

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка прицепа для транспортировки спортивного болида

Формула-Студент

Студент(ка)

В.В. Учаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Безопасность и
экологичность
технического объекта
Экономическая
эффективность проекта

ст.преподаватель К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

к.т.н. Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор 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 2016

АННОТАЦИЯ

В соответствии с техническим заданием, в рамках бакалаврской работы в данной расчетно-пояснительной записке представлены необходимые данные по проектируемому проекту прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент. При этом тип проектируемого прицепа – одноосный, назначение – автомобильный. Способ транспортировки болида – методом частичного погружения на платформе.

В соответствие с заданием на разработку представлен рабочий проект, технологическая планировка учебной лаборатории Д-112. Разработана планировка производственного корпуса с учетом размещения прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент.

Проведены исследования и анализ технических устройств – одноосных автоприцепов. Выполнен обзор существующих конструкций, проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. Выбрана конструктивная схема устройства, заданы требуемые характеристики. В конструкторском разделе рассчитаны на прочность основные детали и узлы, подобраны силовые опорные элементы и их крепление.

Разработана технологическая карта процесса транспортировки спортивного болида Формула-Студент.

Проведен анализ безопасности и экологичности проекта, условий труда основного персонала при использовании технологического оборудования, состояние пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Выполнены расчеты экономической эффективности затрат на модернизацию устройства и определены себестоимости технологической, цеховой, заводской и отпускной цены на изготовленную продукцию.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Основные положения проекта «Formula Student TGU»	7
1.1 Организация проекта и перспективы развития	7
1.2 Проектно-производственная мастерская «FS»	10
1.3 Задачи междисциплинарного проекта	15
1.4 Транспортная логистика и перевозка болида	15
2 Разработка конструкции прицепа	18
2.1 Техническое задание на разработку прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент	18
2.2 Техническое предложение	23
2.3 Расчет основных элементов конструкции	29
2.4 Руководство по эксплуатации	31
2.5 Техническое обслуживание	34
3 Технологический процесс транспортировки спортивного болида Формула-Студент	35
3.1 Подготовка прицепного устройства	35
3.2 Установка спортивного болида	36
3.3 Транспортировка спортивного болида	36
3.4 Снятие спортивного автомобиля с прицепа	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	37
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	37
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	38
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта	39

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	41
5 Экономическая эффективность проекта	46
5.1 Исходные данные для экономического расчета	46
5.2 Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника .	47
5.3 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки .	47
5.4 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту	48
5.5 Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги.	49
5.6 Расчет показателей экономической эффективности новой техники .	50
5.7 Расчет показателей экономической эффективности новой техники .	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	57

ВВЕДЕНИЕ

Проект «Formula-Student» – это международные состязания студенческих команд, соединяющее в себе элементы образовательного, спортивного и инженерного проекта. Работа включает в себя, наряду с соревновательным аспектом, элементы технического творчества, экономических расчетов, управлеченческих решений и презентации, маркетинга и рекламы.

Организатором такого проекта выступило американское сообщество автомобильных инженеров (SAE). Такой проект является циклическим, так как, согласно регламенту, его реализация должны осуществляться одной командой в течение одного года. На следующий год команда частично обновляется и ставится новая задача. Кроме того, помимо проекта «Formula-Student» существуют еще два похожих проекта – «багги» и «Формула-гибрид» в первой необходимо построить багги. «Формула-гибрид» – проект сравнительно новый, но динамично развивающийся.

Суть проекта – постройка болида с гибридной силовой установкой на основе обычной машины проекта Formula-Student». Обычно для этого используется автомобиль, построенный студентами в предыдущем проекте. Ключевая идея такого междисциплинарного проекта заключается в том, что за учебный год студенты должны собраться в университетскую команду. Между членами команды распределяются обязанности, составляется бизнес-план. Необходимо найти спонсоров, спроектировать и, наконец, изготовить гоночный автомобиль.

Важный этап соревнований - презентовать и защитить свой проект перед ведущими инженерами и PR-менеджерами. Обязательным элементом проекта является также проведение статических и динамических тестов автомобиля с целью показать его характеристики. Также как и участие в самом зрелищном этапе проекта – финальной гонке автомобилей.

Главная особенность проекта – творческое создание студентами под руководством «мастера» интересных и высокотехнологичных конструкций

своими силами в условиях технических и стоимостных ограничений регламента. Каждый участник соревнования, проходя путь от первых идей до появления готового автомобиля, получает бесценный опыт работы в команде, может почувствовать себя настоящим профессионалом, что является стартовой площадкой для будущей карьеры.

1 Основные положения проекта «Formula Student ТГУ»

1.1 Организация проекта и перспективы развития

На сегодняшний день самым популярным и масштабным проектом среди студенческих инжиниринговых соревнований является проект «Formula Student». Организатором проекта выступает Международная ассоциация автомобильных инженеров(SAE). Начало проекта было положено в 1981 году в США, в городе Хьюстон. В рамках класса «Formula Student» участникам студенческого коллектива необходимо изготовить абсолютно новый гоночный автомобиль. Команда самостоятельно должна найти все необходимые узлы и агрегаты, при этом вложиться в жесткие требования регламента.

Серия соревнований Formula SAE ставит перед командами из университетов, состоящих из студентов и аспирантов, задачу проектирования, конструирования, производства и соревнования на малых автомобилях для автокросса формульного типа.

Первопроходцем от России в «Formula Student» стала команда Student's Engineering Group (SEG-MADI) из Московского автомобильно-дорожного института. Дебют команды состоялся в 2006 году на этапе в Германии. [2]

В Тольяттинском государственном университете ежегодно в составе команды проекта обычно находятся от 15 до 25 человек. например, после реализации уже трех годичных этапов проекта «Formula-Student», в команде ТГУ присутствовали студенты следующих подразделений:

Институт машиностроения – 8 человек, из них, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» – 2 студента, по направлению 23.02.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» – 4 студента и два студента, обучающихся по направлению 15.01.01 «Машиностроение». Институт электротехники и электроники – 4 человека. Два студента с направления «Электроника и наноэлектроника» и два студента с направления «Энергетическое машиностроение». Также в проекте «Formula-Student»

представлены студентами различных направлений подготовки и другие структурные подразделения Тольяттинского государственного университета, в том числе: Архитектурно-строительный институт – 1 чел. Институт математики и информатики – 2 чел. Гуманитарно-педагогический институт – 1 чел. Институт экономики и финатехнологии – 1 чел. Параллельно с процессом обучения, происходит работа студентов в проектной группе, или так называемой «команде». [4]

Главным документом проекта является регламент. Он предусматривает целый комплекс этапов, начиная от проектирования гоночного автомобиля и заканчивая его испытаниями на трассе. Также предусматриваются все мероприятия, связанные с экономическими, маркетинговыми и PR-акциями. Поэтому в команде должны присутствовать студенты различных направлений подготовки. Как и в любой команде, здесь также формируется (выбирается) лидер, называемый капитаном команды. Структура и состав команды представленные с соответствием с рисунком 1, формируются в соответствии с теми задачами, которые ей предстоит решать в процессе выполнения проекта. Название этих групп может от проекта к проекту меняться, но по сути деятельности они остаются постоянными. Наполнение структуры студентами и аспирантами вуза также меняется из года в год, но при этом полностью команда не расформировывается, даже если заканчивается определенный этап проекта. Состав команды ежегодно обновляется, в связи с приходом новых студентов и выхода из команды выпускников.

Предполагается, что для обеспечения эффективности мастерской как образовательной структуры в рамках университета должен быть обеспечен постоянный «поток» студентов через проектно-производственную мастерскую – каждый год состав команды должен обновляться минимум на 50%.

Участие студентов в проекте не должно носить массовый характер, поскольку в этом случае затруднительно вести речь о командной работе и многих других характерных особенностях площадки практико-ориентированного обучения.

