

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

Институт машиностроения

(наименование института)

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 Прицеп для перевозки спортивного болида Формула-Студент

Студент

Д.Ю. Кортягов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора - директор
института машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В соответствии с заданием на разработку, в пояснительной записке к бакалаврской работе представлены данные по спроектированному прицепу для перевозки спортивного болида Формулы-Студент. Тип прицепа – одноосный, назначение – перемещение спортивных автомобилей с использованием метода частичной погрузки передней оси.

Проектный технологический расчет выполнен по заданию на проектирование, при этом представлен рабочий проект, планировка площади учебно-производственной мастерской спортивной команды ТГУ. По разработке спланирован корпус производственных работ с учетом расположения прицепа в учебной лаборатории. Для установки прицепа произведена разработка планировочного места размещения.

Исследовано и проанализировано технологическое оборудование – для проводимых работ, связанных с транспортировкой легковых автомобилей на прицепах. Обзор существующих конструкций выполнен в виде сравнения достоинств и недостатков рассматриваемых вариантов. По выбранной конструктивной схеме прицепа, определены заданные параметры. В разделе по разработке конструкции проведены прочностные расчеты основных узлов и их деталей, отобраны элементы крепления и их размер.

Проект проанализирован по условиям безопасных условий трудовой деятельности работников с использованием технологий действующего производства, а также соблюдения экологических норм, защиты от пожарной опасности объектов и охранных мероприятий по защите природы.

Определена экономическая эффективность деятельности при модернизации оборудования и стоимостная оценка технического усовершенствования разрабатываемых проектных решений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Основа проекта «Formula Student TGU»	7
1.1 Разработка и направления развития проекта	7
1.2 Модель проектно-производственной мастерской «FS».	11
1.2.1 Формирование задач и мест проектного центра.	13
1.2.2 Участок производства работ мастерской «FS»	14
1.3 Формирование задач проекта мастерской «FS»	15
1.4 Основы перевозки болида.	15
2 Разработка конструкции прицепа для транспортировки спортивного болида .	19
2.1 Техническое задание на проект прицепа-транспортировщика спортивных болидов Формула-Студент	19
2.2 Техническое предложение	23
2.3 Разработка элементов конструкции	29
2.4 Инструкция по эксплуатации	31
2.5 Руководство по обслуживанию.	33
3 Технологические процессы транспортировки спортивного болида Формула-Студент	34
3.1 Подготовительные операции к работе	34
3.2 Установка спортивного болида на платформу	34
3.3 Операции при транспортировке спортивного болида	35
3.4 Снятие автомобиля с прицепа	35
4 Исследование безопасности и экологичности проекта	36
4.1 Конструктивная и технологическая характеристики проектируемого объекта .	36
4.1.1 Участок производственный проекта «Formula Student»	36
4.2 Производственно-технологические и эксплуатационные профессиональные риски и их идентификация при ремонте автомобилей . .	36
4.3 Технические меры, применяемые для снижения рисков профессионального характера	37
4.4 Защита проектируемого объекта от пожарной и техногенных опасностей .	38

4.4.1. Выявление потенциальных факторов возникновения пожара	38
4.4.2. Технические средства и организационные мероприятия	38
4.5 Меры обеспечения экологической безопасности разрабатываемого проекта .	40
5 Проектная экономическая эффективность	44
5.1 Данные для проектного экономического расчета	44
5.2 Определение фондового времени работы оборудования	45
5.3 Расчет и структурная себестоимость от применения подъемника . .	45
5.4 Необходимое оборудование и коэффициент его загруженности. . . .	45
5.5 Капитальные вложения прямые и сопутствующие в соответствии с базовым и проектным вариантами	46
5.6 Полная себестоимость эксплуатации в структуре базового и проектируемого вариантов конструкции и стоимость оказания услуг . .	47
5.7 Показатели экономических расчетов применения оборудования	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А	53

ВВЕДЕНИЕ

«Формула Студент» (официально Formula Student или Formula SAE— зависит от организатора) — инженерные студенческие соревнования, организованные Сообществом автомобильных инженеров (SAE) еще в 1978 году. Спустя три года прошли первые этапы. Сейчас этот проект включает четыре направления: «Формула Студент» (классы с углеводородным, комбинированным (гибридным), или электрическим приводом и Баха SAE (ранее miniBaja). Соревнования проходят по всему миру и являются одними из самых масштабных.

Проект «Formula-Student» организован американским сообществом инженеров - автомобилистов (SAE). Согласно действующего регламента, данный проект циклического действия, поскольку в течение одного года его реализацией должна заниматься одна команда. Через год команда частично обновляется и перед ней ставится новая задача на следующий сезон.

В проекте соединяются элементы образовательных, спортивных и инженерных международных состязаний студенческих команд. В работе широко используется техническое творчество, экономические расчеты, применяются управленческие решения. Вместе с соревновательными элементами решаются задачи презентационного, маркетингового и рекламного характера.

В 2007 году была основана новая команда «Формула Гибрид МАДИ», которая уже в 2008 году приняла участие в американском этапе, а осенью того же года на соревнованиях в Италии в Class 3 (класс технических проектов и бизнес презентаций) заняла 1-е место. Впервые в 2007 году первая российская команда FRAMBIT MADI серии Mini Baja приняла участие в крупнейших соревнованиях серии во Флориде, США.

Первый российский болид с гибридным приводом «Стрекоза» команды «Формула Гибрид МАДИ». В сезонах 2009 и 2010 года команда успешно отстаивала честь России на соревнованиях в США, в 2011 году команда заняла

первое место на соревнованиях в Италии в Class 1. Отдельно стоит отметить команду из Тольятти, которая также успешно прошла все динамические показатели.

В 2009 году в НГТУ им. Р.Е.Алексеева была основана команда «Amigo», дебют которой на международных соревнованиях состоялся в сезоне 2013 года. Следом за МАМИ из московских Вузов к участию в международных европейских соревнованиях в 2012 подключился Российский Университет Дружбы Народов (РУДН), где силами студентов инженерного факультета был построен автомобиль. В 2012 году команда из Челябинска, создала свой первый болид.

Семь российских команд побывали на соревнованиях FormulaStudentItaly 2013. В 2014 году состоялось знаковое событие – был проведён первый полномасштабный международный этап в России – «FormulaStudentRussia 2014» с приглашением лучших мировых судей серии Formula Student. Успешные соревнования дали мощный импульс к развитию студенческих инженерных движений в России.

В 2013 команда Формула Гибрид МАДИ была преобразована в «FormulaElectricMADI» и представила в Италии первый российский автомобиль класса FormulaStudentElectric – «Белуха», передвигающейся исключительно на электрическом приводе.

В 2015 году число команд, посетивших Всероссийский Форум «Студенческих инженерных проектов» (www.fs-forum.ru) составило 27 (и еще 5 команд не смогли приехать по различным причинам, в том числе 2 из Украины).

1 Основа проекта «Formula Student TGU»

1.1 Разработка и направления развития проекта

Проект «Formula-Student» организован американским сообществом инженеров - автомобилистов (SAE). Проект начинался в США, в городском университете Хьюстона в 1981 году. Среди студенческих инжиниринговых соревнований на сегодняшний день проект «Formula Student» является одним из самых популярных и масштабных. Студенческому коллективу поставлена задача по изготовлению абсолютно нового гоночного автомобиля в рамках участия в классе «Formula Student». Команда должна самостоятельно найти все узлы и агрегаты, необходимые для сборки, соблюдая все регламентные требования при этом.

Участникам автокросса формульных этапов, университетским командам, составленным из студентов и аспирантов, соревнования серии Formula SAE формулирует ряд задач. Это такие задачи, как проектирование, конструирование, производство и участие малых автомобилей в соревнованиях.

Команды Student's Engineering Group (SEG-MADI), обучающиеся в Московском автомобильно-дорожном институте явились первопроходцами от Российской Федерации в «Formula Student». Команда дебютировала в 2006 году в Германском форуме. [2]

Студенты команды Тольяттинского государственного университета впервые в 2008 году участвовали в этапе международного студенческого конкурса создателей гоночных автомобилей (болидов) «Formula Student» (FS). Один из гоночных автомобилей, представленных в соответствии с рисунком 1.1, был спроектирован на площадях ТГУ и изготовлен в рамках конкурса в мастерских. Этот проект соответствует рамкам международного регламента соревнований. Победы первой команды в ряде номинаций конкурса по результатам российских этапов соревнований свидетельствуют о том, что выполнение работы была проведено на сравнительно высоком профессиональном уровне.

В продолжение участия ТГУ в этом международном конкурсе заинтересованы участники команды, руководитель проекта и в целом весь университет. Университет способствует повышению известности, как в отечественных, так и в международных образовательных и автомобильных профессиональных кругах формульной команды ТГУ. Команды участвуют в соревнованиях и прилагают усилия к продвижению собственного бренда, стараясь улучшить позиции в рейтинге специалистов.



Рисунок 1.1 Первый болид команды ТГУ Тольятти 2008 года

Для участия в соревнованиях «Formula Student» многие ведущие вузы мира направляют студенческие команды, благодаря чему осуществляют более плодотворную работу по подготовке инженеров - автомобилистов. Однако, за плечами большинства этих участников – как правило, многолетний опыт создания прототипов, и они являются доками этого дела. Благодаря опыту и знаниям, болиды совершенствуются из года в год. Члены команд каждого из вузов имеют опыт многократного совместного труда в проектах по проектированию и изготовлению конструкции. Обучение в вузе многих участников команд из других университетов не относится непосредственно к деятельности «Formula Student». В данном случае проект рассматривается не как плановое мероприятие с чёткой учебной структурой и очерченным кругом

обогревательных задач и актуализации обучения, а как постоянное увлечение, хобби, креативное занятие.

В составе команды проекта Тольяттинского государственного университета обычно ежегодно находятся от 20 до 26 участников. В команду ТГУ входят студенты различных кафедр, используя опыт реализации уже нескольких последовательных участий в проектах «Formula-Student».

Разработка конструкции измерительного оборудования по определению массово центровочных координат спортивного болида предложена в качестве основного направления выпускной квалификационной работы. Для проведения точных расчетов при разработке тормозных механизмов, рулевой системы управления спортивным болидом необходимо знать массово-центровочные параметры болида, которые имеют решающее значение для расчетов. Использование этих знаний позволяет провести оптимизацию конструкции болида. При этом на стадии проектных работ повышается точность расчетов СКБ «Формула-студент».

