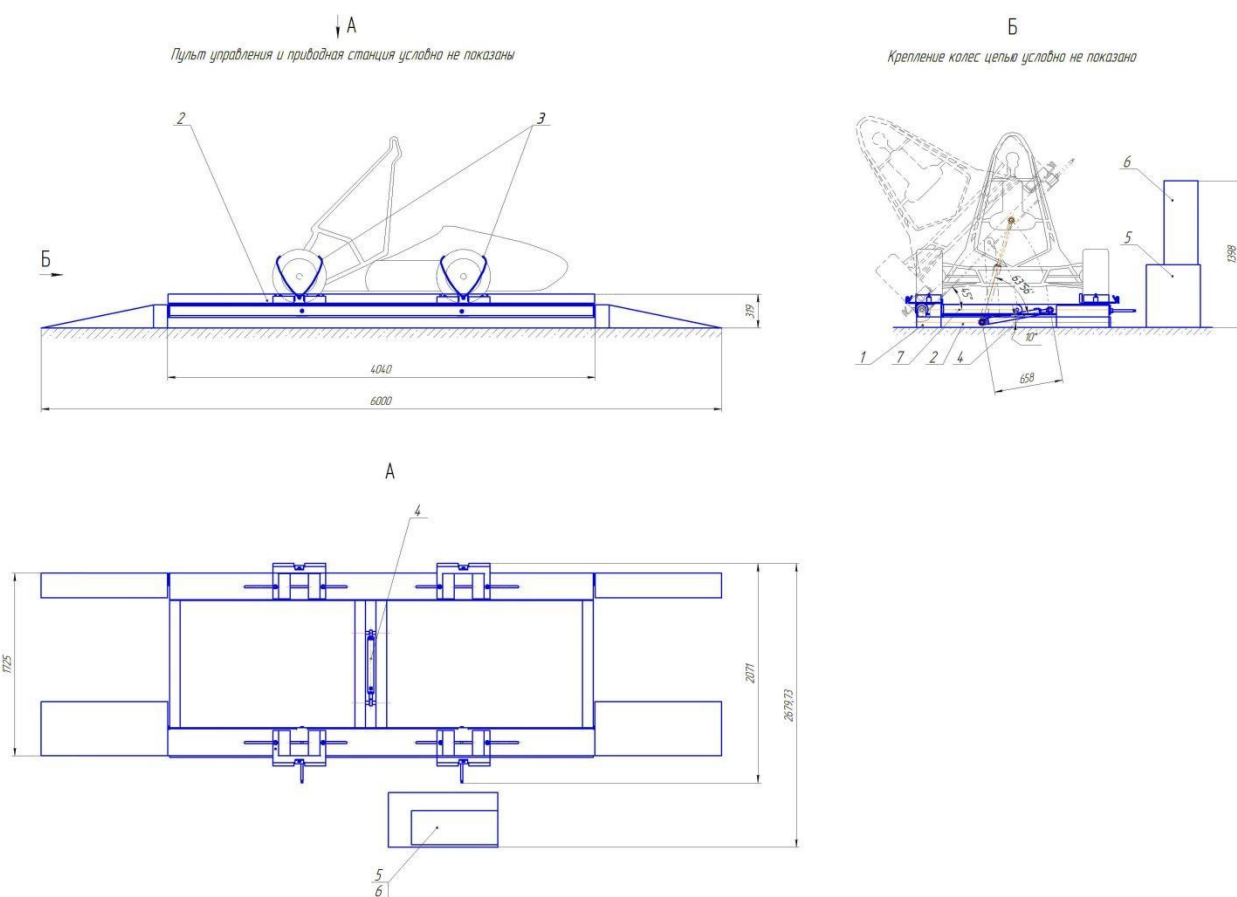
В качестве подъемного механизма предполагается использовать гидравлический привод, состоящий из электрического двигателя, муфты втулочно-пальцевой, насоса НШ, гидробака, предохранительного клапана и гидроцилиндра.

Определившись с основными элементами конструкции опрокидывателя, составляем схему компоновки расположения структурных элементов.

Компоновочная схема (чертеж), а также основные виды установки представлены на рисунке 2.1.

Предлагаемый вариант конструкции подъемника-опрокидывателя (рисунок 2.1) состоит из двух рамных конструкций: неподвижная рама 1 и соединенная шарниром подвижная рама 2, с цепными захватами 3, которыми

подхватываются автомобильные колеса. Наклон-опрокидывание подвижной рамы осуществляется выдвижным штоком гидроцилиндра 4, давление в котором создает приводная станция 5. В начальном, вдавленном положении штока гидроцилиндра, рама находится относительно поверхности земли под углом  $15^\circ$ . Полный вылет штока гидроцилиндра обеспечивает угол наклона рамы относительно поверхности земли равный  $45^\circ$ . Устройство, опрокидыватель-подъемник, в штатной комплектации, снабжен страховочными упорами, которые ставятся при достижении подвижной рамой, наивысшего положения.