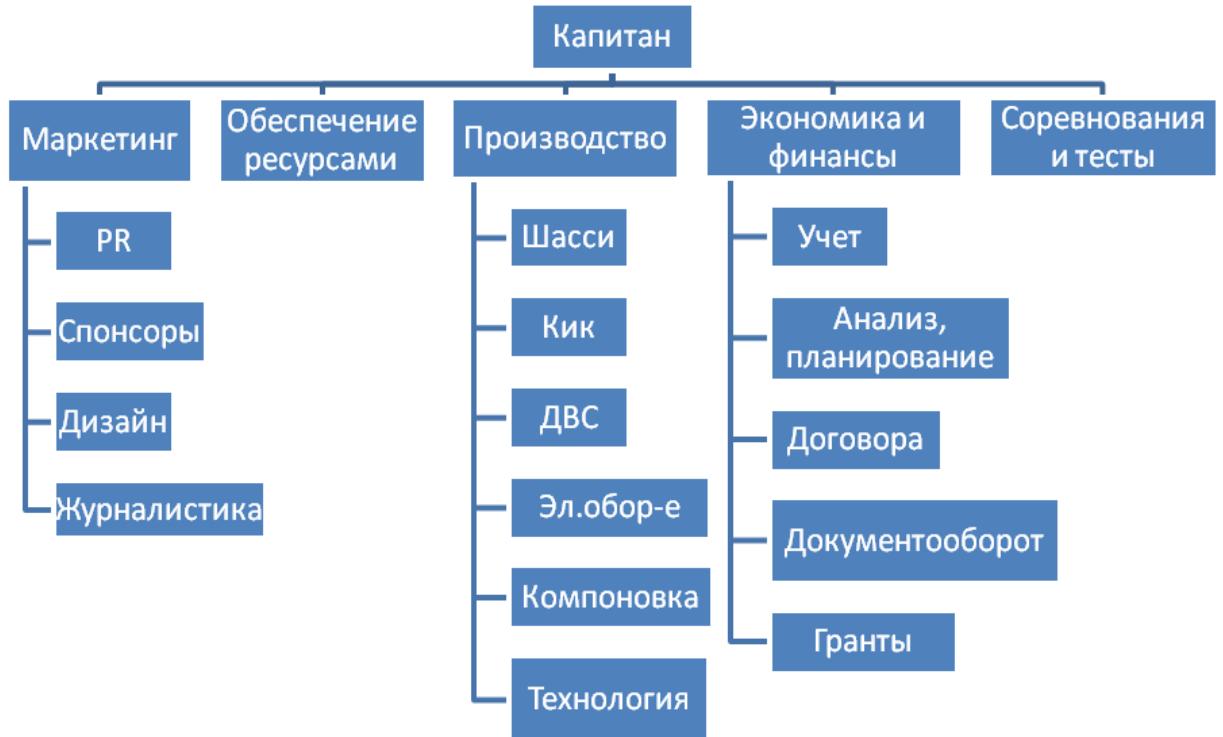


Рисунок 1.1 - Структура и состав команды

Испытанием для команд является сборка автомобиля, который сможет успешно выступать на протяжении всех этапов соревнований описанных в регламенте FSAE. Соревнования сами по себе дают возможность командам продемонстрировать и доказать свои творческие способности и инженерные навыки в сравнении с командами из университетов со всего мира.

Автомобили оцениваются судьями после серии статических и динамических дисциплин, среди которых: техническая инспекция, оценка стоимости, презентация и защита конструкции, индивидуальные ходовые испытания и заезды с проверкой выносливости. [3]

Оценка, выставляемая во время динамических дисциплин, показывает, насколько хорошо автомобиль выступил. Для динамических дисциплин определены минимально удовлетворительные показатели, которые и используются при начислении баллов.

За что начисляются баллы:

Статические дисциплины:

Презентация – 75

Конструкторская модель – 150

Анализ затрат – 100

Динамические дисциплины:

Ускорение – 75

«Восьмёрка» – 50

Точность управления – 150

Топливная эффективность – 100

Гонки на выносливость – 300

Итого: 1000 (тысяча) баллов.

1.2 Проектно-производственная мастерская «FS»

Важнейшей задачей, которую нужно решить при создании площадки практикоориентированного обучения, является оформление работ, проводимых в рамках проектирования болида в виде элементов учебного процесса, входящих в определённые траектории обучения, предоставляемые университетом для студентов в качестве альтернативы некоторой части теоретических аудиторных занятий, предусмотренных учебным планом.

В ходе работы над проектом в ТГУ был создан Специальный проектный центр «SPC Formula TGU» – проектно-производственная мастерская, виртуальное предприятие, деятельность которого направлена на изготовление болида. В условиях создания на базе центра практико-ориентированной площадки возникает однозначная необходимость введения в её структуру образовательной составляющей. То есть, в деятельности мастерской помимо производственных и проектных работ должен быть образовательный акцент.

Схема мастерской «FS» в ТГУ представлена в соответствии с рисунком

1.2. Для обеспечения проектно-производственных работ по созданию гоночного автомобиля необходимы:

- проектный центр по разработке дизайна и конструкции болида в целом и его отдельных систем;

- производственный участок, осуществляющий изготовление моделей из дерева и пластика, деталей автомобиля, механосборочные и отделочные работы и т.д.

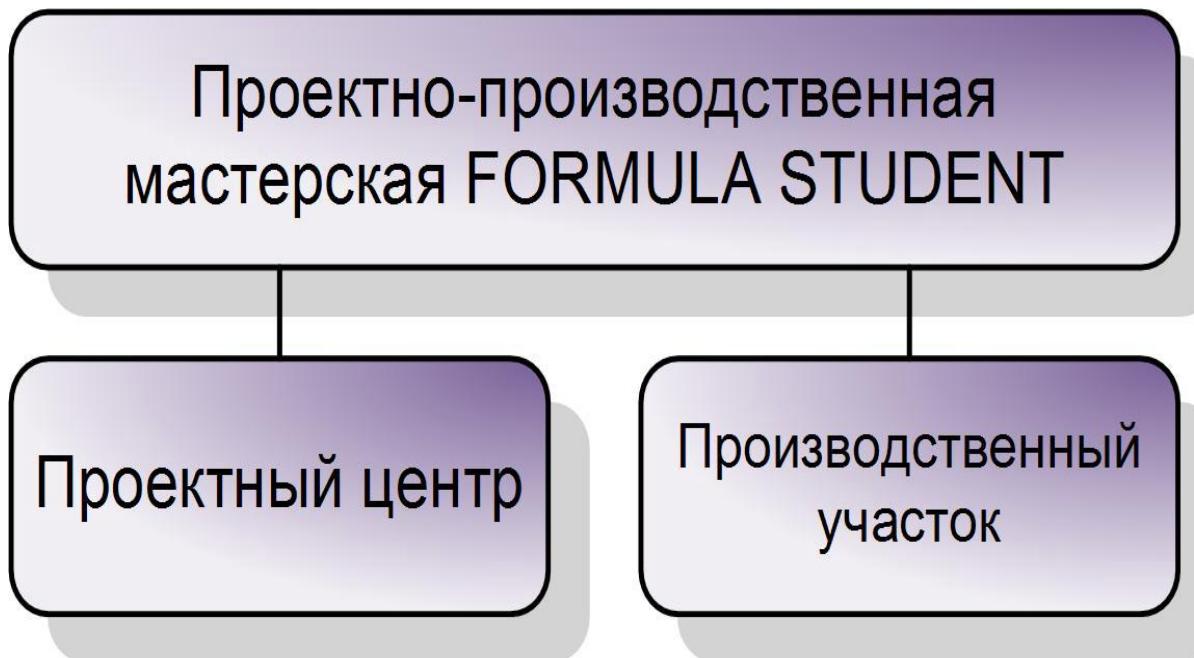


Рисунок 1.2 - Структура мастерской

Проектный центр мастерской «FS» предназначен для выполнения всего комплекса работ по конструкторской и технологической подготовке производства гоночного автомобиля. К его деятельности также относится разработка дизайн-проекта будущего болида. Продуктом проектного центра должен быть полный комплект проектной, конструкторской и технологической документации, необходимый для изготовления машины. Также геометрические трёхмерные CAD-модели её элементов, документированные результаты проводимых инженерных расчётов при помощи систем САЕ (отчёты, пояснительные записки, наборы диаграмм и иные результаты исследования моделей технических систем). Кроме того, в задачи проектного центра входит подготовка финансовой документации и решений, презентаций для участия в конкурсе, проектов рекламной продукции, текстов для освещения событий, и прочих продуктов, которые, помимо самого автомобиля, необходимы для соревнований и в процессе создания болида.