Вместе с работой студентов в «команде», как еще называют проектную группу, происходит параллельно и процесс их обучения. [4]

Регламент представляет собой главный документ проекта. Он включает в себя определенный перечень этапов, который начинается с проектирования гоночного автомобиля и заканчивая его трассовыми проездами. Экономические, маркетинговые и PR-акции также связаны со всеми предусмотренными мероприятиями. Поэтому студенты различных направлений подготовки обязательно должны присутствовать в составе команды. Происходит формирование (определение) лидера, называемого капитаном команды, как и в любой спортивной команде. В соответствии с задачами проекта, которые предстоит решать команде, формируются ее структура и состав. Они представлены в соответствии с рисунком 1.2. По сути деятельности группы остаются постоянными, но название этих групп может меняться от проекта к проекту. Из года в год количественный состав структуры команды из студентов и аспирантов вуза постоянно изменяется. Но после

окончания определенных этапов проекта, не происходит полного расформирования команды.

В рамках университета должно быть обеспечено постоянное обновление «потока» студентов, которое обеспечит эффективность деятельности мастерской как структурного подразделения образовательной системы. Каждый год состав команды проектно-производственной мастерской должен обновляться минимум на 50%.

После ухода выпускников, в команду приходят новые студенты, благодаря чему в составе команд происходит обязательное ежегодное обновление.

В проекте не должно быть массового характера участия студентов. Иначе о работе в команде и практико-ориентированном обучении и характерной особенности программы вести речь будет затруднительно.

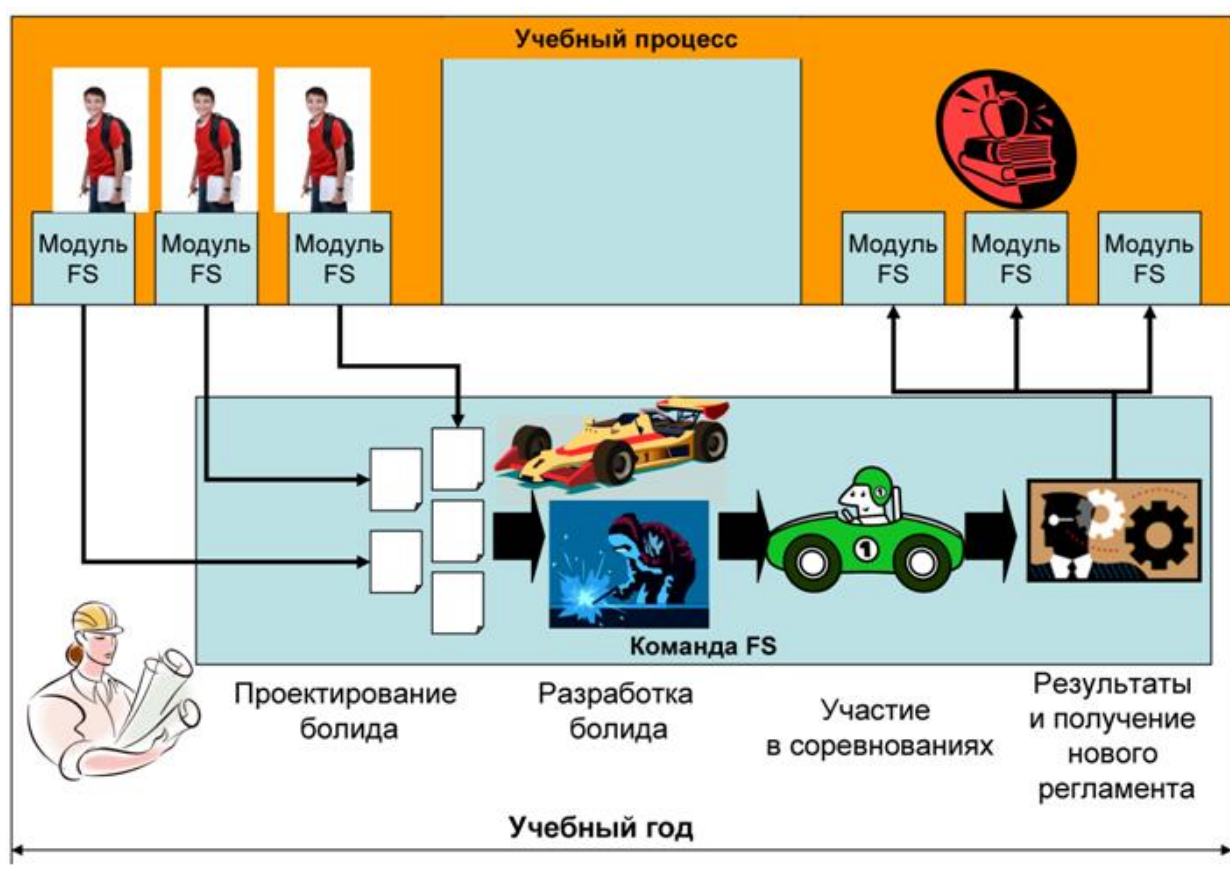


Рисунок 1.2 - Структура и состав проекта

Завершающим этапом испытания для команд является окончательная сборка автомобиля, который может быть предоставлен для выступлений на

этапах соревнований, заключенных в регламентах FSAE. Возможности демонстрации своих творческих способностей и инженерных навыков, в сравнении с университетскими командами других стран дают командам именно соревнования.

Оценка автомобилей судьями делается после проведения серии обязательных статических и динамических дисциплин по регламенту. К ним относятся: презентации и защиты конструкции, техническое инспектирование, стоимостная оценка, индивидуальные ходовые испытания и проверочные заезды на выносливость. [3]

Насколько хорош автомобиль с точки зрения конструкции, показывают оценки, выставляемые за выполнение динамических испытаний. В качестве минимально удовлетворительных показателей, которые используются при начислении баллов, для динамических дисциплин определены следующие:

Начисленное количество баллов:

За дисциплины статических испытаний:

Предоставление презентации – 75

Модель конструкции – 150

Стоимостной анализ – 100

За дисциплины динамических испытаний:

Наибольшее ускорение – 75

Упражнение «восьмёрка» – 50

Точность траекторного управления – 150

Топливная экономичность – 100

Заезды на выносливость – 300

Итого: 1000 (тысяча) баллов.

1.2 Модель проектно-производственной мастерской «FS»

Важнейшая задача, которая решается при использовании обучения, ориентированного на практический результат - это оформление работ, заключенных в рамки конструирования и изготовления болида. Реализуются

эти работы в виде учебных программ, входящих в определённые курсы обучения. Некоторая часть теоретических аудиторных занятий предоставляется студентам в качестве альтернативы программ, предусмотренных учебным планом университета.

Результатом работы над проектом стало создание в ТГУ проектно-производственной мастерской в виде специального проектного центра «SPC Formula TGU». Мастерская является виртуальным предприятием, основным видом деятельности которого является изготовление болидов. Благодаря созданной на базе проектного центра практико-ориентированной площадке, она может быть включена в её структуру в виде образовательного акцента. То есть, помимо производственных и проектных работ, в деятельность мастерской входит и образовательная составляющая.

В соответствии с рисунком 1.3 представлена схема практико-ориентированной площадки в ТГУ.

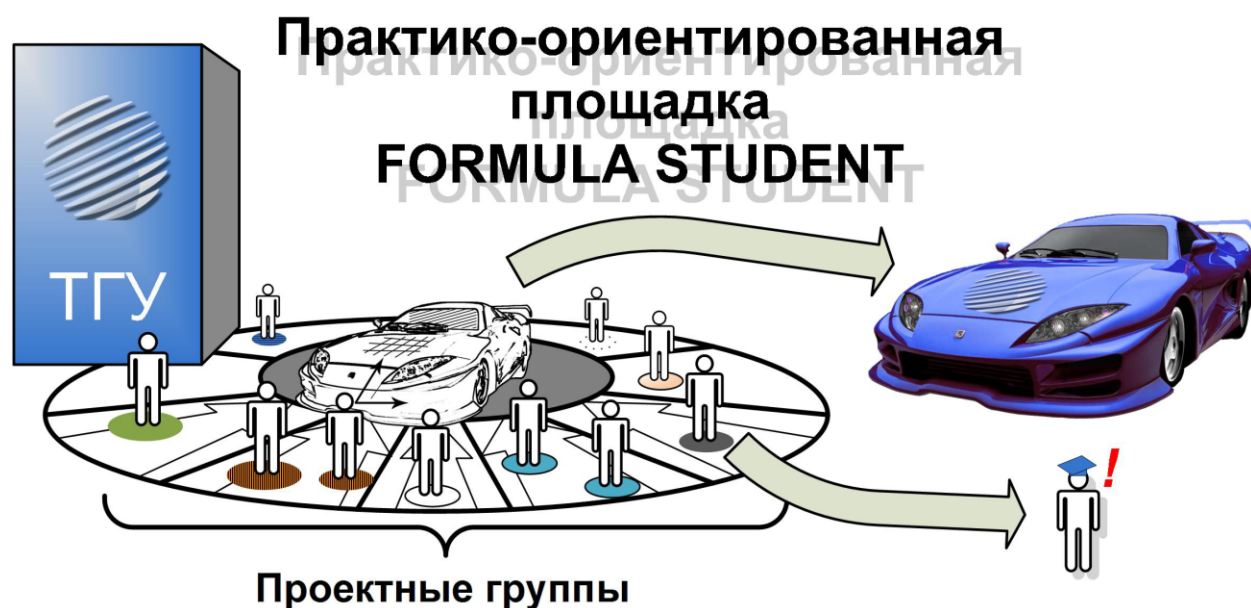


Рисунок 1.3 – Проект площадки «Formula Student»

Весь комплекс работ по выполнению конструкторско-технологической подготовки изготовления гоночных автомобилей должен выполняться на предназначенных для этой цели участках проектного центра мастерской «FS». В первую очередь, разработка внешности будущего болида является одним из видов деятельности центра. Сборка машины невозможна без полного

комплекта проектных конструкторско-технологических документов, он является главной движущей силой центра проектирования. Для реализации проекта разрабатываются трёхмерные геометрические САД-модели элементов машины. Оформляются обязательные отчёты в виде пояснительных записок, наборов диаграмм и иных результатов исследований технических моделей проекта. Они выполняются в виде документированных результатов расчётов при помощи систем САЕ, в проводимых инженерных разделах. Задачами, поставленными перед проектным центром, являются подготовка и сдача документации финансовой отчетности. Помимо самого автомобиля разрабатываются презентации для участия в конкурсе, проекты рекламной продукции, тексты для освещения событий. Кроме того, принимаются решения, необходимые в процессе создания болида, для организации соревнований и прочих необходимых продуктов творческого процесса.