- 1 – неподвижная рама; 2 – подвижная рама; 3 – цепные захваты; 4 – гидроцилиндр;  
5 – приводная станция; 6 – пульт управления; 7 – упор безопасности

Рисунок 2.1 – Общая компоновка опрокидывателя

Алгоритм работы подъемника-опрокидывателя: колесо автомобиля надежно крепится к подвижной раме, с помощью цепного захвата.

Включается электрический двигатель гидропривода, шток гидроцилиндра под действием увеличивающегося давления масла, поднимает подвижную раму. Достигнув наивысшего положения, ставим страховочный упор, гидропривод переводим в нейтральное положение. Днище автомобиля, элементы подвески доступны для проведения регламентных работ.

Общий конструктивный стиль, проекция отдельных узлов на основании, должна создавать гармоничный дизайн, симметричное устройство изделия.

Простота форм, строгие контуры деталей и узлов, повторение вертикальных и горизонтальных линий, открывает свободный доступ во время уборки и позволяет беспрепятственно содержать рабочее место в чистоте и порядке.

Красить подъемник-опрокидыватель будем, следуя эстетическим правилам. Цвет и даже оттенки, крашеного изделия отражаются на работоспособности автослесаря и его безопасности (яркий красно-бурый цвет – раздражающий, мягкий бледно зеленый – успокаивающий), подвижную часть - гидроцилиндр покрываем ярким красно-бурым цветом, все оставшиеся элементы подъемника-опрокидывателя мягким бледно зеленым.

Эргономика подъемника-опрокидывателя в удобном расположении органов управления и не затруднено техническое обслуживание устройства.

Легкий пульт дистанционного управления, кнопки панели управления удобно расположены на уровне локтевого сустава опущенной руки. Предусмотрено экстренное отключение питания установки, рубильником.

Требования соблюдения безопасности:

- ремонтная зона, оснащенная подъемником-опрокидывателем, должна быть организована в соответствии с нормами безопасности труда, противопожарной и электрической;

- обеспечение культуры производства на рабочем месте;

- мастер проводит инструктаж для автослесарей, с отметкой о

прослушивании в личной карточке, на стенде качества;

– содержание рабочего места и используемого инструмента в чистоте и порядке;

– готовясь приступить к работе, нужно проверить исправность элементов подъемника-опрокидывателя, в отсутствии подтеканий гидросистемы.

### 2.3 Расчет элементов конструкции опрокидывателя

Выбор параметров для расчета гидросистемы происходит на основании условия, установившегося режима работы машины по усилию на штоке гидроцилиндра и скорости его перемещения.

Определяем скорость перемещения по формуле (2.1)

$$V_{ш} = \frac{l}{t}, \quad (2.1)$$

где  $l$  – ход штока, м;

$t$  – время операции, с.

$$V_{ш} = \frac{0,3}{90} = 0,003 \text{ м/с.}$$

Определяем мощность гидравлического привода при усилении на штоке  $F_{ш} = 15$  кН по формуле (2.2)

$$P_z = F_{ш} \cdot V_{ш}, \quad (2.2)$$

$$P_z = 15000 \cdot 0,003 = 50 \text{ Вт.}$$

Определяем расчетную мощность гидравлического привода по формуле (2.3)

$$P_{zp} = K_{3,y} \cdot K_{3,c} \cdot F_{um} \cdot V_{um}, \quad (2.3)$$

где  $K_{3,y}$  – запас по усилию,  $K_{3,y} = 1,2$ ;

$K_{3,c}$  – запас по прочности,  $K_{3,c} = 1,3$ .

$$P_{zp} = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 50 = 75 \text{ Вт.}$$

На основании полученной мощности, задаемся из справочной литературы давлением рабочей жидкости,  $P_{НОМ} = 1,6$  МПа.

Определяем максимальное рабочее давление, которое учитывает возможность кратковременного изменения нагрузки и соответствующего давлению настройки предохранительного клапана для сброса аварийного давления по формуле (2.4)

$$P_{\max} = (1,1 \dots 1,5) \cdot P_{НОМ}, \quad (2.4)$$

$$P_{\max} = (1,1 \dots 1,5) \cdot 1,6 = 1,76 \dots 2,4 \text{ МПа.}$$

Полезную площадь гидравлического цилиндра определяют по формуле (2.5)

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{A_y}, \quad (2.5)$$

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{0,011} = 0,12 \text{ м.}$$

Диаметр штока  $d_{um}$  выбираем из справочной литературы и принимаем равным  $d_{um} = 0,04$  м.

Определяем необходимую подачу насоса по формуле (2.6)

$$Q = K_{3,y} \cdot A_y \cdot V_{um}, \quad (2.6)$$

$$Q = 1,2 \cdot 0,12 \cdot 0,03 = 4,32 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 0,43 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из справочной литературы принимаем насос НШ–25, со следующими техническими характеристиками:

- рабочий объем –  $25 \text{ см}^3$ ;
- номинальное давление нагнетания –  $1,6 \text{ МПа}$ ;
- максимальное давление нагнетания –  $2,5 \text{ МПа}$ ;
- номинальная подача –  $0,53 \text{ дм}^3/\text{с}$ ;
- частота вращения при номинальном давлении  $n_{\min} = 960 \text{ с}^{-1}$ ,  
 $n_{\text{ном}} = 1500 \text{ с}^{-1}$ ,  $n_{\max} = 960 \text{ с}^{-1}$   $n_{\max} = 1998 \text{ с}^{-1}$ ;
- КПД,  $\eta = 0,85$ ;
- мощность  $N = 1,3 \text{ кВт}$ ;
- масса насоса  $m = 5,3 \text{ кг}$ .