Рисунок 1.3 - Структура и продукты проектного центра мастерской «Formula Student»

1) Структура задач и мест проектного центра

Деятельность проектного центра может быть структурирована на ряд групп, решающих различные задачи, направленные на создание гоночного автомобиля и участие в соревнованиях. Задачи и формируемые на их основе группы могут быть разделены по принадлежности непосредственно к проектированию и изготовлению болида и его систем на «инженерные» и «обеспечивающие».

Выделены следующие группы задач и мест в проектном центре:

Инженерные:

- Двигатели внутреннего сгорания
- Трансмиссия
- Шасси
- Кузова, каркасы и интерьер
- Электрооборудование
- Компоновка автомобиля
- Автомобильный дизайн
- Инженерные расчёты (CAE)
- Технологическая подготовка производства
- Комплексные испытания автомобиля

Обеспечивающие:

- PR-менеджмент
- Экономика и финансы
- Графический дизайн
- Журналистика
- Иностранный язык

2) Производственный участок мастерской «FS»

Задачей производственного участка является осуществление максимального количества производственных процессов, необходимых для изготовления автомобиля. Для выполнения своих функций участок требует наличия соответствующего технологического оборудования и людей, обслуживающих его. Для работы с несложными машинами и инструментами специальная подготовка не требуется, и в этом случае их может использовать студент, работающий в проекте в рамках непосредственного обучения в вузе или факультативно на безвозмездной основе. До работы с металорежущими станками, прессами и другим сложным технологическим оборудованием может быть допущен только студент или работник с необходимым уровнем квалификации.

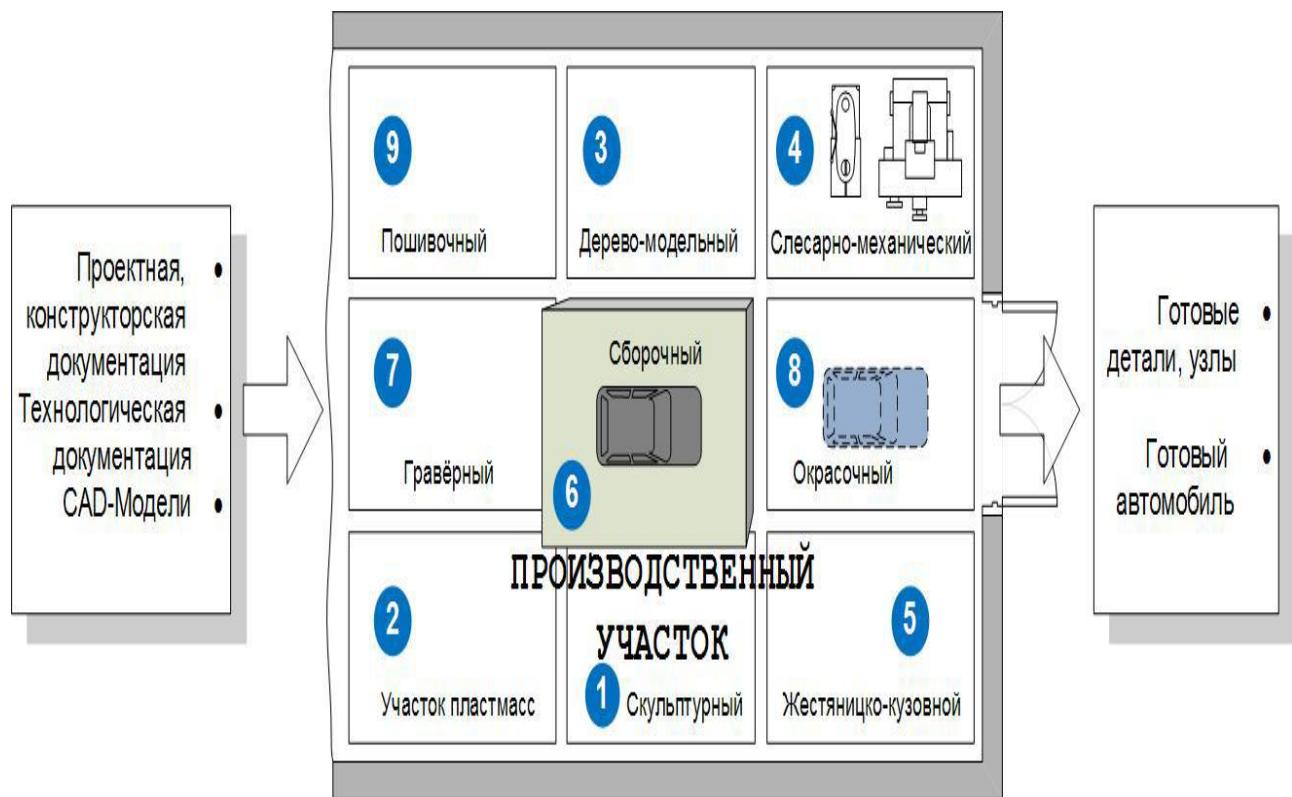


Рисунок 1.4 - Структура производственного участка FS

Наименования всех производственных процессов, осуществляемых на производственном участке мастерской, приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Структура производственного участка мастерской

Наименование производственного подразделения/ участка	Процессы	Продукты
1 Скульптурный	Изготовление макетов деталей болида из фанеры и скульптурного пластилина вручную	Пластилиновые макеты кузова автомобиля и его дополнительных конструктивных элементов
2 Участок пластмасс	Изготовление и обработка пластмассовых деталей автомобиля	Пластмассовые детали автомобиля
3 Дерево-модельный	Изготовление деревянных моделей деталей автомобиля сложной формы при помощи деревообрабатывающего оборудования (в том числе с программным управлением)	Деревянные модели деталей автомобиля, используемые впоследствии в том числе и для изготовления пресс-форм
4 Слесарно-механический	Изготовление деталей способом механической обработки (как на металлообрабатывающих станках, так и ручным инструментом)	Готовые обработанные детали узлов автомобиля (трансмиссии, двигателя, шасси и т.п.)
5 Жестяницко-кузовной	Изготовление крупных каркасных деталей автомобиля из стального проката путём резки, гибки, сварки и т.п.	Сварная несущая конструкция автомобиля, элементы подвески
6 Сборочный	Поузловая и общая сборка автомобиля	Собранные узлы болида, готовый автомобиль
7 Гравёрный	Настольные работы с мелкими металлическими деталями	Готовые металлические детали
8 Окрасочный	Окраска лицевых деталей автомобиля	Окрашенный кузов, дополнительные конструктивные и декоративные элементы
9 Пошивочный	Пошив текстильных изделий для автомобиля	Чехлы сиденья, обшивка и т.п.

1.3 Задачи междисциплинарного проекта

- 1 Разработать проект болида с учетом требований регламента проекта «Formula-Student» SAE.
- 2 Обеспечить дополнительное финансирование проекта за счет грантов, спонсорских средств, возможного открытия производства и т.д.
- 3 Изготовить конкурентоспособный гоночный болид.
- 4 Принять участие в очередном этапе международных соревнований «Formula-Student».
- 5 Разработать и внедрить через проект модель практико-ориентированного обучения студентов в университете.

Команда проекта «Formula-Student».

В начальной стадии реализации проекта происходит формирование команды участников. Каждая структура в составе команды занимается реализацией конкретной задачи, поставленной ей капитаном команды совместно с научным руководителем (куратором) проекта, назначаемым из числа ППС. Все вопросы и проблемы, возникающие при работе отдельных групп из структуры команды, формулируются в виде технических заданий и в дальнейшем в обязательном порядке обсуждаются на общем собрании команды для принятия конкретных решений. Эффективность деятельности каждой группы определяется по полученным результатам, направленным на достижение конечной цели проекта.