1.2.1 Формирование задач и мест проектного центра

По видам решаемых задач, направленных на создание гоночного автомобиля и участие в соревнованиях, деятельность проектного центра структурируется на ряд групп. Для эффективного решения, задачи и формируемые на их основе группы задач разделяются по принадлежности. Задачи, которые являются непосредственно проектировочными и производственными по сборке болида и отладки работы его систем разделяются на задачи «инженерного» и «обеспечивающего» направлений.

Разделение задач проектного центра по группам и местам:

Инженерно-проектные:	Обеспечивающие:
Двигатели внутреннего сгорания	PR-менеджмент
Трансмиссия	Экономика и финансы
Шасси	Графический дизайн
Кузова, каркасы и интерьер	Журналистика
Электрооборудование	Иностранный язык
Компонование автомобиля	
Автомобильный дизайн	

Инженерные расчёты (CAE)

Технологическая подготовка производства

Комплексные испытания автомобиля

1.2.2 Участок производства работ мастерской «FS»

Производственный участок занимается решением задач, связанных с непосредственным изготовлением автомобилей, в соответствии с рисунком 1.4. При этом должно быть обеспечено выполнение максимального количества производственных процессов. Для успешной деятельности, участку требуется наличие оборудования и оснастки соответствующего технологического назначения и подготовленного персонала. Специальная подготовка не требуется при проведении работ с простыми машинами и инструментами. В этом случае их могут выполнять студенты, работающие на безвозмездной основе в проекте в рамках непосредственного или факультативного обучения в вузе. Для работы на металлорежущих станках, прессах и другом сложном технологическом оборудовании допускаются только студенты или работники с квалификацией соответствующего уровня.



Рисунок 1.4 – Схема подразделений участка производства FS

1.3 Формирование задач проекта мастерской «FS»

1 Разработка проектно-технической документации автомобиля, учитывающей регламентные требования проекта «Formula-Student» SAE.

2 Обеспечение финансирования проекта привлечением дополнительных средств от грантов, спонсорской помощи, возможностей создания производств и так далее.

3 Изготовление базового гоночного болида на конкурентной основе.

4 Участие в очередных этапах соревнований международного значения «Formula-Student».

5 Использование проекта в качестве производного контента по внедрению модели практико-ориентированного обучения студентов в ТГУ.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМАНДЫ ПРОЕКТА «FORMULA-STUDENT».

Формирование команды участвующих в проекте происходит в самый начальный период его реализации. Реализацией конкретных задач, поставленных команде, занимается конкретная структура в составе команды. Задачи команде ставятся ее капитаном совместно с научным руководителем (куратором), ответственным за проект, который назначается из числа преподавателей. Возникающие вопросы и проблемы при взаимодействии проектных отделений из направлений команды, необходимо формулировать в качестве технического задания. Эти вопросы в обязательном порядке должны обсуждаться на общем собрании коллектива для принятия решений по конкретным темам. За достижение конечной цели проекта отвечает каждая группа, эффективность деятельности групп определяется по полученным результатам.

1.4 Основы перевозки болида

При выполнении работы над автомобилем в рамках проекта, у студентов формируется опыт в различных сферах деятельности, таких как проектная, дизайнерская. Также происходит освоение дисциплин в области механики, экономики, рекламы, логистики и многих других. К основным задачам данного

соревнования относится развитие инженерного, творческого и экономического мышления студентов, а также способностей работы в едином коллективе.

Formula Student существует уже 35 лет, начиная с 1981 года, что позволяет считать проект вполне состоявшимся. Как правило, чемпионат состоит из нескольких этапов определенных тематик. Проведением этапов занимаются в разных странах, как например, в США, Германии, Венгрии, Австрии, Испании, Великобритании, Китае, Австралии, Италии и так далее.

Заинтересованность в принятии участия в данном классе соревнований проявляется многими российскими командами. В нашей стране, наряду с командами из таких крупных городов, как Москвы, Тюмени и Екатеринбурга участвует Тольяттинская команда ТГУ. Задачи перед студентами в связи с этим поставлены нелегкие. Одна из них состоит в том, чтобы спортивный болид попал из одной страны в другую, на международный соревновательный этап.

Регламентом запрещается использовать гоночный болид в качестве личного транспортного средства. Перемещение автомобилей своим ходом разрешается только в пределах трасс для практических заездов и подготовки к соревнованиям. Главной целью данной работы и является решение этой проблемы. Должны быть обоснованы приемлемые методики и возможности перевозки на различные расстояния гоночного болида, который имеет массу в пределах 350 кг и размеры по длине - 2,5 м, по ширине - 1,5 м.

Различные возможности для транспортировки грузов можно реализовать воздушным, водным, наземным видами транспорта, которые представляют собой единый комплекс средств.

Воздушным видом транспорта, как правило, предпочтительно воспользоваться, если возникла необходимость срочной доставки груза. Однако воздушный вид транспорта является весьма затратным, о чем не стоит забывать, особенно при негабаритном грузе. Кроме авиаперелета из одного аэропорта в другой, возникает необходимость осуществлять транспортировку

болида из аэропорта до места назначения. Поэтому возникает потребность в дополнительных видах транспортировки.

К особому виду транспортировки относится международная морская перевозка грузов, для осуществления которой пользуются посредничеством специального транспортного судоходства. Наиболее предпочтительными для морского вида перевозок являются контейнерные перевозки. Контейнерный вид перевозок является современным, наиболее экономичным и безопасным видом транспортировки грузов. Он используется как во внутренней, так и в международной морской перевозке груза. Однако для контейнерной транспортировки масса груза должна быть не менее 100 кг. Благодаря пломбированию обеспечивается сохранность груза, что является главным достоинством контейнерных перевозок.

Такие виды перевозок, как железнодорожная и автомобильная являются наиболее распространенными для нашей страны. Наиболее традиционным и экономичным способом доставки самых разнообразных грузов является международная железнодорожная перевозка. Главным преимуществом международных перевозок является возможность перемещения за короткий срок грузов, имеющих существенные габариты и объем.

Один из самых востребованных видов транспортных услуг на сегодняшний день, это международные перевозки автомобильным транспортом. Международная автомобильная перевозка грузов в таможенном режиме осуществляется между различными государствами, входящими в Международную Конвенцию Дорожной Перевозки груза.

Перевозки болида в пределах междугородного сообщения целесообразно проводить, используя специализированный подвижной состав. В наилучшем случае, может быть приспособлен кузов автомобиля-фургона, прицеп или специально разработанное устройство.

Наиболее часто возникает необходимость переместить болид на небольшое расстояние, не выезжая за пределы города, например. Здесь предпочтителен прицеп с одной осью, применяемый в качестве автомобильного

эвакуатора неисправных машин. Такая транспортировка спортивного болида представляется наиболее предпочтительной при участии в мероприятиях городского характера, например, таких как выставки, презентации, демонстрации на автомобильных конференциях. Достоинства одноосных прицепов заключаются в их малых габаритах, небольшой массе и стоимости, а также в удобстве их хранения и простоте эксплуатации.

2 Разработка конструкции прицепа для транспортировки

спортивного болида

2.1 Техническое задание на проект прицепа-транспортировщика спортивных болидов Формула-Студент

Назначение стенда - перемещение спортивных автомобилей с использованием метода частичной погрузки передней оси. Прицеп для автомобиля-тягача, предназначенный для движения в условиях дорог и городских улиц. Грузоподъемность устройства до 750 кг. Допускаемая скорость транспортировки устройства максимально до 50 км/час.

Наименование и область применения. Прицеп автомобильного типа. Устройство предназначено для перемещения спортивного автомобиля, при его транспортировании по автодорогам с твердым асфальто-бетонным покрытием. Использование прицепа на открытом воздухе, на дорогах общего назначения. Условия постоянного нахождения - на участке проектного центра в закрытом помещении, где имеется искусственное освещение и вентиляция, температурный режим от +10 до +45 градусов Цельсия, в зоне нахождения оборудования предусматривается источник переменного электротока. [4]

Основание для разработки. Проект прицепа транспортировочного выполняется в соответствии с заданием на кафедре ПЭА по теме выполняемой бакалаврской работы: «Прицеп для перевозки спортивного болида Формула-Студент».

Цель и назначение разработки. Спроектировать прицепно-транспортировочное устройство для перемещения спортивных болидов. Подъемник - стенд для легковых автомобилей по организации инженерных студенческих соревнований, должен применяться на площадях ТГУ, проектного центра формульной команды ТГУ.

Источники разработки. Прицеп одноосный легковых автомобилей «750TD».

Технические требования.

Состав прицепа: рама, стойки, опора, платформа, траверсы, сцепное устройство, автомобильные колеса и шины, брызговики. Для облегчения погрузки - выгрузки спортивного болида могут быть предусмотрены съемные траверсы, силовая лебедка. Прицепное устройство оснащается элементами закрепления к нему спортивного болида. При погрузке-разгрузке спортивного болида должно быть исключено самопроизвольное движение прицепа. Для этого предусматривается оснащение прицепа выдвижными или поворотными стойками, которые обеспечат его неподвижную фиксацию в устойчивом положении.

Основа прицепа - рама сварной конструкции коробчатого типа с поперечинами. На платформе прицепа устанавливается устройство поворота. Для облегчения погрузки – разгрузки автоприцепа, он оснащается подъемником и направляющим устройством, предназначенным для точного направления колес. Траверсы должны позволять поднимать спортивные болиды с различными формами днища, подвесок и рам. Лебедка подъемника оснащается ручным механическим или гидравлическим приводом.

Сцепное устройство прицепа должно быть стандартным, для обеспечения его крепления к автомобильному тяговому устройству. Конструкция прицепа должна предусматривать его легкое перемещение вручную, а также с помощью легковых автомобилей.

Платформа прицепа закрепляется на кронштейнах опорно-поворотного устройства. Ручная лебедка с механическим приводом закрепляется на раме подъемника.

К поворотной стойке рамы шарнирно закрепляется поворачивающаяся платформа подъемного устройства, устанавливаются кронштейны рамы. В соответствии с рисунками 2.1 и 2.2 представлены рабочие положения и конструктивные схемы автомобильных одноосных прицепов, в качестве аналогов.

Подъемное усилие создается при помощи лебедки, которая закрепляется на раме прицепа. Усилие привода создается рукояткой лебедки. В сложенном

состоянии высота прицепа составляет 700 мм над уровнем пола, в поднятом положении высота прицепа 1650 мм.