Определяем мощность привода по формуле (2.7):

$$P_{\text{ПС}} = Q_H \cdot P_{\text{ном}}, \quad (2.7)$$

$$P_{\text{ПС}} = 0,43 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^6 = 0,688 \text{ кВт}.$$

Из справочной литературы принимаем электродвигатель 4А71В4У3

### **3 Технологический процесс опрокидывания спортивного болида класса «Формула-студент» для проведения сборочно-разборочных работ**

#### **3.1 Безопасность при подъеме**

Чтобы обеспечить доступ для обслуживания или ремонта ходовой части и днища автомобиля, необходимо приподнять автомобиль над поверхностью земли. Самыми простыми и удобными вариантами являются, эстакада или двухстоечный подъемник со стационарным лифтом.

Ответственным моментом операции подъема, для создания безопасного режима работ, является точное позиционирование, опор подъемных пятаков. В руководстве по ремонту автомобиля показаны усиленные места на днище, под установку опорных пятаков, предназначенных для подъема авто.

В современных автомобилях, на нижнюю часть двери водителя наклеивается изображение мест обозначенных треугольником, рекомендуемых для установки опорных пятаков. Существуют рекомендации методологии подъема, стандарт международной автомобильной целевой группы (IATF).

Основные требования, IATF стандарта:

- обязательно равномерное распределение веса на все опорные пятаки при подъеме автомобиля, недопустимо перевешивание на одну из сторон;
- максимально широко разводить вилы подъемника для обеспечения гарантированной устойчивости платформ-пятаков;
- опорные платформы-пятаки располагают под местами усиленной прочности, способными многократно выдерживать вес автомобиля, а именно:
  - а) по швам точечной сварки у несущего кузова автомобиля, конструкция безрамная.

Как страховку, для поднятого автомобиля на подъемнике, иногда применяют дополнительный упор, регулируемый по высоте, винтовым механизмом, изображенный на рисунок 3.1. Чтобы избежать возможных



повреждений антикоррозийных покрытий днища автомобиля, между пятак-площадкой и днищем устанавливается сухой, крепкий, деревянный брус, нужной длины. Демонстрация подобной технологии, с установкой деревянного бруса рисунок 3.1.

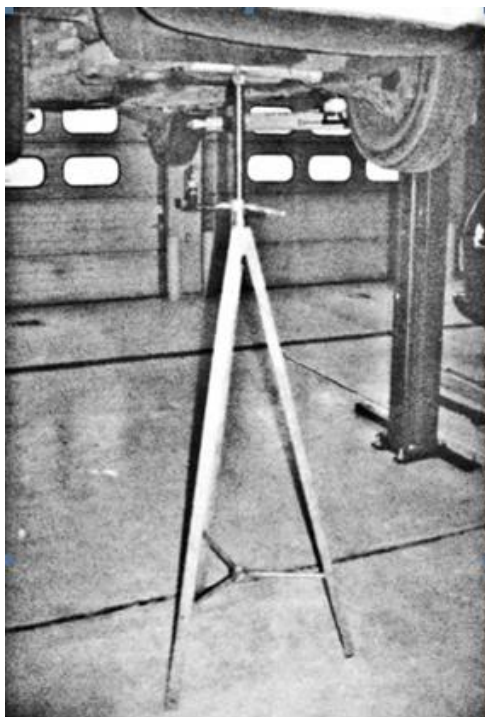


Рисунок 3.1 – Дополнительный упор с винтовым механизмом.

Конструкция рамная или с несущим кузовом, неважно, усиленные места упора это, сварные швы, на которые необходимо обращать особое внимание при установке опор подъемника. Неточная развесовка, может

привести к нарушению равновесия, результат - падение автомобиля с высоты подъема (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Падение автомобиля с высоты подъема

б) под коробчатыми элементами кузова – это наиболее подходящие детали для размещения опорных платформ. Прежде чем подъемные площадки коснутся кузова, необходимо удостовериться, что упоры подъемника не опираются на днище автомобиля.

При неточной установке автомобиля на подъемнике возможно повреждение молдингов порогов дверей, элементов системы выпуска (включая каталитические коллекторы), а также шин при наличии острых кромок опорных платформ и рычагов подъемника.

Для предотвращения спонтанного движения рычагов подъемника необходимо заблокировать их при помощи стопоров с фиксаторами (рисунок 3.3).