1.4 Транспортная логистика и перевозка болида

Во время работы над автомобилем студенты получают опыт в различных сферах деятельности, таких как проектирование, дизайн, механика, экономика, реклама, логистика и многих других. Основная задача данного соревнования - это развитие инженерных, творческих и экономических способностей студентов, а также работе в команде.

Formula Student существует с 1981 года, что составляет уже 35 лет. Как правило, чемпионаты проводятся в несколько этапов. Все этапы располагаются

в разных странах, таких например, как США, Германия, Венгрия, Австрия, Испания, Великобритания, Китай, Австралия, Италия и т.д.

В нашей стране заинтересованность принять участие в данном классе соревнований проявляют многие российские команды, из таких городов -миллионников, как Москва, Тюмень и Екатеринбург, а также команда ТГУ. В этой связи перед студентами поставлена нелегкая задача - как перевезти спортивные болиды по стране и из одной страны в другую, ведь соревнования всё-таки международные.

В регламенте прописано, что гоночный болид запрещено использовать в качестве личного транспортного средства. Автомобили могут двигаться своим ходом только на трассах для практики и соревнований. Именно решению этой проблемы и посвящена данная работа, главная цель которой - обосновать доступные методы и пути перевозки гоночного болида весом около 350 кг и размерами 2,5x1,5 м. на различные расстояния.

Существующие виды транспорта, такие как воздушный, водный, наземный представляют собой различные возможности для транспортировки грузов.

Если возникла необходимость срочной доставки груза, то в данном случае предпочтительно воспользоваться именно воздушным видом транспорта, но не стоит забывать, что воздушный вид транспорта будет весьма высокостоимостным. Авиаперевозки осуществляются от одного аэропорта до другого, поэтому возникает необходимость транспортировки болида из аэропорта до места назначения. Для этого требуется дополнительный вид транспортировки.

Международные морские перевозки грузов – особый вид транспортировки, который осуществляется посредством специальных транспортных судов. Контейнерные перевозки являются наиболее предпочтительными для морского вида перевозок. Контейнерные перевозки – это современный, наиболее экономичный вид транспортировки грузов, используемых как во внутренних, так в международных морских перевозках

грузов. Вес груза должен превышать 100 кг для транспортировки в контейнере. Главное достоинство транспортировки контейнера - сохранность груза благодаря пломбированию.

Наиболее распространенными являются железнодорожный и автомобильный виды перевозок. Международные железнодорожные перевозки являются одним из наиболее традиционных и экономичных способов доставки самых разнообразных грузов. А главное преимущество Международных перевозок - это возможность перемещать грузы существенных габаритов и объемов в короткие сроки.

Международные перевозки автомобильным транспортом на сегодняшний день являются одним из самых востребованных видов транспортных услуг. Международные автомобильные грузовые перевозки осуществляются между государствами, в соответствии с Международными Конвенциями Дорожной Перевозки грузов в таможенном режиме.

Перевозки болида в пределах междугородного сообщения целесообразнее проводить на специализированном подвижном составе, используя кузов автомобиля, прицепа или специально разработанного устройства.

Для транспортировки болида на небольшие расстояния, например в пределах городской черты, можно использовать одноосный прицеп, в виде прицепа-эвакуатора для легкового автомобиля. Такой вид транспортировки спортивного болида представляется наиболее предпочтительным для участия в городских мероприятиях: на выставках, презентациях, демонстрациях в автосалонах. Одноосные прицепы имеют малые габариты, небольшую массу и стоимость, удобны в хранении и просты в эксплуатации.

2 Разработка конструкции прицепа

2.1 Техническое задание на разработку прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент

Разработать устройство для перемещения спортивного болида. Прицепное устройство использовать в составе автомобиля-тягача при движении в условиях городских дорог общего пользования. Устройство использовать для перемещения грузов весом до 720 кг. Максимально допустимая скорость движения устройства 50 км/ч.

Наименование и область применения. Прицеп автомобильный. Устройство для транспортирования спортивного автомобиля, перемещаемого по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Предназначен для перевозки спортивного автомобиля. Прицеп будет использоваться на открытом воздухе, на дорогах общего пользования. Условия хранения - в помещении с искусственным освещением, вентиляцией, в температурном режиме от +15°C до +40°C, в зоне работы оборудования есть источник электропитания.

Основание для разработки. Разработка устройства проводится по заданию кафедры ПЭА в рамках выполнения бакалаврской работы по теме «Разработка прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент».

Цель и назначение разработки. Разработать устройство для перемещения спортивного автомобиля. Прицеп должен применяться для транспортировки спортивного болида при подготовке спортивных соревнований, демонстрации на выставках, перемещений внутри территории Тольяттинского государственного университета, учебных лабораторий кафедры ПЭА.

Источники разработки. Прицеп автомобильный одноосный «ПК-16».

Технические требования.

Прицеп должен состоять из основания, платформы, опор, подхватов, сцепного устройства, автомобильных колес и шин. Для погрузки - выгрузки спортивного болида предусматриваются направляющие траверсы, лебедка для

облегчения погрузки спортивного болида, элементы закрепления спортивного болида к прицепному устройству. Для исключения самопроизвольного движения прицепа при погрузке-разгрузке спортивного болида, предусматриваются выдвижные или поворотные стойки, обеспечивающие фиксированное устойчивое положение.

Основание прицепа - сварная коробчатая рама с поперечинами. Платформа прицепа имеет опорно-поворотное устройство. Подъемник или направляющее устройство, предназначенное для облегчения погрузки – разгрузки автоприцепа. Регулируемые направляющие устройства - траверсы позволяют поднимать спортивные болиды с различной формой днища, мостов или рамы. Подъемник оснащается ручной лебедкой с механическим, гидравлическим приводом.

Прицеп оснащается стандартным сцепным устройством, обеспечивающим крепление к автомобилю-тягачу. Перемещение прицепа осуществляется как вручную, так и с помощью привода автомобиля-тягача.

Платформа прицепного устройства шарнирно закреплена на поворотной стойке рамы. На платформе установлены опорные стойки, представляющие собой металлические трубы круглого или квадратного сечения. Опоры могут перемещаться на необходимое расстояние. Межосевое расстояние опор: минимальное 1000 мм, максимальное – 1800 мм.

Расположение и геометрическая схема автоприцепов представлены в соответствии с рисунками 2.1 и 2.2.

На раме подвижно закреплена платформа, которая поворачивается относительно шарнира. Усилие подъема создается при помощи лебедки, которая крепится шарнирно к раме и платформе. Усилие создается рукояткой привода. Высота прицепа в сложенном состоянии – 700 мм над уровнем пола, максимальная высота в поднятом положении 2000 мм.

В качестве аналогов представлены образцы: прицепы одноосные в соответствии с рисунками 2.1 и 2.2.

Привод передвижения прицепа без груза – ручной, усилие передвижения с грузом – не более 800 Н. Устройство выполнить пригодным для транспортировки, предусмотреть возможность складывания прицепа, без разборки устройства. Исправность устройства, целостность опорных стоек, состояние троса, механики, опор, ограничителей поворота и сварных швов проверяется непосредственно перед работой. Устройство должно иметь исключительно болтовые и сварные соединения, в большинстве соединения – сварные. Выполняется устройство полностью из металла.

Рама прицепа, стойки, опора, поворотная платформа, кронштейны изготовлены из нормализованных конструкционных элементов: труб прямоугольного и квадратного сечения, полос. Используются стандартные крепежные изделия. Характеристики материала: сталь конструкционная Ст. 3 $\sigma_t = 200 \text{ Н/мм}^2$; $[\sigma_{сж}] = 157 \text{ Н/мм}^2$; ГОСТ 380–60.

Использовать на устройстве стандартные покупные колесные узлы, с применением стандартных подшипников качения. Сечения силовых элементов конструкции должны обеспечивать целостность, жесткость и прочность устройства при работе, т.е. выдерживать нагрузку.

Для обеспечения устойчивости основание (рама) должно отвечать пропорциям (размеру) и весу перемещаемых агрегатов. Для обеспечения композиционного равновесия желательно нагрузку относительно центра тяжести устройства распределить посередине рамы.