Наибольшее усилие на рукояти ручного привода лебедки - 200 Н. Устройство должно быть транспортируемым подручными средствами, необходимо обеспечить складываемость платформы, без ее разборки на части. Непосредственно перед работой должна проверяться функциональность прицепа, состояние поперечин и оси, смазка подшипников и роликов, опор, ограничителей поворота платформы и сварных швов. Прицеп должен иметь предпочтительно соединения в виде болтов и сварных, в большинстве своем – сварных. Основной вид применяемых материалов – металлы, пластмассы.

Для рамы прицепа, стоек, опор, подхватов, кронштейнов применяются нормализованные конструкционные элементы: трубы прямоугольного или квадратного сечения, полосы. В качестве крепежа используются стандартные изделия. Материалы с характеристиками: сталь конструкционная Ст. 3 $\sigma_T = 200$ Н/мм²; $[\sigma_{сж}] = 157$ Н/мм²; ГОСТ 380–60.

Необходимо обеспечить преимущества прицепа перед прототипом, который выбран из аналогов: простота в изготовлении, обслуживании, работе. При этом предусматривается возможность изготовления элементов на производственно-техническом участке. Конструкция должна обладать небольшой массой, позволяющей перемещать его и устанавливать в оптимальном месте. Вероятность падения автомобиля с прицепа должна быть исключена, обеспечена безопасность труда и предотвращены аварийные случаи и производственный травматизм.

Преимущества прицепа перед прототипом, выбранным из аналогов, должны быть следующими : простота изготовления и обслуживания легкость управления при работе. Изготовление болида предусматривается в учебной лаборатории силами команды студентов, участников конструкторского проекта. Конструкция должна обладать небольшими габаритами и массой, предусматривающими ее перемещение и установку в оптимальном планировочном месте. Случаи производственного травматизма должны быть

предотвращены и обеспечена безопасность труда за счет исключения вероятности падения болида с прицепа.

Таблица 2.1 – Требуемые параметры прицепа

Название характеристик	Величина
Грузоподъемность, не менее	720 кг
Время погрузки/разгрузки	5-10/4-8 мин
Высота погрузочная	350 мм
Дорожный просвет, не менее	155 мм
Габаритная ширина, не более	2000 мм
Минимальное межосевое расстояние опор, не менее	1000 мм
Максимальная скорость движения	50 км/час
Масса прицепа, не более	160 кг
Грузоподъемность лебедки	0,5 т

Конструкция должна иметь форму с тектонической ясностью, т.е. выражать характер работы оборудования. Контуры должны обеспечивать пропорциональное композиционное равновесие элементов. Должно быть логическое согласование между переломами элементов формы. Не должно быть хаотичного расположения мелких деталей оборудования. Оборудование должно гармонично вписываться в интерьер помещения. Движущиеся части должны быть окрашены в желто-оранжевый цвет, внутренние полости должны быть окрашены ярким красным цветом, что дает возможность легко заметить лючки, открытые заслонки и т.п.

Порядок и контроль приемки. Осуществляется после каждого этапа или стадии проектирования.

Прицеп и автомобиль должны иметь возможность фиксации от самопроизвольных перемещений (перекатываний) в рабочем помещении.

Приложение. Прицеп одноосный для перевозки автомобиля (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Автоприцеп «750TD» с принципом загрузки передней оси автомобиля



1 – колесные желоба, 2 - платформа,

3 – тяговые устройства, 4 – въездная аппарель

Рисунок 2.2 Одноосная транспортировочная платформа

2.2 Техническое предложение

Необходимо разработать автомобильный прицеп, соответствующий техническому заданию по грузоподъемности – не менее 720 кг, предназначенный для работ по перемещению спортивного болида Формула-Студент, для применения в лаборатории проектного центра по созданию гоночного автомобиля. Предложено использовать в качестве варианта прицеп типа «750TD».

Работы по подъему, транспортировке и осмотру болидов являются неотъемлемыми частями при подготовке к спортивным соревнованиям проекта Формула-Студент. За счет использования специального оборудования трудоемкости при этих работах могут быть значительно уменьшены. Широкое распространение сегодня имеют и одноосные автоприцепы. Такие автоприцепы обладают не сложным техническим устройством и относительно просты в эксплуатации. Грузоподъемность большинства прицепов подобной конструкции составляет от 0,4 до 1 тонны.

Для транспортировки автомобиля специальная подготовка не требуется, что является фактом дополнительных преимуществ этих прицепов. По своим характеристикам одноосные прицепы схожи с двухосными. Это позволяет прицепами для транспортировки автомобилей перевозить легкий коммерческий транспорт, автобусы, минивэны, джипы, легковые автомобили. Благодаря этим свойствам, подобные автоприцепы обладают принципом универсальности.

Варианты прицепов для сравнительного конструктивного анализа представлены в соответствии с рисунками 2.3, 2.4, 2.5.

2.2.1 Автоприцеп - траверса одноосный «ПА-750»



Рисунок 2.3 – Общий вид прицепа ПА-750

Принцип транспортировки автомобиля с частичной погрузкой реализуется с помощью одноосных автоприцепов. В этом случае на оси прицепа помещается передняя часть автомобиля, задняя перемещается на

собственном шасси. Прицепы с загрузкой одной оси автомобиля более дешевые, чем двухосные аналоги.

У данных автоприцепов низкое расположение рабочих органов (верхней поверхности платформы), что дает им ряд преимуществ. Такие прицепы изготавливают с грузоподъемностью от 0,6 до 2,0 т. Часть модификаций оснащается ручными и электромеханическими подъемными приводами. Для различных узлов автомобилей на прицепах устанавливаются U, V-образные тяги, адаптеры. Применяются системы многоуровневой безопасности при перевозках. Для автомобилей с различными конфигурациями рам применяются регулируемые упоры, позволяющие производить их погрузку.

Таблица 2.2 - Технические параметры прицепа ПА-750

Грузоподъемность	850 кг
Погрузочная высота платформы	350 мм
Габаритная ширина	1900 мм
Максимальная скорость движения	80 км/час
Дорожный просвет	150 мм
Масса прицепа	162 кг
Стоимость, руб	32300

2.2.2 Прицеп «ТС-10»



Рисунок 2.4 - Общий вид прицепа ТС-10

Таблица 2.3 - Технические параметры прицепа ТС-10

Грузоподъемность	600 кг
Погрузочная высота платформы	400 мм
Габаритная ширина	1840 мм
Максимальная скорость движения	60 км/час
Дорожный просвет	220 мм
Масса прицепа	124 кг
Стоимость, руб	22800

Допускаемая нагрузка на ось прицепа 0,6 тонны, при этом усилие при перемещении прицепа без нагрузки не превышает 25 кг.

Дополнительным оборудованием прицепа является подъемник, оснащенный лебедкой с ручным приводом. За счет компактных размеров данный прицеп легко маневрирует в узких проходах между оборудованием и на автомобильных парковках.

2.2.3 Прицеп «OZ-V3»

Одноосный прицеп с грузоподъемностью 0,5 тонн. Для размещения автомобилей с различной конфигурацией днища имеется вращающаяся верхняя платформа. Боковые площадки раздвижные, что позволяет менять колею. С помощью прицепа можно устанавливать неисправный автомобиль на обычную осмотровую канаву. Оснащение прицепа позволяет отрегулировать установку с требуемыми габаритами. Усилие перемещения не превышает 35 кг при передвижении прицепа вручную. Ширина прицепа может варьироваться от 1600 до 1900 мм при изготовлении по индивидуальному заказу. Подвеска прицепа предусматривает возможность конструктивного регулирования дорожного просвета от 130 до 400 мм в зависимости от условий эксплуатации.



Рисунок 2.5 - Общий вид прицепа OZ-V3

Таблица 2.4 - Технические параметры прицепа OZ-V3

Грузоподъемность	500 кг
Погрузочная высота платформы	320 мм
Габаритная ширина	1750 мм
Максимальная скорость движения	60 км/час
Дорожный просвет	135 мм
Масса прицепа	145 кг
Стоимость, руб	25990

В конструкции прицепа применяются рабочие элементы с повышенной прочностью и износостойкостью. Тяговые усилия перемещения прицепа с полной нагрузкой не превышают значений 100 кг.

К особенностям прицепа относятся:

- установочные площадки для автомобилей разных типоразмеров;
- опоры для подъема автомобилей за колеса оси регулируются по высоте и ширине.

Сравнительный анализ вариантов конструкций, характеристик подъемников для удобства проводится в таблице 2.5.

Таблица 2.5 Анализ параметров прицепов

Технические параметры	Марка устройства		
	ПА-750	ТС-10	OZ-V3
№ варианта	1	2	3
Грузоподъемность, кг	850	600	500
Погрузочная высота платформы, мм	350	400	325
Габариты, мм	1900x1950x760	1990x2050x680	1890x1860x605
Максимальная скорость движения, км/час	80	60	60
Дорожный просвет	150	200	135
Собственный вес, кг	162	124	145
Розничная цена, руб.	32300	22800	25990

Необходимо провести сравнение характеристик рассмотренных устройств на соответствие техническому заданию. Представленные варианты обладают достоинствами: высокая грузоподъемность, небольшие габаритные размеры, малая масса. Нагрузка на рабочих органах подъемного механизма снижается благодаря механическому приводу, что позволяет выполнить требования к усилиям на рукоятках. Нагрузки на рабочих элементах прицепа позволяет снизить за счет низкой погрузочной высоты платформы. При этом обеспечиваются требования к усилиям на колесах, что также облегчает процесс подъема автомобилей, предназначенных для перевозки.

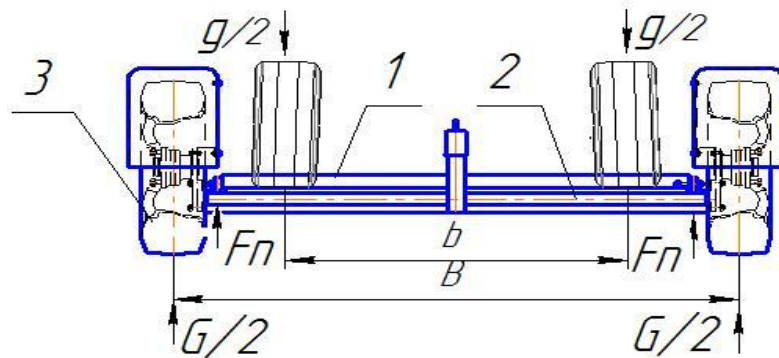
Одним из недостатков рассмотренного варианта 2 является отсутствие поворотных направляющих, что будет приводить к появлению боковых реакций на колесах. Вариант 1 прицепа имеет высокую стоимость, а также значительные габариты, что затрудняет перемещение прицепа при маневрировании по проездам. Для варианта 3 требуется наличие электрических разъемов для подключения. Для разработки прицепа наибольший интерес представляет вариант с поворотной платформой ножничного типа. Данное

устройство обладает минимальными массово – габаритными характеристиками, низкой стоимостью.