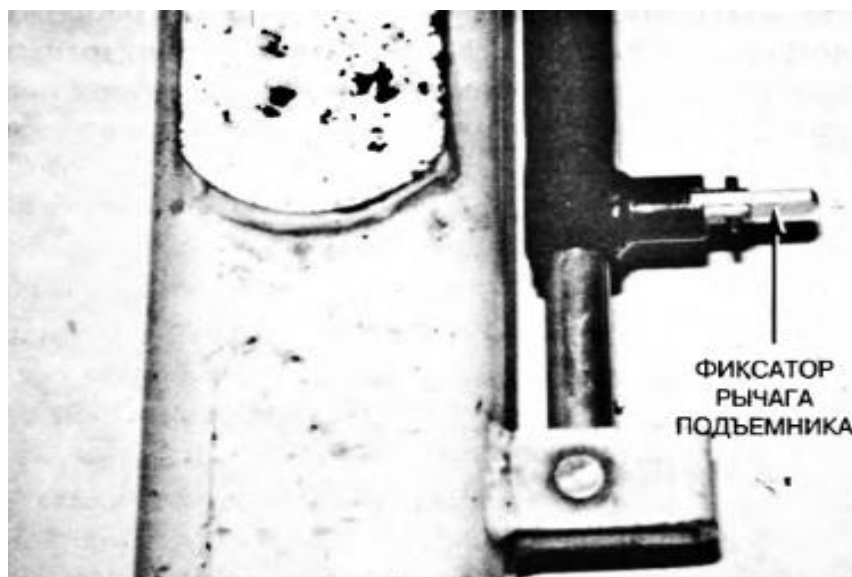


Рисунок 3.3 – Фиксатор рычага подъемника

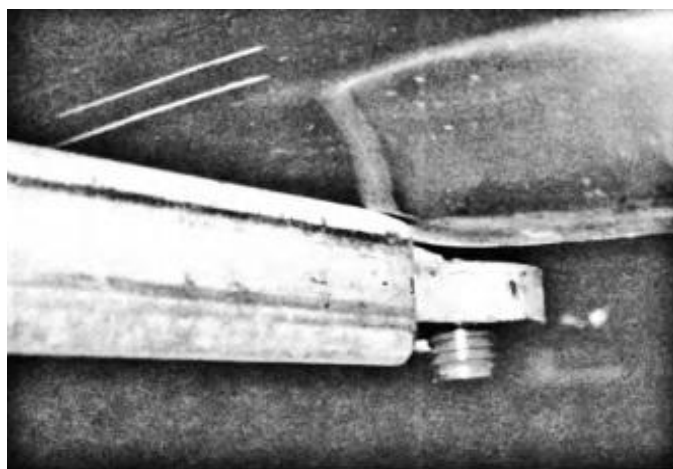
Нередко безопасность подъема различных спортивных машин, пикапов или автофургонов можно обеспечить только с использованием специальных переходников. Пример подобных адаптеров представлен на рисунке 3.4 [14].



Рисунок 3.4 – Сменные опорные площадки подъемника

На рисунке 3.5 (а) изображено касание рычагом бокового порога автомобиля. Рисунок 3.5 (б) отображает последствия чрезмерного давления

на подушку под днищем автомобиля – вмятину на боковом пороге от рычага подъемника.



а)



б)

Рисунок 3.5 – Рычаг подъемника установлен неправильно

Технология установки автомобиля на подъемник предусматривает подъем автомобиля сначала высоту около 30 см, затем остановку подъемника и встряхивание автомобиля для проверки его устойчивости на платформах подъемника. Убедившись в стабильности автомобиля, продолжить подъем на требуемую высоту, следя за правильностью развесовки.

При подъеме (или спуске) автомобиля необходимо также следить за синхронностью подъема обеих сторон, на протяжении всего процесса

ремонта автомобиля. Возможны ситуации, при которых одна из сторон подъемника останавливается или ломается, что может повлечь падение автомобиля с платформ. В этом случае повреждения могут быть не только у автомобиля и самого лифта, но и у персонала, находящегося в непосредственной близости от подъемника [15].

Перед спуском автомобиля необходимо снять предохранители подъемника и далее максимально гладко выполнять процесс спуска для обеспечения дополнительной безопасности.

Современные подъемники в большинстве своем обеспечивают надежную фиксацию автомобиля на заданной высоте. Наиболее удобное положение рабочей области – на уровне груди. Например, в процессе обслуживания тормозной системы позиция автомобиля «на полу» или «над головой» мастера не обязательна, удобнее зафиксировать автомобиль на такой высоте, при которой эти узлы находились бы на уровне грудной клетки.

### **3.2 Разработка технологического процесса опрокидывания болида класса «Формула-студент» для проведения технического обслуживания**

В связи с ограниченным объемом пояснительной записки технологический процесс опрокидывания болида класса «Формула-Студент» представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы. Общая трудоёмкость 16 чел.-мин. (0,26 чел.-ч.). Исполнитель – Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда.

## **4 Безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент»**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент»**

Паспорт безопасности – документ, отвечающий за безопасность продукции и за обеспечение безопасности во время ее производства, упаковки, переработки, хранения, транспортировки и утилизации. Паспорт безопасности содержит необходимую информацию касательно характеристик изделия, требуемую для организации работ по защите персонала и конечных потребителей от неблагоприятного воздействия данного изделия на организм. Содержащаяся в документе информация также необходима для защиты сотрудников предприятия от несчастных случаев на производстве.