Переломы элементов конструкции должны быть логичными и согласовываться между собой. Устройство должно сочетаться с оборудованием, размещенным в помещении, где оно будет использоваться.

Прицеп должен обладать следующими преимуществами перед прототипом, выбранным из аналогов: простота в изготовлении, обслуживании, работе. Должна быть предусмотрена возможность его изготовления силами студенческой конструкторской команды учебной лаборатории. Небольшая масса конструкции, что дает возможность его перемещения и установки в оптимальном с точки зрения планировки месте. Должна быть минимизирована

вероятность падения болида с прицепа, с целью повышения безопасности труда и возможности предотвращения случаев производственного травматизма.

Таблица 2.1 – Технические характеристики прицепа

Наименование характеристики	Значение
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 подхватов, не менее	1000 мм
Максимальная скорость движения	50 км/час
Масса прицепа, не более	160 кг
Грузоподъемность лебедки	0,5 т

Форма оборудования должна иметь тектоническую ясность, т.е. нести информацию о работе конструкции. Пропорции контуров оборудования должны обеспечивать композиционное равновесие. Переломы элементов формы должны быть логическими, согласовываться между собой мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены. При необходимости должны быть закрыты декоративными панелями, оборудование должно гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего должно быть окрашено в желто-оранжевый цвет, внутренние полости должны быть окрашены в яркий красный цвет, что позволяет легко заметить открытые люки, заслонки и т.п. и предотвратить включение оборудования в таком состоянии, должна быть обеспечена безопасность работы обслуживающим персоналом, подъемник должен иметь раздвижные опоры, которые предотвращают самопроизвольное смещение автомобиля или элементов мостов, кузова, узлов при подъеме. Должна быть обеспечена фиксация прицепа и автомобиля от свободного перемещения (перекатывания) в рабочем положении.

Экономические показатели. Бюджет проекта на разработку документации составляет 35.000 руб.

Стадии и этапы разработки

Разработка технического задания.

Разработка технического предложения

Разработка эскизного проекта

Разработка рабочего проекта

Разработка комплексной конструкторской документации

Порядок и контроль приемки. Производится после каждой стадии или этапа разработки.

Приложение. Прицеп одноосный (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Прицеп автомобильный «ПК-16» с функцией вывешивания автомобиля на оси



1 – направляющие колеса, 2 - несущая рама,

3 – тягово-сцепное устройство, 4 - траверса

Рисунок 2.2 Схема одноосного прицепа

2.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать прицеп автомобильный грузоподъемностью 400 кг для транспортировки спортивного болида Формула-Студент. В качестве исходного варианта предложено использовать прицеп автомобильный типа «ПК-16».

Неотъемлемой частью спортивных соревнований проекта Формула-Студент являются подъемно-транспортные и подъемно-осмотровые работы. Имея высокую трудоемкость при этих работах, необходимо использовать специальное оборудование. К этому оборудованию относятся передвижные краны, домкраты, грузовые тележки, тельферы и тали, кран-балки, подъемники и опрокидыватели.

Существующие прицепы классифицируют по следующим признакам:

- 1) по грузоподъемности;
- 2) по габаритам;
- 3) по числу осей;
- 4) по назначению;
- 5) по типу.

Одноосные автоприцепы сегодня наиболее распространены. Такие автоприцепы имеют не сложное техническое устройство и достаточно просты в монтаже. Большинство прицепов данной конструкции способны перевозить грузы весом до 1 тонны.

Дополнительным преимуществом таких прицепов, является также тот факт, что для транспортировки автомобиля не требуется специальная подготовка. В остальном прицепы для транспортировки автомобилей по своим характеристикам схожи с двухосными и позволяют работать с легким коммерческим транспортом, автобусами, минивэнами, джипами, легковыми автомобилями. Таким образом, подобные автоприцепы по праву можно назвать – универсальными.

Рассмотрим варианты прицепов:

1 Одноосный автоприцеп - траверса «СВ-50» с функцией помещения автомобиля на ось



Рисунок 2.3 – Общий вид прицепа СВ-50

Одноосные автоприцепы более дешевые, чем двухосные аналоги, к тому же на оси может поместиться передняя часть автомобиля.

Автоприцеп обладает низким расположением рабочих органов (верхняя поверхность платформы). Возможно изготовление прицепов различных грузоподъемностей от 0,6 до 2,0 т, модификаций с ручным и электромеханическим приводом подъема. Прицепы оснащаются U, V-образными тягами, адаптерами для различных узлов автомобилей. Многоуровневая система безопасности. Регулируемые упоры, позволяющие поднимать автомобили с различной конфигурацией рамы.

Таблица 2.2 - Технические характеристики

Грузоподъемность	1000 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 Прицеп «MX-12»



Рисунок 2.4 - Общий вид прицепа MX-12

Таблица 2.3 - Технические характеристики

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

Грузоподъемность 0,6 тонн. Усилие перемещения не превышает 25 кг.

Подъемник изготавливается дополнительно с ручным приводом лебедки. Компактные размеры позволяют ему проезжать в узких проходах между автомобилями и оборудованием.

Особенности подъемника:

- Небольшие габариты;
- Возможность использования в небольших помещениях;
- Имеет рабочие положения с механической фиксацией;
- Складывающийся каркас.

3 Прицеп «ПС-В7»

Грузоподъемность 0,5 тонн. Поворотная верхняя платформа и раздвижные боковые площадки, позволяющие поднимать автомобили с различной конфигурацией днища или рамы. Возможность установки прицепа на обычную осмотровую канаву с минимальными габаритами. Перемещение прицепов вручную, усилие перемещения не превышает 35 кг. По отдельному заказу прицеп может быть изготовлен с шириной от 1600 до 1900 мм. Конструкция основания прицепа предусматривает возможность регулировки в целях регулировки дорожного просвета от 130 до 400 мм.



Рисунок 2.5 - Общий вид прицепа ПС-В7

Таблица 2.4 - Технические характеристики

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

Рабочие элементы повышенной прочности и износостойкости. Усилие перемещения под нагрузкой не превышает 100 кг.

- площадки для установки разных типов автомобилей;
- регулируемые опоры для подъема автомобилей за мосты.

Для удобства анализа вариантов конструкций, сравнение характеристик подъемников проведем в таблице 2.5

Таблица 2.5 Сравнительный анализ прицепов

Технические характеристики	Модель устройства		
	СВ-50	МХ-12	ПС-В7
Вариант №	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

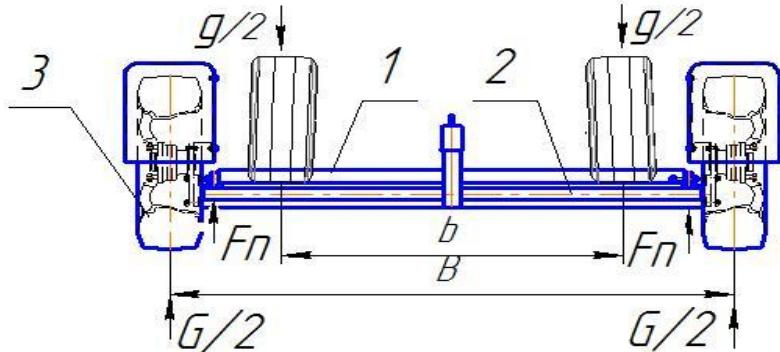
Сравним характеристики рассмотренных устройств с точки зрения соответствия техническому заданию. Достоинства предлагаемых вариантов состоят в их высокой грузоподъемности, небольших габаритных размерах, небольших массах. Низкая погрузочная высота платформы позволяет снизить нагрузки на рабочих элементах, обеспечить требования к усилиям на колесах, облегчить подъем перевозимых автомобилей.

К недостатку рассмотренного варианта 2 следует отнести отсутствие поворотных направляющих, что будет приводить к наличию боковых сил на колесах, а также высокую стоимость подъемника. Вариант 1 имеет значительные габариты, что затрудняет маневренное перемещение прицепа по проездам. Также данный подъемник требует наличия электрических разъемов. Поэтому выберем для разработки прицеп варианта 3 ножничного типа с поворотной платформой. Данное устройство имеет минимальные массово – габаритные характеристики, низкую стоимость.