2.3 Разработка элементов конструкции

2.3.1 Определение размеров кронштейнов крепления платформы

На рисунке 2.6 представлена расчетная схема действия сил на прицеп.



1 – платформа; 2 – рама; 3 – колесо;

g – масса болида; G – нагрузка на прицеп;

B, b – размер колеи; $F_{п}$ – нагрузка на ролик;

Рисунок 2.6 – Расчетная схема сил воздействующих на прицеп

Нагрузка на ось прицепа:

$$F_{п} = \frac{G_A \cdot K_H \cdot m_{п}}{n_{п}} = \frac{7200 \cdot 1,2 \cdot 1,75}{1} = 15120 \text{ Н} \quad (2.1)$$

где: $G_A = 7200 \text{ Н}$ – нагрузка на прицеп;

$m_{п} = 1,75$ - коэффициент возрастания массы при динамических нагрузках;

$K_H = 1,2$ - коэффициент учета неравномерности распределения нагрузок;

$n_{п}$ - количество колес на оси.

Кронштейны испытывают напряжения от действия изгибающих нагрузок.

Условие прочности материала кронштейна:

$$\sigma_{\max} = M_{\max}^{\text{изг}} / W_z \leq [\sigma] \quad (2.1)$$

где σ_{\max} – максимальное напряжение, испытываемое кронштейном, МПа;

$M_{\max}^{\text{изг}}$ – максимальный момент изгиба в сечении кронштейна;

W_z – осевой момент сопротивления;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба, для материала Ст3;

$$[\sigma]=120\text{МПа.}$$

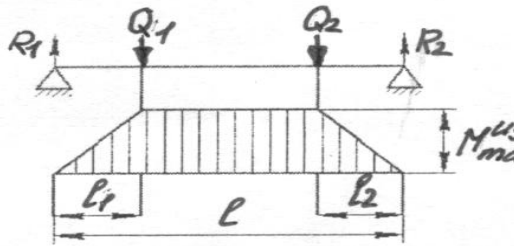


Рисунок 2.7 – Схема для проверочного расчета на прочность кронштейна крепления платформы

$$M_{\max}^{\text{изг}} = R_1 \cdot l_1 \quad (2.3)$$

Величину реакции R_1 найдем из системы двух уравнений

$$R_1 + R_2 = Q \quad (2.4)$$

$$R_1 \cdot l_1 = R_2 \cdot l_2 \quad (2.5)$$

Решая систему уравнений, получим

$$R_1 = Q \cdot l_1 / (l_1 + l_2) \quad (2.6)$$

$$R_1 = 11460 \text{ Н} \quad (2.7)$$

$$M_{\max}^{\text{изг}} = 11460 \cdot 0,015 = 114,6 \text{ Нм} \quad (2.8)$$

$$W_z = (b \cdot h^2 - b_1 \cdot h_1^2) / 6 \quad (2.9)$$

h, h_1, b, b_1 – размеры поперечного сечения балки

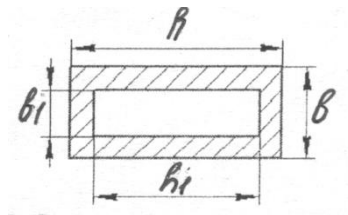


Рисунок 2.8 – Схема сечения поперечной балки

Таблица 2.6

h	0,055
h1	0,045
b	0,065
b1	0,055

$$W_z = (0,1^2 \cdot 0,09 - 0,06^2 \cdot 0,05) / 6 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (2.10)$$

$$\sigma_{\max} = 114,6/4,1 \cdot 10^{-6} = 28 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 120 \text{ МПа} \quad (2.11)$$

согласно расчету, сечение балки удовлетворяет по условию прочности.

2.3.6 Подбор комплектующих узлов и деталей

Подбор необходимых стандартизованных узлов для проектируемого прицепа необходимо производить, в соответствии с проведенными расчетами.

Покупные узлы в соответствии с техническим заданием представляют:

- 1) Колесо 5Jx13H2 – 2 штуки;
- 2) Шина 165/70R13 79S – 2 штуки;
- 3) Ступица колеса в сборе 2101-2901014 – 2 штуки.
- 4) Устройство сцепное СПК-1-90

2.3.7 Определение массы комплектующих изделий

Прицеп состоит из следующих узлов и деталей:

- 1) Колесо 5Jx13H2 – 2 штуки, масса 16,6 кг;
- 2) Шина 165/70R13 79S – 2 штуки, вес 14,8 кг;
- 3) Ступица колеса в сборе 2108-2901014 – 2 штуки, вес 18,4 кг;
- 4) рама 1,870 м, 56,6 кг;
- 5) платформа 1,76 м, 28,5 кг;
- 6) стойки 0,26 м, 0,4 м, 9,8 кг;
- 7) опоры 3x4,5 кг;
- 8) детали 42 кг;
- 9) стандартные изделия 10,3 кг

Вес общий прицепа: 147,7 кг

2.4 Инструкция по эксплуатации

Введение

Инструкция по эксплуатации (РЭ) содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации изделия, о параметрах конструкции, характеристиках подъемного устройства и указания о принципах действия (в дальнейшем – устройство). Залогом надежной и безаварийной работы прицепа являются правильный уход за ним и грамотное обслуживание. Устройство предназначается для перевозки спортивных болидов Формула-Студент,

вручную или при помощи автомобильного тягача. При выполнении требований эксплуатационных документов не требуется специальная подготовка персонала, при проведении монтажно-демонтажных работ. Последующие модификации изделия могут эксплуатироваться в соответствии с данным руководством.

Назначение прицепа: для транспортирования спортивного болида Формула-Студент. Установку болида на платформу следует производить с использованием в качестве направляющих траверс. Болид не должен оставаться в незакрепленном состоянии на платформе. Необходимо строго соблюдать руководство и ни в коем случае не допускать превышения указанной грузоподъемности модели прицепа.

Устройство предназначено для перемещения грузов весом не более 720 кг.

Устройство предназначено для перемещения спортивного автомобиля, при его транспортировании по автодорогам с твердым асфальто-бетонным покрытием. Использование прицепа на открытом воздухе, на дорогах общего назначения. Условия постоянного нахождения - на участке проектного центра в закрытом помещении, где имеется искусственное освещение и вентиляция, температурный режим от +10 до +45 градусов Цельсия.

Эксплуатационный допуск

Допуск к эксплуатации устройства для транспортирования спортивного автомобиля имеют лишь проинструктированные работники не моложе 18 лет. Лица, допущенные к эксплуатации устройства должны продемонстрировать навыки правильного обращения с прицепами и назначенные в качестве ответственного перевозчика.

Не допускается при работе устройства транспортирования спортивных автомобилей нахождения посторонних предметов на платформе. При возникновении сбоев в работе устройства необходимо прекратить операции и разобраться в причинах появления сбоев. Тросы или ремни фиксирования колес автомобиля на платформе должны находиться в безупречном состоянии при использовании.

На рисунке 2.9 представлен вид ножничных элементов прицепа.



1- рама; 2 – поворотная платформа

Рисунок 2.9 – Устройство платформы прицепа

Во избежание перекоса конструкции при подъеме спортивного болида, платформа 2 должна быть расположена продольно раме 1.

2.5 Руководство по обслуживанию

Необходимо строгое соблюдение правил безопасности при проведении всех операций по техническому обслуживанию.

Проверять ежедневно работоспособность механизма и четкую работу ножничного поворотного устройства платформы.

Проверка надежности крепления опорной рамы к площадке производится ежемесячно. Необходимо произвести подтяжку ослабленных соединений. Периодичность смазки трущихся частей не реже одного раза в 3 месяца. Смазка в поворотных шарнирах заменяется 1 раз в год. При замене смазки обязательно промыть в бензине весь узел от остатков старой смазки.

В соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" производится техническое обслуживание и эксплуатация электрооборудования прицепа. Осмотровые, ремонтные работы должны производиться строго при отключенном напряжении питания.

3 Технологические процессы транспортировки спортивного болида Формула-Студент

Транспортировочное устройство представляет собой двухколесную тележку с устанавливаемой на них рамой. Для закрепления спортивного болида применяются прямоугольные платформы, в которые устанавливаются их передние колеса. Целью транспортировки спортивного болида является его участие в проведении спортивных мероприятий, выставок. Поскольку спортивным болидам в режиме самостоятельного перемещения по общественным дорогам двигаться запрещено, для обеспечения его безопасного перемещения производится принудительная транспортировка. При возникновении случаев неисправности, также осуществляется транспортировка спортивного автомобиля к месту проведения ремонтных работ. Это позволяет снизить затраты времени на обслуживание, сократить время ремонта автомобиля.

3.1 Подготовительные операции к работе

Перед подъемом спортивного болида на опоры платформы, проверяется исправность функционирования поворотного механизма прицепа, в том числе срабатывание тросового механизма лебедки. Давление воздуха в шинах обоих колес рекомендуется довести до $2,7 - 2,9 \text{ кгс/см}^2$ ($0,27 - 0,29 \text{ Мпа}$). Болтовые соединения должны быть надежно закреплены.

3.1.1 Прицеп поставить на ровную площадку. Передний и задний упор установить стойками на поверхность пола в вертикальном положении и закрепить барашковыми гайками. Наклонные направляющие выставить на платформе по габаритной ширине колеи передних колес спортивного болида, по направлению вдоль оси прицепа.

3.2 Установка спортивного болида на платформу

3.2.1 Установить спортивный болид на платформу стенда, обеспечивая положение колес как можно ближе к боковым ограничителям. Давление воздуха в шинах обеих осей рекомендуется довести до $2,7 - 2,9 \text{ кгс/см}^2$ ($0,27 -$

0,29 Мпа). Зафиксировать колеса в нижней части при помощи упоров платформы от возможности скатывания.

3.2.2 К прицепному устройству подвести автомобиль-тягач задним ходом, соблюдая осторожность. Произвести состыковку сцепного устройства прицепа и сцепного устройства автомобиля. Сцепное устройство прицепа должно быть надежно зафиксировано замковым механизмом. Страховочные карабины должны быть установлены в отверстиях кронштейнов сцепного устройства тягача.

3.3 Операции при транспортировке спортивного болида

3.3.1 Рукоять переключения коробки передач перевести в нейтральное положение, тормоза должны быть разблокированы. разблокировать подвески передней и задней осей.