Паспорт безопасности представляет собой строго структурированный документ, все положения и пункты которого описывают конкретные действия, а также устанавливают требования безопасности касательного заявленного в документе продукции. Так как все изделия и методы их изготовления достаточно сильно различаются, необходимо составлять паспорт безопасности отдельно для каждого вида продукции.

Цель составления паспорта безопасности – это предоставление потребителю максимально полной информации о том, каким именно образом данный товар или оборудование необходимо хранить и использовать, как безопасно его утилизировать и что нужно делать в случае его поломки. Паспорт безопасности должен также отражать еще алгоритмы работы в ходе технологических процедур, и должен учитывать особенности конкретной отрасли производства, чтобы обезопасить сотрудников рабочей группы, которой применяется конкретная продукция.

В таблице 4.1 приведен паспорт безопасности на опрокидыватель спортивного болида «Формула-студент» [19].

Таблица 4.1 – Паспорт безопасности на опрокидыватель спортивного болида «Формула-студент»

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Перечень производственно-технологического оборудования	Перечень конструкционных расходных материалов и веществ
Опрокидывание болида «Формула-Студент»	1 Подготовка стенда к работе 2 Подъем болида 3 Спуск болида со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда	Опрокидыватель спортивного болида «Формула-студент», приводная станция, пульт управления	Ветошь, гидравлическая жидкость

#### 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Профессиональный риск – это вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору.

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков в процессе производственной деятельности включает в себя обнаружение, выявление и распознавание опасных и вредных производственных факторов (далее – ОиВПФ) и установления их временных, количественных и других характеристик, которые необходимы и достаточны для формирования комплекса предупреждающих мероприятий, которые обеспечат безопасность труда.

В таблице 4.2 приведена идентификация профессиональных рисков при использовании опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент» [19].

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование производственно-технологической и/или эксплуатационно-технологической операции	Наименование ОиВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения ОиВПФ
1 Подготовка стенда к работе	Физические ОиВПФ: – недостаточная освещенность рабочей зоны; – запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Недостаточная освещенность работе в труднодоступных местах. Пыль при проведении работ по зачистке плоскостей от загрязнений, поднимаемая с пола при возникновении утечек воздуха. Техническое обслуживание опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент».
2 Подъем болида	Физические ОиВПФ: – запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – физические перегрузки; – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Физические усилия при закатывании болида на стенд
3 Спуск болида со стенда	Физические ОиВПФ: – запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; монотонность труда	

### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней производственных рисков устанавливает работодатель локальным нормативным актом, исходя из специфики своей деятельности, согласно приказа Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем



мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков».

В таблице 4.3 приведены методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ

ОиВПФ	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения ОиВПФ	Используемые СИЗ для работников
Недостаточная освещенность рабочей зоны	К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: – источники света; – осветительные приборы; световые проемы	–
Повышенный уровень запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны	Устройство систем естественной и искусственной вентиляции, снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны	Специальная защитная одежда, противопылевой респиратор, защитные очки
Умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных анализаторов; монотонность труда	Внедрение оптимальных режимов труда и отдыха. Определить дополнительное короткое время для отдыха в удобное для работника или бригады время. Продолжительность и периодичность определить исходя из условий труда: монотонная работа – короткие перерывы - от 2 до 5 мин через час или полчаса работы. Соблюдение эстетичности производства	–

#### 4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности

Система пожарной безопасности (далее – ПБ) представляет собой перечень эффективных мер и средств достижения защиты от возникновения

пожарных ситуаций и устранения вреда от воздействия пожара на всех этапах жизненного цикла предприятия и его объектов.

Организация ПБ на предприятии представляет собой комплекс мероприятий, направленных на разработку и внедрение руководителем следующих действий для профилактики и систематического контроля:

Издание документа об организации противопожарной безопасности на предприятии для защиты от огня зданий, помещений и пожароопасных областей, расположенных на территории.

Выбор лица, несущего ответственность за соблюдение пожарной безопасности.

Утверждение инструкции пожарной безопасности на предприятии по средствам проведения специальных мероприятий, в соответствии с действующими нормативами безопасности.

Мероприятия противопожарной безопасности направлены на достижение целей:

- исключение пожара;
- обеспечение безопасности людей;
- обеспечение безопасности материальных ценностей;
- одновременное обеспечение безопасности ценностей и людей.

В таблице 4.4 приведена идентификация классов и опасных факторов пожара.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Применяемое оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Гаражная мастерская	Технологическое оборудование применяемое в гаражной мастерской: мелкий инструмент; ремонтные комплекты; различные ключи;	А	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды,	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
	<p>молотки; ножовки; тиски; пассатижи; плоскогубцы и т. диагностические аппараты. Двухстоечный подъёмник. Компрессор со сжатым воздухом. Оборудование для различных видов работ: промывание топливной системы; замена масла; рихтовка или сварка; покрасочное оборудование. Станки для балансировки и шиномонтажа. Домкраты</p>		<p>повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения</p>	<p>зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок</p>

#### **4.5. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБ гаражной мастерской**

Нормативные документы по пожарной безопасности в частности статья 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ классифицирует всю пожарную технику по назначению, области применения на такие типы как:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент.