2.3 Расчет основных элементов конструкции

Расчет на прочность опоры платформы

Расчетная схема прицепа представлена в соответствии с рис. 2.6.



1 – платформа; 2 – рама; 3 – колесо;

g – масса болида; G – нагрузка на прицеп;

B – межосевое колес; Fp – нагрузка на ролик;

Рисунок 2.6 – Расчетная схема прицепа

Осевая нагрузка прицепа:

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

где: $G_A = 7200$ Н – грузоподъемность прицепа;

$m_{\Pi} = 1,75$ - коэффициент увеличения массы под нагрузкой;

$K_H = 1,2$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки;

n_{Π} - число колес.

Опора испытывает деформацию изгиба. Выполним ее проверку на прочность. Проверку производим по условию

$$\sigma_{\max} = M_{\max}^{\text{изг}} / W_z \leq [\sigma] \quad (2.2)$$

где: σ_{\max} – максимальное напряжение изгиба в балке, МПа;

$M_{\max}^{\text{изг}}$ – максимальный изгибающий момент;

W_z – осевой момент сопротивления поперечного сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба, для материала Сталь 3

$[\sigma] = 120 \text{ МПа}$.

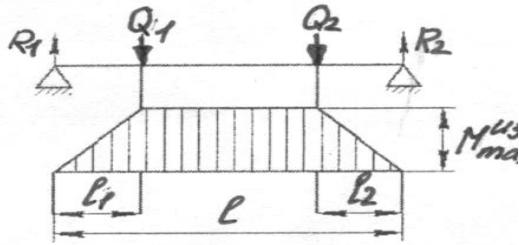


Рисунок 2.5 – Расчетная схема для проверки на прочность поперечной балки

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

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

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

$$R_1 = 11460 \text{ Н} \quad (2.7)$$

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

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

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

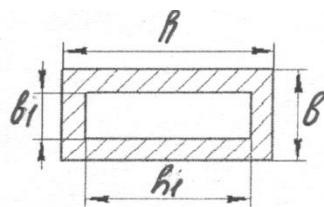


Рисунок 2.6 – Схема сечения поперечной балки

Таблица 2.6

h	0,050
h1	0,040
b	0,060
b1	0,050

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

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

следовательно, условие прочности выполняется

Подбор покупных узлов

Исходя из проведенных расчетов производится подбор необходимых стандартизованных узлов для проектируемого прицепа. В соответствии с техническим заданием проведем подбор покупных узлов:

- 1) Колесо 5,5Jx13H2 – 2 штуки;
- 2) Шина 165/70R13 79S – 2 штуки;
- 3) Ступица колеса в сборе 2101-29010014 – 2 штуки.
- 4) Устройство сцепное СПК-1-90

2.3.7 Расчет массы. Прицеп состоит из следующих узлов и деталей:

- 1) Колесо 5,5Jx13H2 – 2 штуки, масса 16,6 кг;
- 2) Шина 165/70R13 79S – 2 штуки, вес 14,8 кг;
- 3) Ступица колеса в сборе 2108-29010014 – 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 Руководство по эксплуатации

Введение

Прицеп предназначен для транспортирования спортивного болида Формула-Студент. Болид следует устанавливать на платформе исключительно с помощью направляющих траверс. В незакрепленном состоянии болид должен оставаться как можно меньшее время. Необходимо строго соблюдать указанную грузоподъемность моделей и ни в коем случае не превышать ее.

Устройство использовать для перемещения грузов весом до 720 кг.

Разрешается использовать прицеп только по его прямому назначению.

Перед началом эксплуатации внимательно ознакомьтесь с данной инструкцией по эксплуатации. Правильное применение и регулярные осмотры – жизненно важный фактор эксплуатации изделия.

Рабочая среда

Устройство для транспортирования спортивного автомобиля использовать в составе автомобиля-тягача при движении в условиях городских дорог общего пользования.

Прицепное устройство можно использовать в закрытых помещениях на ровных и устойчивых поверхностях. Температура окружающей среды должна находиться в пределах от -15°C до +50°C.

Техника безопасности

ВНИМАНИЕ! Эксплуатация и обслуживание устройства для транспортирования спортивного автомобиля, также работа на нем должны производиться в соответствии с инструкциями, представленными в данном руководстве. Максимальная полезная нагрузка указана на табличке с серийным номером и на прикрепленной к корпусу табличке с указанием грузоподъемности. Устройство для транспортирования спортивного автомобиля не следует эксплуатировать в огне или взрывоопасных зонах, местах с высоким риском коррозии или высокой концентрацией пыли.

Допуск к эксплуатации

К эксплуатации устройства для транспортирования спортивного автомобиля допускаются лишь имеющие разрешение и проинструктированные работники старше 18 лет, продемонстрировавшие владельцу или его представителю свои навыки обращения с грузами и назначенные последним в качестве лиц, допущенных к эксплуатации устройство.

Необходимо убедиться, что во время работы устройства для транспортирования спортивного автомобиля не находятся посторонние предметы. При возникновении сбоев в работе устройства надо немедленно

прекратить его эксплуатацию, и выяснить причину нарушений. При использовании тросов или цепей для поднятия спортивного автомобиля следует предварительно убедиться в том, что данные вспомогательные средства находятся в безупречном состоянии.

Осуществите подъем спортивного болида на 500...800 мм нажатием рычага управления подъемника. Убедитесь в устойчивом положении спортивного болида на крюке, после чего можно продолжить подъем на полную высоту.

Выполните опускание узла с помощью рычага управления.

При работе подъемника, обслуживающему персоналу необходимо учитывать опасные зоны (зоны возможного падения и отскока груза).

Управление

Подъем

После закрепления на грузовом крюке вспомогательных средств для подъема груза необходимо убедиться, что предохранительный язычок защелкнут правильно. Вид элементов прицепа представлен на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10
1- рама прицепа; 2 – поворотная платформа

Рисунок 3.10 – Устройство прицепа

Платформу 2 необходимо расположить соосно с рамой 1, чтобы не допустить перекоса конструкции при подъеме спортивного болида.

Если во время поднятия спортивного болида прекратить двигать рычаг управления, подъемный кронштейн будет заблокирован в том положении, которого он достигнет к тому моменту. Кронштейн будет зафиксирован в данном положении.

Достигнув максимальной высоты, кронштейн остановится автоматически.

Как только кронштейн достигнет максимальной высоты, необходимо прекратить двигать рычаг управления.

2.5 Техническое обслуживание

Не реже одного раза в месяц проверять устойчивость положения платформы на раме тележки, надежность крепления к ней механизма поворота. Ослабленные соединения подтянуть.

До начала эксплуатации нового прицепа и в дальнейшем каждые двенадцать месяцев проводить испытания подъемника по полной программе в соответствии с требованием настоящего паспорта.

При нормальной работе подъемника не должны наблюдаться раскачивание опор, повышенные шумы.

Регулярное обслуживание

Если автомобильный прицеп не эксплуатируется длительное время, необходимо проверить работу подшипниковых узлов ступиц, поворотного механизма платформы.

Повернуть платформу вправо-влево до упора в кронштейны.

Рукоятки и предохранительные защелки для сцепного устройства должны содержаться в чистоте. Необходимо регулярно смазывать полусферы сцепного устройства и шар фаркопа.

Работы по техническому обслуживанию и очистке оборудования должны проводиться с учетом правил техники безопасности. Необходимо предварительно разгрузить прицеп, опустить и закрепить опоры.