Транспортировку спортивного болида производить с максимальной скоростью движения до 60 км/час.

3.4 Снятие автомобиля с прицепа

3.4.1 Установить прицепное устройство на ровную горизонтальную площадку. Из отверстий кронштейнов извлечь страховочные карабины цепей. Произвести отсоединение сцепного устройства прицепа от сцепного устройства тягача. При удержании сцепного устройства прицепа на весу, передний и задний упор установить стойками на поверхность пола в вертикальном положении и закрепить барашковыми гайками.

3.4.2 Наклонные направляющие выставить на платформе по габаритной ширине колеи передних колес спортивного болида, по направлению вдоль оси прицепа.

3.4.3 Произвести снятие с платформы прицепа спортивного болида. Наклонные направляющие траверс снять с платформенных фиксаторов. Элементы прицепа привести в стояночное положение, поместить прицеп в штатном месте хранения.

4 Исследование безопасности и экологичности проекта [22]

4.1 Конструктивная и технологическая характеристики проектируемого объекта

4.1.1. Участок производственный проекта «Formula Student»

Таблица 4.1 - Технологическая характеристика объекта [9]

Виды Технологических процессов	Тип выполняемых работ, технологических операций	Должность работника, занятого в технологическом процессе, операциях	Наименование оснастки, оборудования, устройства, приспособления	Взаимодействующие материальные объекты, вещества
Работы по изготовлению спортивного болида	Установка на прицеп для транспортировки	Слесарь по ремонту автомобилей	Прицеп одноосный автомобильный	Траверсы, трос, обтирочная ветошь

4.2 Производственно-технологические и эксплуатационные профессиональные риски и их идентификация при ремонте автомобилей

Таблица 4.2 – Оценка профессиональных рисков

Вид производственно-технологической, эксплуатационно-технологической операции, выполняемой работы	Производственный фактор вида: опасный и /или вредный	Источник производственного фактора вида: опасный и / или вредный
Подъем автомобиля, опускание автомобиля,	Повышенный уровень шума	Работа электродвигателей, движение ТС, работы со сжатым воздухом, работа станда, работа шероховального станка
Снятие установка направляющей траверсы	Низкая освещенность рабочего места	Недостаток переносных ламп, осветительных приборов на рабочих местах

Продолжение таблицы 4.2

Отворачивание – заворачивание барашковых гаек прицепа	Шероховатости на поверхностях деталей заусенцы и острые кромки на инструментах и оснастке	Сборочный стенд, верстак,
Снятие-установка фиксирующих опор	Недостаточное поступление света от источников	Работа в местах с затрудненным доступом

4.3 Технические меры, применяемые для снижения рисков

профессионального характера

Таблица 4.3 – Применяемые меры для минимизации влияния опасных и вредных производственных воздействий

Производственный фактор вида: опасный и / или вредный	Технические средства и защитные меры для снижений и устранения опасного и / или вредного профессионального фактора	Используемые работником индивидуальные средства защиты
Движущиеся части машин и механизмов, подвижные детали оборудования	Инструктажи, ограждения частей движущихся механизмов, знаки повышения опасности	Спецодежда: каска, шлем, рукавицы, ботинки
Повышенные уровни внешнего шума на рабочих местах	Снижение шума в источнике шума за счет смазывания трущихся поверхностей, перепланировка участков работ	Защитные наушники, противошумовые шлемы, противошумовые вкладыши
Шероховатости на поверхностях деталей, инструментов и оборудования. Острые края и грани	Рационализация планировки отделений и расстановки элементов оборудования	Защитная одежда куртка, брюки, фартук, комбинезон, рукавицы, перчатки
Недостаток освещенности рабочих зон	Расстановка оборудования рациональным способом улучшающим освещенность	Приборы освещения, индивидуальные лампы у рабочих мест

Продолжение таблицы 4.3

Недостаток естественного света или его отсутствие	Нормализующие средства освещения (светильники)	Лампы переносные
Снижение зрительной активности анализаторов	Оптимальный выбор средств освещения, восстановительный отдых	Индивидуальные СЗ глаз: щитки, маски, очки
Запыленность и загазованность воздуха в производственных помещениях	Средства очистки воздушной среды: вытяжной шкаф и зонт, выведение отработавших газов из помещения	Средства защиты дыхательных органов: респираторы

4.4 Защита проектируемого объекта от пожарной и техногенных опасностей

4.4.1. Выявление потенциальных факторов возникновения пожара

Таблица 4.4 – Соответствие объектов классам и опасным факторам пожара

Зона, отделение участок производства работ	Оснащение участка	Класс пожаро-опасности	Потенци-альные факторы пожара	Возможные проявления факторов пожара
Производственный участок мастерской «Formula Student»	Прицеп одноосный авто-мобильный	В	Высокая концентрация возможных продуктов возгорания	Взрыво-опасные факторы, возникшие вследствие происшедшего пожара

4.4.2. Технические средства и организационные мероприятия

Таблица 4.5 - Средства, обеспечивающие пожарную безопасность

Средства первичного пожаротушения	Мобильные средства тушения пожара	Системы: стационарные установки пожаротушения	Пожарная автоматика	Оборудование пожаротушения	Защитные индивидуальные средства спасения при пожаре	Инструмент пожаротушения	Сигнали-зация связь и оповещение при пожаре,
-----------------------------------	-----------------------------------	---	---------------------	----------------------------	--	--------------------------	--

Продолжение таблицы 4.5

Емкость с водой	-	Водяная стационарная установка автоматического пожаротушения	Приемные контрольные пожарные приборы	Огнетушители всех типов	Защитные индивидуальные средства органов дыхания и зрения: защитные маски, очки	Лопаты	Пожарные сигнализаторы
Ящик с песком				Кран пожарного назначения		Лом	Эвакуационные планы
Войлок						Багры	

Таблица 4.6 – Мероприятия организационного характера, обеспечивающие пожарную безопасность

Технологические процессы, оснащение технического объекта	Виды мероприятий, реализуемых организационно-техническими методами	Реализуемые меры по обеспечению пожарной безопасности, достигаемые эффекты
Подъем автомобиля - опускание автомобиля	Инспекторская проверка соблюдения правил по пожарной безопасности противопожарных инструктажей, проведение периодических тренировок и учений	Практические меры и действия по предупреждению, профилактике возгораний и задымлений позволят исключить возможности по загоранию горючих жидкостей
Снятие-установка направляющих траверс	Регулярный инструктаж рабочих; проверка соблюдения правил инспектором по противопожарной безопасности, проверка заземления электрооборудования	Практические меры и действия по предупреждению случаев возникновения пожаров и взрывов должны исключить возможность появления замыканий электроцепей

Продолжение таблицы 4.6

Отворачивание – заворачивание барашковых гаек прицепа	Периодическая чистка аппаратуры и устройств от возгорающихся пылей в периоды, предусмотренные нормативными документами на данные виды работ	Практические меры и действия по предупреждению случаев возникновения пожаров и взрывов должны исключить образования внутри полостей горючих сред или возникновения в горючих средах источников искрения
Снятие-установка фиксирующих опор	Своевременные плановые ремонтные работы по системам предупреждения пожаров и взрывов и системам защиты от пожаров и взрывов	

4.5 Меры обеспечения экологической безопасности разрабатываемого проекта [20]

Таблица 4.7 – Определение влияния экологических факторов проекта

Название технологического процесса, выполняемых операций	Производные составляющие проектируемых объектов, технологических процессов (зданий или сооружений по функциональным производственным назначениям, технологические операции, оснащение), энергетические установки транспортные средства	Признаки воздействия технических объектов на атмосферный воздух (вредный и опасный характер выбросов в окружающую среду)	Результаты воздействий технических факторов объектов на гидросферу (создающие стоки вод, а также забор воды из водоснабжающих источников)	Влияние объекта на литосферу (почвы, растительные покровы, недра) (создание отходов, снятие плодородного слоя почвы, отчуждение с/х земель, уничтожение растительности)
--	--	--	---	---

Продолжение таблицы 4.7

Снятие-установка направляющих траверс	Применение моющих химических средств для мойка колес	Попадание в атмосферный воздух химических веществ	Попадание в сточные воды моющих средств	Попадание в почву моющих средств,
Отворачивание – заворачивание барашковых гаек прицепа	Применение моющих химических средств для мойки шин	Попадание в атмосферный воздух пылевых остатков и газообразных веществ в составе выбросов вентиляции	Попадание в сточные воды выделяющихся в процессах вулканизации веществ	Просачивание в почву пылевых выбросов

Таблица 4.8 – Перечень организационно-технических мероприятий по уменьшению негативных антропогенных воздействий разрабатываемого объекта на окружающую среду [13]

Название технического объекта	Использование технологического оборудования специального назначения
Меры по уменьшению воздействия антропогенного фактора на атмосферу	Для уменьшения вредных последствий деятельности предприятия, оказывающих влияние на природную среду, следует грамотно организовывать вентиляцию помещений. Для предотвращения загрязнения атмосферы пылью и туманами используются установки пыле- и туманоуловители.
Меры по защите гидросферы от негативного воздействия антропогенных факторов	Применяют способы механической, биологической, химической, физико-химической и термической очистки сточных вод. Наиболее часто используются установки, основанные на принципе простого отстаивания и фильтрации в виде бензомасленных уловителей, гидроэлеваторов с гидроциклонами. Собранное масло собирается и отправляется на предприятия по переработке. В начале очистки стоки процеживаются. Из сточной воды выделяются крупные примеси, а также мелковолоконистые загрязнения. После очистки проводят периодический контроль сточных вод.

Продолжение таблицы 4.8

Меры по защите литосферы от негативного воздействия антропогенных факторов	Технические отходы являются главными источниками загрязнения почвы. К основным направлениям по решению проблемы утилизации твердых отходов (кроме металлолома) относится вывоз на полигоны. Отходы подвергаются захоронению, сжиганию, складированию и хранению до появления технологий их переработки в полезные продукты. Лом перерабатывается и может вновь использоваться как сырье. Широкое использование в настоящее время захоронений отходов в специально созданных местах, требует предоставления больших площадей, что является негативным фактором
--	---

Заключение по разделу «Исследование безопасности и экологичности проекта»

1. В разделе «Исследование безопасности и экологичности проекта» выполнен анализ отделения по выполняемым видам технологических операций, должностей работников, производственно-технического и инженерно-технического оборудования, применяемых сырьевых технологических и расходных материалов, комплектующих изделий и производимых работ.