Согласно ст. 43 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ к первичным средствам пожаротушения относятся:

- разнообразный пожарный инвентарь – ведра, емкости для воды, вилы, ломы, багры, совковые/штыковые лопаты, крюки с деревянными

ручками, ящики пожарные для песка; комплекты для резки электрических кабелей, состоящие из ножниц, диэлектрических бот, коврика.

Мобильные средства тушения это все виды/типы транспортных средств, предназначенных для тушения пожаров, используемых личным составом государственных/муниципальных, корпоративных/частных, добровольных пожарных подразделений/формирований.

Согласно ст. 44 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ к ним относятся:

- все типы основных/специальных пожарных автомобилей;
- специальная авиатехника – пожарные вертолеты, самолеты;
- пожарные поезда, суда;
- приспособленная для целей пожаротушения техника – танки, трактора, тягачи, автоцистерны, прицепы со специальным оборудованием;
- возимые пожарные мотопомпы.

Их применение обусловлено необходимостью быстрой доставки к местам ЧП боевых расчетов пожарно – спасательных подразделений со всем необходимым комплектом насосно – рукавного оборудования: механизированного, ручного инструмента, различных средств защиты для ведения разведки, работ по эвакуации людей из зданий/сооружений, локализации/ликвидации пожара.

Для забора воды мобильными средствами пожаротушения используются гидранты, установленные на сетях наружного противопожарного водоснабжения, пожарные водоемы, резервуары, пирсы, имеющиеся на территориях населенных пунктов, промышленных предприятий.

К подручным средствам тушения пожара относятся:

- совковые, штыковые лопаты, при помощи которых можно закидать пожар песком, землей, мелкой галькой;
- топоры, ломы, багры. Данный инвентарь, используемый в хозяйстве, включая ведра, входит в комплектацию пожарного щита;

– одеяла, пледы, плащи, накидки от дождя, куртки из плотных натуральных тканей, которыми можно, накинув на очаг пожара, и его потушить, в т.ч. горящую одежду на человеке.

#### 4.6 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

В таблице 4.5 приведены организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ.

Таблица 4.5 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ

Наименование технологического процесса	Реализуемые организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ	Предъявляемые требования по обеспечению ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Опрокидывание болида «Формула-Студент»	Наличие свидетельства по ПБ на используемое оборудование, инструмент	Приобретение оборудования имеющего сертификаты качества и соответствия
	Обучение по мерам ПБ (противопожарный инструктаж, пожарно-технический минимум)	Своевременное и регулярное проведение различных видов инструктажей под роспись
	Выполнение регулярных и качественных планово-предупредительных и ремонтных работ, модернизация и оптимизация оборудования	Осуществление профилактики оборудования в соответствии с заблаговременно разработанным графиком. Определение приказом ответственного за своевременное проведение профилактических работ
	Наличие предусмотренных законодательством РФ табличек безопасности знаков, информационных	Знаки и информационные таблички безопасности, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
	Размещение технологического оборудования не создающее препятствий для эвакуации персонала и использованию средств пожаротушения	Должно быть обеспечено беспрепятственное движение персонала к эвакуационным выходам и средствам пожаротушения

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3
	Своевременное обновление средств пожаротушения	Средства пожаротушения всегда должны находиться в исправном состоянии. Не допускается использование средств пожаротушения с истекшим сроком действия
	Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с государственным стандартом ГОСТ Р 12.2.143–2009	Наличие действующего плана эвакуации, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах. Следует учитывать и требования к расстоянию между схемами: оно не должно составлять больше 60 метров
	Изготовление и размещение средств наглядной агитации по обеспечению ПБ	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению ПБ

**4.7 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса опрокидывания болида «Формула-Студент»**

В таблице 4.6 приведена идентификация экологических факторов технологического процесса подъема болида «Формула-Студент».

Таблица 4.6 – Идентификация экологических факторов технологического процесса опрокидывания болида «Формула-Студент»

Технический объект, процесс	Структурные составляющие технического объекта, процесса	Антропогенное воздействие технического объекта на:		
		атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4	5
Опрокидывание болида «Формула-Студент»	Опрокидыватель спортивного болида «Формула-студент», приспособления, производственный персонал	Пыль, масляные испарения	Не обнаружено	Изношенная спецодежда, ТБО, упаковки запчастей, электроды, лом черных и цветных металлов

В таблице 4.7 приведены разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия процесса опрокидывания болида «Формула-Студент».

Таблица 4.7 – Разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия процесса опрокидывания болида «Формула-Студент»

Технический объект, процесс	Перечень мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Опрокидывание болида «Формула-Студент»	Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке вытяжных шкафах (зонтах). Периодический контроль за параметрами воздуха в рабочей зоне	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Изношенная специальная одежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Отходы вывозятся в соответствии с заключенным договором с региональным оператором Самарской области

Заключение по главе «Безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент»».