3 Технологический процесс транспортировки спортивного болида Формула-Студент

Преимущество использования прицепного устройства для транспортировки спортивного болида состоит в том, что оборудование используется в составе буксирующего устройство – тягача. Предлагаемое устройство для транспортировки представляет собой раму, установленную на двух колесах, прямоугольные транспортные платформы для закрепления на них без возможности самостоятельного движения спортивного болида. Транспортная платформа - это тележка (поддон), перемещающаяся по основаниям (полу), на двух колесах. Сцепное устройство серийного производства, колеса, шины транспортной платформы от автомобилей, размер шин 165/70R13. Захват, сцепление и расцепление выполняет тягач. Он же управляет состоянием тормозной системы транспортной платформы. Транспортировка спортивного болида осуществляется с целью его доставки в место проведения спортивных мероприятий, выставок. Транспортировка производится для обеспечения безопасного перемещения болида при движении по дорогам общего пользования, где самостоятельное движение болида запрещено. Также транспортировка спортивного автомобиля осуществляется в случае необходимости проведения ремонтных работ. При этом сокращается время ремонта, а соответственно повышаются технико-эксплуатационные качества автомобилей, в связи с чем улучшается качество обслуживания.

3.1 Подготовка прицепного устройства

Перед установкой спортивного болида на платформу, необходимо убедиться в исправном состоянии механической, поворотной систем прицепа в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверить давление воздуха в шинах и при необходимости довести до нормативного значения. Убедиться в надежном закреплении всех болтовых соединений.

1) Прицеп установить на ровной площадке. Установить переднюю и задние стойки упоров в вертикальное положение до касания с поверхностью пола и затянуть барашковые гайки. Установить на платформу наклонные

направляющие в соответствии с шириной передней колеи спортивного болида, симметрично относительно продольной оси прицепа.

3.2 Установка спортивного болида

1) Закатить спортивный болид на платформу прицепа передними колесами. Убедиться в устойчивом положении колес на платформе. Зафиксировать передние колеса спортивного болида на платформе с помощью крепежных устройств. Отвернуть барашковые гайки стоек упоров. Установить задние и переднюю стойки упоров в транспортное положение до касания с рамой и затянуть гайки.

2) Подвести автомобиль-тягач задним ходом к прицепному устройству. Состыковать сцепное устройство прицепа со сцепным устройством тягача. Зафиксировать сцепное устройство прицепа на фаркопе тягача. Установить дополнительные страховочные карабины в отверстия кронштейна сцепного устройства тягача.

3.3 Транспортировка спортивного болида

3.3.1 Произвести транспортировку спортивного болида. Максимальная скорость движения – 60 км/час.

3.4 Снятие спортивного автомобиля с прицепа

1) Расположить автомобиль-тягач с прицепным устройством на ровной горизонтальной площадке. Вынуть страховочные карабины из отверстий кронштейна. Расстыковать сцепное устройство прицепа от сцепного устройства тягача. Удерживая сцепное устройство прицепа на весу, установить переднюю и задние стойки упоров в вертикальное положение до касания с поверхностью пола и затянуть барашковые гайки.

2) Установить на платформу наклонные направляющие в соответствии с шириной передней колеи спортивного болида, симметрично относительно продольной оси прицепа.

3) Снять спортивный болид с платформы прицепа. Снять с платформы направляющие траверсы, убрать прицеп в штатное место для хранения, привести элементы прицепа в стоячное положение.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта Производственный участок мастерской «Formula Student»

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция , вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Работы по изготовлению спортивного болида	Установка на прицеп для транспортировки	Слесарь по ремонту автомобилей	Прицеп одноосный автомобильный	Траверсы, трос, обтирочная ветошь

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Физический: Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Подъем-опускание автомобиля	Физический: Повышенный уровень шума на рабочем месте	Шум возникает при проведении работ, связанных со сжатым воздухом, при работе электродвигателей, при движении ТС
Снятие-установка направляющих траверс	Физический: Недостаточная освещенность рабочей зоны	Отсутствие осветительных приборов, переносных ламп на рабочих местах

Продолжение таблицы 4.2

Отворачивание – заворачивание барашковых гаек прицепа	Физический: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов	Пневмогайковерт, при использовании механизмов ударного действия
Снятие-установка фиксирующих опор	Физический: Отсутствие или недостаток естественного света	При работе в труднодоступных местах

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Инструктаж, ограждение движущихся механизмов, знаки безопасности	Каски, шлемы, спецодежда, рукавицы, ботинки
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трещущихся деталей), рациональная планировка рабочих участков	СЗ органов слуха (наушники, противошумные шлемы, противошумные вкладыши
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки
Недостаточная освещенность рабочей зоны	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования	Осветительные приборы, переносные лампы на рабочих местах

Продолжение таблицы 4.3

Отсутствие или недостаток естественного света	Средства нормализации освещения (светильники)	Переносные лампы
Напряжение зрительных анализаторов	Правильный подбор освещения, перерывы на отдых	СИЗ глаз (очки, щитки, маски)
Загазованность воздуха, производственная пыль	Средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу)	СЗ органов дыхания (респираторы)

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 4. 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Производственный участок мастерской «Formula Student»	Прицеп одноосный автомобильный	В	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие произошедшего пожара

Разработка технических средств и организационных мероприятий

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализации, связь и оповещение

Продолжение таблицы 4.4.2

Вода	-	Автоматическая водяная стационарная установка пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные	Огнетушитель	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (защитные маски, очки)	Лопата	Пожарная сигнализация
Песок				Пожарный кран		Лом	План эвакуации
Кошма						Багор	

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Подъем-опускание автомобиля	проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, проведение периодических чисток аппаратов и рабочих мест	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возможность возгорания ЛВЖ и ГСМ

Продолжение таблицы 4.6

Снятие-установка направляющих траверс	регулярный противопожарный инструктаж рабочих; проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, электрооборудование закрыто и заземлено.	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возникновение замыкания электроцепи
Отворачивание – заворачивание барабанковых гаек прицепа	проведение периодических чисток аппаратов и оборудования от горючих пылей в сроки, установленные нормативно-технической документацией на аппараты и оборудование;	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать образование внутри аппаратов и оборудования горючей среды или появление в горючей среде источников зажигания.
Снятие-установка фиксирующих опор	своевременный плановый ремонт систем предупреждения пожаров и взрывов и систем противопожарной защиты и взрывозащиты.	

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Снятие- установка направляющих траверс	Мойка колес с применением моющих химических средств	Выбросы в атмосферу химических веществ	Загрязнение сточных вод моющими средствами, ГСМ и СОЖ	Попадание в почву моющих средств, ГСМ и СОЖ
Отворачивание – заворачивание баращковых гаек прицепа	Мойка барабанов с применением моющих химических средств	Пыль ингредиентов и образующиеся при вулканизации газообразные вещества в составе вентиляционных выбросов попадают в окружающую среду	Попадание в сточные воды газообразных веществ, образующихся в процессе вулканизации	Осаживание газообразных выбросов и пыли

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Изготовление специального технологического оборудования
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия атмосфере	Для снижения вредного воздействия АТП на окружающую среду необходимо правильно организовать вентиляцию помещений. Для защиты атмосферы от загрязнения пылью и туманами используют пыле- и туманоулавливающие аппараты и системы.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия гидросферу	<p>Для очистки сточных вод применяют механические, биологические, химические, физико-химические и термические способы. Из очистных установок наиболее часто используют установки работающие на принципе простого отстаивания и фильтрации, бензомасленых уловителей, гидроэлеваторы с гидроциклонами. Из маслоуловителей масло сливают в бак и отправляют на перерабатывающие предприятия. Для предотвращения сильно загрязненной воды в канализацию сточные воды необходимо предварительно очистить. Первоначальная стадия очистки стоков является процеживание. Оно предназначено для выделения из сточной воды крупных не растворимых примесей, а также мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе длительной обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования.</p> <p>При отстаивании одновременно удаляют маслосодержащие примеси с помощью специальных маслоуловителей. После отстаивания механические примеси удаляют в гидроциклах. После очистки часть сточных вод повторно используют для мойки автомобилей. Сточные воды после очистки подвергаются периодическому контролю.</p>

Продолжение таблицы 4.8

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Главным источником загрязнений почвы являются технические отходы. Основными направлениями ликвидации и переработки твердых отходов (кроме металломолома) является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новых технологий переработки их в полезный продукт. Лом перерабатывают и вновь используют как сырье. В настоящее время широко используют захоронение отходов в специально подготовленных местах, но при этом занимают большие площади, и может произойти загрязнение грунтовых вод.
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика зоны ТР, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

2. Проведена идентификация по профессиональным операциям в зоне ТР, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: шум и вибрация при работе с ручным механизированным инструментом, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, испарение химических веществ.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, контроль за правильным использованием средств защиты. Подобраны средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу, включая контроль за правильным

использованием средств виброзащиты, нормирование рабочего времени). Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 4.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 4.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.8).