2. Проведены исследования профессиональных воздействий в отделении, типам технологических операций, выполняемым видам основных работ. Идентифицированы опасные и вредные производственные факторы: шумы и вибрации при работе механизмов и станков, повышенный уровень запыленности и загазованности воздуха в рабочей зоне, испарения химических веществ.

3. Проведена разработка организационно-технических мероприятий, включающих меры по снижению профессиональных рисков, рациональную планировку отделения и расстановку оборудования, правильное применение защитных средств. Разработаны меры по нормализации воздушной среды за счет использования вытяжных шкафов и зонтов, отвода отработавших газов их помещения. Выполнен подбор средств защиты работников (таблица 4.3).

4. Идентифицированы классы пожара и опасных факторов пожара (таблица 4.4). Разработаны меры и средства, обеспечивающие пожарную безопасность объекта. (таблица 4.5). Рекомендованы меры, обеспечивающие пожарную безопасность на исследуемом объекте (таблица 4.6).

5. Выполнена идентификация экологических факторов (таблица 4.7) и разработаны меры по защите технического объекта от негативного воздействия антропогенных факторов (таблица 4.8). [15]

5 Проектная экономическая эффективность

5.1 Данные для проектного экономического расчета [9]

Таблица 5.1 – Исходные данные

Показатель	Обознач. параметров	Ед. изм.	Значения	
			основной	расчетный
Программа в год	Пг	шт	20	20
2 Машинное время расчета (опер.)	Топ	час	3,37	3
3 Норм облс. раб. мест	а	%	8	8
4 Норматив отдыха и личных надобностей	б	%	6	6
5 Час. тариф. плата	Сч	Руб./час	3р-80 руб	3р-80 руб
			4р-90 руб	4р-90 руб
			5р-100 руб	5р-100 руб
6 Коэф. выплат к основной зарплате	Кд	%	1,88	1,88
7 Коэф. отчисления на социальные нужды	Кс	%	30	30
8 Стоим. оборуд.	Цоб	Руб.	125000	расчет
9 Коэф. доставки и установки	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовой норматив амортизации на площадь	На	%	3	3
11 Год. норматив амортизации оборудования	На	%	9	9
12 Площ. оборудования	Руд	м ²	2,5	3
13 Коэф. доп. площадей	Кд.пл		4	4
14 Стоим. электроэнергии	Цэ	Руб/кВт-ч	3,5	3,5
15 Стоим. 1 м ² площадей	Цпл	Руб/м ²	4200	4200
16 Стоим. эксплуатации произв. площадей	Сэксп	Руб/м ²	2100	2100
17 Кол. работающих на тех. процессе	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. транспортно заготовительных расходов	Ктз	%	1,05	1,05
19 Коэф. возврата отх.	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. расходов общепроизводственных	Копр.	%	1,25	1,25
21 Коэф. расходов общехозяйственных	Кохр.	%	1,6	1,6
22 Коэф. допл. к з\плате основной	Кд	%	1,1	1,1

5.2 Определение фондового времени работы оборудования

5.2.1 Номинальное годовое фондовое время эксплуатации подъемника

$$F_n = (D_r \cdot T_{см} - D_p \cdot T_p) \cdot C \quad (5.1)$$

где D_r - количество дней работы за год;

$T_{см}$ – количество часов работы в смену;

T_p – кол-во сокращенных часов, в дни предпраздничные;

D_p - дни праздничные;

C - кол-во смен.

5.2.2 Фонд эффективного времени эксплуатации подъемника [21]

$$F_{э} = F_n \cdot (1 - B/100) \quad (5.4)$$

$$F_{э} = 2035(1 - 5/100) = 2035 \text{ час.} \quad (5.5)$$

где B - планируемые потери времени при работе.

5.3 Расчет и структурная себестоимость от применения подъемника

Таблица 5.2 - Расчет затрат

Раздельные затраты	Обозн.	Сумма, руб.	Уд. вес, %
1 Сырьевые и материальные	М	10955,77	16,19
2 Изделия покупаемые и полуфабрикаты	Пи	31373,8	46,37
3 Зарплаты основные	З осн	4410	6,52
4 Дополнительные зарплаты	З доп.	3880,8	5,74
5 Отчисления на социальные нужды	Осс	2818,87	4,17
6 Затраты при использов. оборудов.	Зоб.	290,08	0,43
7 Затраты при использов. площадей	Зпл	19,98	0,03
Себестоимости технологические	Стех.	53749,3	79,45
8 Расход общепроизводственный $R_{опр} = Z_{осн} \cdot K_{опр} = 8290,8 \cdot 1,25$	Ропр	5512,5	8,15
9 Расход общехозяйственный $R_{охр} = Z_{осн} \cdot K_{охр} = 8290,8 \cdot 1,6$	Рохр	7056	10,44
10 Себестоимости производственные	Спр	66317,8	98,04
11 Расход внепроизводственный $R_{вн} = C_{пр} + R_{вн}/100 = 155014,94 \cdot 2/100$	Рвн	1326,36	1,96
12 Полные себестоимости $S_{полн} = C_{пр} + R_{вн} = 82052,47 + 1641,05$	Сп	67664,16	100

5.4 Необходимое оборудование и коэффициент его загруженности

5.4.1 Расчеты штучного времени по оказанию услуг:

$$T_{шт} = T_{маш} \cdot (1 + (a + б) / 100) \quad (5.6)$$

где $T_{маш}$.- время машинное (оперативное) по оказания услуг.

a - норматив времени на обслуживание рабочего места, %;

$б$ - норматив времени отдыха и личных надобностей рабочего, %;

5.4.2 Программа производственная по оказанию услуг

$Pг = Fэф / T_{шт} = 2023 / 2,14 = 945$ штук в год (в расчетном варианте 300 штук в год).

Рассчитываемая программа, определенная проектом, составляет 300 ед. в год.

5.4.3 Расчет количества востребованного технологического оборудования [2]

$$N_{об.расч.} = T_{шт} \cdot Pг / Fэф \cdot K_{вн.} \quad (5.9)$$

где $K_{вн}$ – коэф. по выполнению норм.

Принимается за единицу оборудования по базовому и проектному варианту.

5.4.4 Коэффициент загруженности подъемника

$$Kз = Pг.пред. / Pг.расч \quad (5.11)$$

Таблица 5.3 – Сравнительный уровень загрузки оборудования

Показатели	Обозначения	Баз. вар.	Проект. вар.
1 Норматив штучного времени	$T_{шт}$	1,69	1,62
2 Программа производственная	$Pг$	₅₂₇	₅₉₅
3 Расчетное кол-во оборудования	$N_{об.расч.}$	1	1
4 Количество оборудования принятое	$N_{об.пр.}$	1	1
5 Коэф. загрузки оборудов.	$Kз$	0,92	0,88

5.5 Капитальные вложения прямые и сопутствующие в соответствии с базовым и проектным вариантами

$$K_{общ.б} = K_{об.б} = N_{об.прин} \cdot Ц_{об.б} \cdot Kз.б. \quad (5.13)$$

где $Kз.б.$ – коэф. загрузки базового варианта оборудования;

$Ц_{об.б}$ - стоимость оборудования, с учетом срока службы, руб;

$N_{об.прин.}$ - количество оборудования, принятого для осуществления производственной программы в соответствии с базовым вариантом.

$$Ц_{об.б} = S_{перв} - S_{перв} \cdot T_{сл} \cdot N_{а} / 100 \quad (5.14)$$

где Сперв - стоимость оборудования первоначальная, руб;

Тсл. - расчетный срок службы оборудования, лет;

На - норматив амортизации на реновацию подъемника, %.

Таблица 5.4 – Результаты проектного расчета

Показатели	Баз. вариант	Проект. вариант
1 Суммарные затраты на оборудование	325500	67664,16
2 Капитальные вложения сопут. в соот. с проектным вариантом	15422,19	2671,2
3 Расходы на производственные площади, занятые под оборудование	44896	41817,6
4 Суммарные капиталовложения	385818,19	112152,96
5 Удельные капиталовложения	350,74	101,96

5.6 Полная себестоимость эксплуатации в структуре базового и проектируемого вариантов конструкции и стоимость оказания услуг [5]

Таблица 5.5 - Результаты расчета

Наименование затрат	Затраты, руб.	
	базовый	проектный
1 Стоимость материалов	нет	нет
2 Заработная плата рабочих основная	317,72	304,56
3 Заработная плата рабочих дополнительная	31,77	30,46
4 Отчисл. на социальные нужды	118,83	113,91
5 Стоимость содержания оборудования и производственной площади	238,74	153,82
Себестоимости технологические	831,76	732,98
6 Расход общехозяйственный $Р_{опр} = Z_{осн} \cdot K_{опр}(1,25)$	502,9	491,15
7 Накладные общехозяйственные заводские расходы $Р_{охр} = Z_{осн} \cdot K_{охр}(1,6)$	643,71	628,67
8 Себестоимость производственная $С_{пр} = С_{тех} + Р_{опр} + Р_{охр}$	1978,37	1852,8
9 Расход внепроизводственный	31,67	29,09
10 Полные себестоимости: $С_{полн} = С_{пр} + Р_{вн}$	1615,26	1483,6
11 Прибыль по предприятию $ПР = С_{полн} \cdot K_{пр}(15\%)$	242,29	222,54
Стоимость услуг	1857,55	1706,14

5.7 Показатели экономических расчетов применения оборудования

Показатель определения технологической стоимости [10]

$$\begin{aligned} \text{Стех} &= (\text{Стех.в.} - \text{Стех.пр.}) / \text{Стех.в.} \cdot 100\% = \quad (5.26) \\ &= (864,23 - 744,76) / 864,23 \cdot 100\% = 13,82 \, \% \end{aligned}$$

Условная годовая эффективность:

$$\text{Эуг} = (\text{Цбаз.} - \text{Цпр}) \cdot \text{Пг} \quad (5.27)$$

$$\text{Эуг} = (2645,34 - 2524,19) \cdot 300 = 36345 \text{ руб.} \quad (5.28)$$

где Цбаз. и Цпр стоимости услуг по базовым и проектным варианту соответственно.

$$\text{Ожидаемая прибыль от услуг: } 283,48 \cdot 300 = 85044 \text{ руб.} \quad (5.29)$$

Экономический эффект за год

Экономический эффект за счет снижения затрат на приобретение подъемника:

$$\text{Эг} = (\text{Зпрб} - \text{Зпр.п}) = 290740,9 - 113463,4 = 177277,5 \text{ руб.} \quad (5.30)$$

Сроки окупаемости кап. вложений.

$$\text{Ток} = \text{Кобщ} / \text{Пр.чист.} = 109823 / 124799 = 0,88 \text{ года} \quad (5.31)$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$\text{Еср} = 1 / \text{Ток} = 1 / 0,88 = 1,13 \quad (5.32)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с заданием на разработку, в пояснительной записке к бакалаврской работе представлены данные по спроектированному прицепу для перевозки спортивного болида Формулы-Студент. Тип прицепа – одноосный, назначение – перемещение спортивных автомобилей с использованием метода частичной погрузки передней оси.