В данном разделе ВКР представлен технологический паспорт опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент», в котором отражено следующее:

– технологические операции, определены должности работников согласно Приказу Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст, перечень производственно-технологического оборудования, конструкционных расходных материалов и веществ (таблица 4.1);

– идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков по технологическому процессу опрокидывания спортивного болида «Формула-студент» (таблица 4.2);

- подбор СИЗ для работников (таблица 4.3);
- мероприятия по обеспечению ПБ в гаражной мастерской, идентификация класса пожара и опасных факторов пожара, разработка средств, методов и мер обеспечения ПБ (таблица 4.4, 4.5);
- экологические факторы и мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на опрокидывателе спортивного болида «Формула-студент» (таблица 4.6, 4.7).



## 5 Расчет эффективности спроектированной конструкции

### 5.1 Определение себестоимости изготовления

Для того чтобы определить затраты на покупку сырья и материалов, необходимых для изготовления конструкции воспользуемся формулой (24) [20]

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (24)$$

С целью упорядочения затрат на покупку сырья и материалов сводим данные в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Затраты на покупку сырья и материалов

Материал (сырье)	Единица измерения	Необходимое кол-во материала	Цена, рублей	Сумма, рублей
Труба профильная	м	22	162	3564
Прокат трубный	кг	3,1	128	396,8
Уголок	м	8,5	88	748
Горячекатаный лист (4 мм)	м	3	1710	5130
Эмаль	л	2	420	840
Грунт	л	2	347	694
Разное:	-	-	-	1250
ИТОГО:				12622,8
Расходы на транспортировку и заготовку:				883,6
ВСЕГО:				13506,4

Для того чтобы определить затраты на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (25)

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (25)$$

С целью упорядочения затрат на покупные изделия сводим данные в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Затраты на покупные изделия

Наименование покупного изделия	Кол-во, шт.	Цена за ед., рублей	Сумма, рублей
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
Гидроцилиндр	1	2640	2640
Пульт управления	1	1600	1600
Приводная станция	1	9100	9100
Цепь	4	720	2880
Метизы	100	2,7	270
Разное	-	-	1400
ВСЕГО:			17890

## 5.2 Определение затрат на заработную плату

Расчет затрат на заработную плату выполним по формуле (26)

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (26)$$

С целью упорядочения затрат на выплату основной заработной платы сводим данные в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Затраты на выплату заработных плат

Тип выполняемой операции	Необходимый квалификационный разряд работника	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, рублей/час	Заработная плата, рублей
Заготовительная	3	5	52,2	261
Сварочная	5	6	61,2	367,2
Токарная	5	3	55,9	167,7
Фрезерная	4	2	52,2	104,4
Сверлильная	4	4	55,9	223,6
Слесарная	4	7	55,9	391,3
Сборочная	5	2	52,2	104,4
Окрасочная	3	2	55,9	111,8
Испытательная	4	5	52,2	261
Итого:				1992,4
Выплата премии:				398,48
Заработная плата (основная):				2390,88

Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы выполним по формуле (27) [19]

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (27)$$

где  $K_D$  – коэффициент доплат до часового фонда,  $K_D = 1,1$  [20].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (27)

$$Z_D = 2390,88 \cdot 1,1 = 239,08 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на отчисления ЕСН выполним по формуле (28) [20]

$$O_C = (Z_O + Z_D) \cdot K_C, \quad (28)$$

где  $K_C$  – коэффициент доплат до часового фонда,  $K_C = 0,26$  [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (28)

$$O_C = (2390,88 + 239,08) \cdot 0,26 = 683,79 \text{ руб.}$$

### **5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования**

Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования выполним по формуле (29)

$$P_{\text{cod.ob}} = Z_O \cdot K_{ob}, \quad (29)$$

где  $K_{ob}$  – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, принимаем  $K_{ob} = 1,04$  [20].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (29)

$$P_{\text{cod.ob}} = 2390,88 \cdot 1,04 = 2486,51 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общепроизводственные нужды выполним по формуле (30)

$$P_{\text{onp}} = Z_O \cdot K_{onp}, \quad (30)$$

где  $K_{onp}$  – коэффициент, учитывающий общепроизводственные расходы, принимаем  $K_{onp} = 1,5$ .

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (30)

$$P_{opr} = 2390,88 \cdot 1,5 = 3586,32 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на работу цеха (себестоимость цеховая) выполним по формуле (31)

$$C_{ц} = M + \Pi_{II} + Z_O + Z_D + O_C + P_{соб.об} + P_{opr}. \quad (31)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (31)

$$C_{ц} = 13506,4 + 17890 + 2390,88 + 239,08 + 683,79 + 2486,51 + 3586,32 = 42035,29 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общехозяйственных расходы выполним по формуле (32)

$$P_{охр} = Z_O \cdot K_{охр}, \quad (32)$$

где  $K_{охр}$  – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, принимаем  $K_{охр} = 1,6$ .