Проектный технологический расчет выполнен по заданию на проектирование, при этом представлен рабочий проект, планировка площади учебно-производственной мастерской спортивной команды ТГУ. По разработке спланирован корпус производственных работ с учетом расположения прицепа в учебной лаборатории. Для установки прицепа произведена разработка планировочного места размещения.

Исследовано и проанализировано технологическое оборудование – для проводимых работ, связанных с транспортировкой легковых автомобилей на прицепах. Обзор существующих конструкций выполнен в виде сравнения достоинств и недостатков рассматриваемых вариантов. По выбранной конструктивной схеме прицепа, определены заданные параметры. В разделе по разработке конструкции проведены прочностные расчеты основных узлов и их деталей, отобраны элементы крепления и их размер.

Проект проанализирован по условиям безопасных условий трудовой деятельности работников с использованием технологий действующего производства, а также соблюдения экологических норм, защиты от пожарной опасности объектов и охранных мероприятий по защите природы.

Определена экономическая эффективность деятельности при модернизации оборудования и стоимостная оценка технического усовершенствования разрабатываемых проектных решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Богатырев, А. В.** Автомобили : учебник / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насоновский ; под ред. А. В. Богатырева. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 654 с. : ил.

2 **Гудцов, В. Н.** Современный легковой автомобиль : Экология. Экономичность. Электроника. Эргономика : (тенденции и перспективы развития) : учеб. пособие для вузов / В. Н. Гудцов. - 2-е изд., стер. ; гриф УМО. - Москва : Кнорус, 2013. - 448 с.

3 **Епишкин, В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» [Текст] / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2012. - 195 с.

4 **Москаленко, М. А.** Устройство и оборудование транспортных средств : учеб. пособие [для вузов] / М. А. Москаленко, И. Б. Друзь, А. Д. Москаленко. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 235 с.

5 **Карташов, В.П.** Технологическое проектирование автотранспортных предприятий [Текст] / В.П. Карташов. – М. : Транспорт, 1981.

6 **Волков, В. С.** Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров "Эксплуатация транспортно-технол. машин и комплексов" (профиль подготовки "Автомобили и автомобил. хоз-во") / В. С. Волков. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 144 с.

7 **Сарбаев, В. И.** Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : Механизация и экологическая безопасность производственных процессов : учеб. пособие для вузов / В. И. Сарбаев [и др.]. - Изд. 2-е. - Ростов н/Д : Феникс, 2005. - 380 с.

8 **Баженов, С. П.** Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов : учеб. для вузов / С. П. Баженов, Б. Н. Казьмин, С. В. Носов ; под ред. С. П. Баженова. - 4-е изд., стер. ; Гриф МО. - М. : Академия, 2010. - 328, [1] с.

9 **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. 7-е изд., перераб. и доп. [Текст] / В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1992.

10 **Кузьмин, Н.А.** Автомобильный справочник-энциклопедия : учеб.пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям "Назем. транспортно-технол. средства" и "Эксплуатация транспорт. средств" / Н. А. Кузьмин, В. И. Песков. - Гриф УМО. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 287 с. : ил.

11 **Блюменштейн, В.Ю.** Проектирование технологической оснастки : учеб.пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

12 **Тарабарин, О. И.** Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб.пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с. : ил.

13 **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.

14 **Карташевич, А. Н.** Диагностирование автомобилей : практикум : учеб.пособие для студентов вузов по специальностям "Техн. обеспечение процессов с.-х. пр-ва", "Ремонтно-обслуживающее пр-во в сел. хоз-ве", "Автосервис", "Техн. обслуживание автомобилей" / А. Н. Карташевич [и др.] ; под ред. А. Н. Карташевича. - Минск : Новое знание, 2015 ; Москва : Инфра-М, 2015. - 207 с. : ил.

15 **Волгин, В.В.** Автосервис: Создание и компьютеризация: Практическое пособие [Текст] / В.В. Волгин. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2008. – 572 с.

17 **Круглик, В. М.** Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта : учеб.пособие для студентов вузов, обуч. по специальности

"Коммер. деятельность" / В. М. Круглик, Н. Г. Сычев. - Минск : Новое знание, 2015 ; Москва : ИНФРА-М, 2015. - 259 с. : ил.

18 **Виноградов, В. М.** Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей, механизмы и приспособления : учеб. пособие для студентов сред. проф. образования / В. М. Виноградов, И. В. Бухтеева, А. А. Черепакхин. - Гриф УМО. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 271 с.

19 **Петин, Ю. П.** Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб.-метод. пособие / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 102 с.

20 **Тахтамышев, Х. М.** Основы технологического расчета автотранспортных предприятий : учеб. пособие для вузов / Х. М. Тахтамышев. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2011. - 351 с.

21 **Сафронов, В.А.** Экономика предприятия: Учебник [Текст] / В.А. Сафронов. – М. : «Юрист», 2005.

22 Погрузочно-разгрузочные работы : практич. пособие для стропальщика-такелажника / [сост. Н.М. Заднипренко и др.]. - М. : НЦ ЭНАС, 2005. - 207 с.

23 **Кравченко, И. Н.** Проектирование предприятий технического сервиса/ Под ред. И. Н. Кравченко: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. - 352 с.

24 **Чумаченко, Ю.Т.** Материаловедение для автомехаников : учеб. пособие / Ю. Т. Чумаченко, Г. В. Чумаченко, А. И. Герасименко ; под ред. А. С. Трофименко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 480 с.

25 **Пучин, Е.А.** Проектирование предприятий технического сервиса/ Е.А. Пучин и др.: учебно-методическое пособие. – Орел.: ОрелГАУ, 2013. - 108 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.БР.ПЭА.199.61.00.000СБ	Сборочный чертеж		
A4			17.БР.ПЭА.199.61.00.000ПЗ	Пояснительная записка		
<i>Сборочные единицы</i>						
Б4	1	17.БР.ПЭА.199.61.00.01.00	Рама в сборе	1		
Б4	2	17.БР.ПЭА.199.61.00.02.00	Платформа в сборе	1		
Б4	3	17.БР.ПЭА.199.61.00.03.00	Ступица колеса в сборе	2		
Б4	4	17.БР.ПЭА.199.61.00.04.00	Колесо с шиной в сборе	2		
Б4	5	17.БР.ПЭА.199.61.00.05.00	Устройство сцепное	1	ТК-175	
Б4	6	17.БР.ПЭА.199.61.00.06.00	Ролик в сборе	4		
Б4	7	17.БР.ПЭА.199.61.00.07.00	Опорное устройство	3		
Б4	8	17.БР.ПЭА.199.61.00.08.00	Крыло в сборе	2		
<i>Детали</i>						
	11	17.БР.ПЭА.199.61.01.011	Труда 63x63x1620 ГОСТ 380-75	1		
	12	17.БР.ПЭА.199.61.01.012	Труда 63x45x1880 ГОСТ 380-75	1		
	13	17.БР.ПЭА.199.61.01.013	Труда 40x25x1450 ГОСТ 380-75	1		
	14	17.БР.ПЭА.199.61.01.014	Труда 40x25x150 ГОСТ 380-75	2		
	15	17.БР.ПЭА.199.61.01.015	Труда 40x25x347 ГОСТ 380-75	2		
	16	17.БР.ПЭА.199.61.01.016	Труда 40x25x150 ГОСТ 380-75	2		
	17	17.БР.ПЭА.199.61.01.017	Кронштейн балки	2		
	18	17.БР.ПЭА.199.61.01.018	Кронштейн ступицы	2		
17.БР.ПЭА.199.61.000						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Картягов				
Проб.		Турбин				
Исполн.		Егоров				
Утв.		Бодраевский				
Прицеп для транспортировки спортивного болида				Лист	Лист	Листов
					1	3
				ТГУ ИМ ар. ЭТКбэ-1233 Формат А4		

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
						19 17.БР.ПЭА.199.61.01.019	Ступица колеса	2		
						20 17.БР.ПЭА.199.61.01.020	Колесо 5½ Jx13H2	2		
						21 17.БР.ПЭА.199.61.01.021	Шина 165/70R13	2		
						22 17.БР.ПЭА.199.61.01.022	Вентиль TR-413	2		
						23 17.БР.ПЭА.199.61.01.023	Болт крепления колеса	8		
						24 17.БР.ПЭА.199.61.01.024	Труба 40x25x1460 ГОСТ 380-75	1		
						25 17.БР.ПЭА.199.61.01.025	Труба 40x25x1420 ГОСТ 380-75	1		
						26 17.БР.ПЭА.199.61.01.026	Труба 40x25x250 ГОСТ 380-75	2		
						27 17.БР.ПЭА.199.61.01.027	Труба 40x25x250 ГОСТ 380-75	2		
						28 17.БР.ПЭА.199.61.01.028	Узел 25x15x250 ГОСТ 380-75	8		
						29 17.БР.ПЭА.199.61.01.029	Узел 25x15x560 ГОСТ 380-75	2		
						30 17.БР.ПЭА.199.61.01.030	Швеллер 50x40x240 ГОСТ 1120-78	2		
						31 17.БР.ПЭА.199.61.01.031	Кронштейн крыла	2		
						32 17.БР.ПЭА.199.61.01.032	Крыло	2		
						33 17.БР.ПЭА.199.61.01.033	Труба φ22x340 ГОСТ 650-75	1		
						34 17.БР.ПЭА.199.61.01.034	Труба φ22x165 ГОСТ 650-75	2		
						35 17.БР.ПЭА.199.61.01.035	Опора стойки	3		
						36 17.БР.ПЭА.199.61.01.036	Винт М8x100	3		
						37 17.БР.ПЭА.199.61.01.037	Втулка	3		
						38 17.БР.ПЭА.199.61.01.038	Площадка	1		
						39 17.БР.ПЭА.199.61.01.039	Втулка	1		
						40 17.БР.ПЭА.199.61.01.040	Втулка	1		
						41 17.БР.ПЭА.199.61.01.041	Крышка	1		
						42 17.БР.ПЭА.199.61.01.042	Упор платформы	2		
							Стандартные изделия			
						45	Гайка М12 ГОСТ 5927-70	8		
						46	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	8		
						17.БР.ПЭА.199.61.000				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					2	

Копировал

Формат А4