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (32)

$$P_{охр} = 2390,88 \cdot 1,6 = 3825,40 \text{ руб.}$$

Расчет общих затрат выполним по формуле (33)

$$C_{пп} = C_{ц} + P_{охр}. \quad (33)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (33)

$$C_{пп} = 42035,29 + 3825,40 = 45860,7 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на внепроизводственные нужды выполним по формуле (34)

$$P_{ВН} = C_{ПР} \cdot K_{внепр}, \quad (34)$$

где  $K_{внепр}$  – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, принимаем  $K_{внепр} = 0,05$ .

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (34)

$$P_{ВН} = 45860,7 \cdot 0,05 = 2293,03 \text{ руб.}$$

#### **5.4 Определение общих затрат на изготовление конструкции**

Расчет общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств выполним по формуле (35)

$$C_{Общ} = C_{ПР} + P_{ВН}. \quad (35)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (35)

$$C_{ПР} = 45860,7 + 2293,03 = 48153,73 \text{ руб.}$$

Таким образом, ориентировочная стоимость изготовления спроектированного опрокидывателя составляет 48153,73 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью, в рамках выполнения ВКР была спроектирована конструкция опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент».

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

Во-первых, рассмотрены различные конструкции опрокидывателей, их достоинства и недостатки.

Во-вторых, разработаны техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, проведен расчет элементов конструкции.

В-третьих, представлен технологический процесс опрокидывания болида класса «Формула-студент».

В-четвертых, рассмотрена безопасность и экологичность опрокидывателя спортивного болида «Формула-студент».

В-пятых, приведен расчет эффективности спроектированной конструкции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с.

2 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

3 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во"] / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

4 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А.,Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19. В надзаг.:Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

5 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

6 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

7 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с.

8 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей / Всесоюз. объединение "Союзсельхозтехника" Совета

Министров СССР. Гос. всесоюз. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка "ГосНИТИ". - Москва : [б. и.], 1975. - 118 с.

9 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с. : ил.

10 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

11 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

12 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

13 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

14 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с.

15 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

16 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петербур. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.



17 Голубовский, В. И. Детали машин и подъемное оборудование / В. И. Голубовский, И. М. Ковлер. - Алма-Ата : Мектеп, 1985. - 412 с.

18 Экологические свойства автомобильных эксплуатационных материалов: учеб. пособие / А. И. Грушевский [и др.] ; Сибирский федеральный университет. - Красноярск : СФУ, 2015. - 220 с.

19 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 22 с.

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие с / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Спецификация**

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. появлен.			
								Справ. №			
					<u>Документация</u>						
	A4			19.БР.ПЭА.319.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	53 стр.				
	A1			19.БР.ПЭА.319.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	2					
					<u>Сборочные единицы</u>						
	A1	1		19.БР.ПЭА.319.6101.000	Платформа	1					
		2		19.БР.ПЭА.319.6102.000	Рама	1					
					<u>Детали</u>						
			3	19.БР.ПЭА.319.6100.003	Ось	2					
			4	19.БР.ПЭА.319.6100.004	Ось	2					
			5	19.БР.ПЭА.319.6100.005	Упор предохранительный	2					
					<u>Стандартные изделия</u>						
			8		Болт М12х45 ГОСТ 7798-70	12					
			9		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	12					
			10		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	12					
			11		Шайба 12Н ГОСТ 6402-70	12					
					<b>19.БР.ПЭА.319.6100.000</b>						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Опрокидыватель спортивного боллда класса "Формула Студент"			Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Ахметов А.А.							1	1	2
	Пров.	Драчев О.И.				ТГУ, ИМ, гр. ЭТКДВ-1431а					
	Исполн.	Егоров А.Г.									
	Утв.	Бобровский А.В.									
Копировал						Формат А4					



		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. поимен.						<u>Документация</u>		
	A1				19.БР.ПЭА.319.61.01.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
Сплав. №						<u>Сборочные единицы</u>		
	1				19.БР.ПЭА.319.61.01.01.000	Рама	1	
	2				19.БР.ПЭА.319.61.01.02.000	Фиксатор	8	
						<u>Детали</u>		
Подп. и дата		3			19.БР.ПЭА.319.61.01.01.003	Винт регулировочный	2	
		4			19.БР.ПЭА.319.61.01.01.004	Ось	2	
		5			19.БР.ПЭА.319.61.01.01.005	Направляющая неподвижная	1	
		6			19.БР.ПЭА.319.61.01.01.006	Направляющая подвижная	1	
		7			19.БР.ПЭА.319.61.01.01.007	Упор	4	
Взам. инв. №						<u>Стандартные изделия</u>		
		8				Гайка М20 ГОСТ 5914-70	2	
Подп. и дата					19.БР.ПЭА.319.61.01.000			
	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Ахметов А.А.			Опрокидыватель спортивного оболда класса "Формула Студент"			
	Пров.	Драчев О.И.						
	Нконтр.	Егоров А.Г.			Лит.   Лист   Листов       1			
	Утв.	Бодоровский А.В.						
					ТГУ, ИМ, зр. ЭТКДВ-14.31а			
					Копировал Формат А4			