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Исходные данные для экономического расчета

Таблица 5.1

Показатели	Условные обозначения	Ед. изм.	Значение показателей	
			базовый	проектный
Годовая программа	Пг	шт	450	450
2 Время машинное (оперативн.)	Топ	час	1	0,95
3 Норма обслуж. раб. места	а	%	8	8
4 Норма на отдых и личные надобности	б	%	6	6
5 Часовая тарифная ставка	Сч	Руб./час	3p-80 руб	3p-80 руб
			4p-90 руб	4p-90 руб
			5p-100 руб	5p-100 руб
6 Коэф. доплат к осн. з\плате	Кд	%	1,88	1,88
7 Коэф. отчисл.на соц. нужды	Кс	%	30	30
8 Цена оборудования	Цоб	Руб.	325500	расчет
9 Коэф. на доставку и монтаж	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовая норма аморт. на площ.	На	%	2,5	2,5
11 Годов.норма аморт. оборуд.	На	%	10	10
12 Площадь под оборудов.	Руд.	м ²	3,05	2,97
13 Коэф. допол. площасти	Кд.пл		4	4
14 Цена эл. энергии	Цэ	Руб/кВт-ч	2,42	2,42
15 Цена 1 м ² площасти	Цпл	Руб/м ²	4000	4000
16 Стоимость эксплуат. произ. площасти	Сэксп	Руб/м ²	2000	2000
17 Количество рабочих на техпроцессе	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. транс. заготов. расходов	Ктз	%	1,03	1,03
19 Коэф. возврат. отходов	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. общепроизводств. расходов	Копр.	%	1,25	1,25
21 Коэф. общехозяйств. расходов	Кохр.	%	1,6	1,6
22 Коэф. доплат к основ. з\плате	Кд	%	1,1	1,1

5.2 Расчет Фонда времени работы оборудования

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования

$$F_n = (Др \cdot T_{см} - Дп \cdot T_{п}) \cdot С \quad (5.1)$$

где Др - к-во рабочих дней в году;

Тсм- продолжительность смены;

Тп - к-во часов, сокращения смен в предпраздничные дни;

Дп - к-во праздничных дней;

С - количество смен.

$$F_n = (255 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 1 = 2035 \text{ час.} \quad (5.2)$$

$$F_n = (255Др \cdot 8T_{с} - 5Дп \cdot 1T_{п}) = 2035 \text{ час.} \quad (5.3)$$

Эффективный фонд времени работы оборудования

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

$$F_{\text{Э}} = 2035(1 - 5/100) = 2023 \text{ час.} \quad (5.5)$$

где В - плановые потери рабочего времени.

5.3 Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника

Таблица 5.2

Статьи затрат	Обозн.	Сумма, руб.	Уд. вес, %
1 Сырье и материалы	М	6767,79	8,09
2 Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	39119,4	46,74
3 Основная зарплата	З осн	8290,8	9,91
4 Дополнительная зарплата	З доп.	829,08	0,99
5 Отчисления на соц.нужды	Осс	2735,96	3,70
6 Затраты на использ.оборуд.	Зоб.	290,08	0,35
7 Затраты на использ.площади	Зпл	25,78	0,03
Технологическая себестоимость	Стех.	58423,69	69,81
8 Общепроизводственные расходы Ропр=Зосн·Копр=8290,8·1,25	Ропр	10363,5	12,38
9 Общехозяйственные расходы Рохр=Зосн·Кохр=8290,8·1,6	Рохр	13265,28	15,85
10 Производственная себестоимость	Спр	82052,47	98,04
11 Внепроизводственные расходы Рвн=Спр+Рвн/100=155014,94·2/100	Рвн	1641,05	1,96
12 Полная себестоимость Сполн=Спр+Рвн=82052,47+1641,05	Сп	83693,52	100

5.4 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки.

Расчет штучного времени оказания услуги:

$$Тшт=Тмаш\cdot(1+(a+b)/100) \quad (5.6)$$

где Тмаш.- машинное (оперативное)время оказания услуги.

а - норма времени обслуживания рабочего места, %;

б - норма времени на отдых и личные надобности рабочего, %;

$$Т шт.баз.=1\cdot(1+(8+6)/100)=1+1,14=2,14 \text{ час,} \quad (5.7)$$

$$Тпрект=0,95+1,14=2,09 \text{ ч.} \quad (5.8)$$

Производственная программа оказания услуг

$$Пг=Фэф/Тшт=2023/2,14=945 \text{ шт. в год в расч. варианте} \quad 968 \text{ шт. в год.}$$

Производственная программа принятая предприятием = 900 ед. в год.

Расчетное количество основного технологического оборудования

$$Ноб.расч.=Тшт\cdotПг/Фэф\cdotКвн. \quad (5.9)$$

$$Ноб.расч.=2,14\cdot945 / 2023\cdot1=1 \quad (5.10)$$

где Квн - коэффициент выполнения нормы.

Принимаем по единице оборудования по базовому и проектному вариантам.

Коэффициент загрузки оборудования

$$Кз=Пг.пред./Пг.расч \quad (5.11)$$

$$Кз=900 / 945 =0,95 \quad Кз.пл.= 900 / 968 = 0,93 \quad (5.12)$$

Необходимое количество оборудования и коэффициент его загрузки

Таблица 5.3

Наименование показателей	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Норма штучного времени	Тшт	2,14	2,09
2 Производственная программа	Пг	900	900
3 Расчетное к-во оборудования	Ноб.расч.	1	1
4 Принятое количество оборудования	Ноб.пр.	1	1
5 Коэффициент загрузки оборуд.	Кз	0,95	0,93

5.5 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту

Общие капитальные вложения в оборудование по базовому варианту:

$$\text{Кобщ.б} = \text{Коб.б.} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Цоб.б} \cdot \text{Кз.б.} \quad (5.13)$$

где Кз.б. - коэффициент загрузки оборудования по базовому варианту;

Цоб.б - остаточная стоимость оборудования с учетом срока службы, руб;

Ноб.прин. - принятое количество оборудования, необходимого для выполнения производственной программы по базовому варианту.

$$\text{Цоб.б.} = \text{Сперв} - \text{Сперв} \cdot \text{Тсл.} \cdot \text{На} / 100 \quad (5.14)$$

где Сперв - первоначальная (балансовая) стоимость оборудования, руб;

Тсл. - срок службы оборудования на момент выполнения расчета, лет;

На - норма амортизации на реновацию оборудования, %.

$$\text{Цоб.б.} = 325500 - (325500 \cdot 6 \cdot 10 / 100) = 130200 \quad (5.15)$$

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 130200 \cdot 0.95 = 123690 \text{ руб.} \quad (5.16)$$

а) капитальные вложения в оборудование.

$$\text{Коб.б} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Сперв.} \cdot \text{Кт.з.} \cdot \text{Кз.б.} \quad (5.17)$$

где Сперв. - стоимость приобретения нового оборудования, (руб);

Кт.з. - коэф., учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку оборудования (принимаем 3 %);

Кз.б. - коэф. загрузки оборудования по базовому варианту.

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 325500 \cdot 1.03 \cdot 0.95 = 318501,75 \text{ руб.} \quad (5.18)$$

б) Капитальные вложения в дополнительные площади.

$$\text{Кпл.б.} = \text{Цпл.} \cdot (\text{Sпр}-\text{Sб}) \cdot \text{Кз.б.} \quad (5.19)$$

где Sпр-Sб - дополнительная площадь по базовому варианту, м²;

Цпл - стоимость приобретения площади, руб/м²;

Кб.з. - коэф. загрузки по базовому варианту.

$$\text{Кобщ.б.} = 1 \cdot 3.05 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0.95 = 46360 \text{ руб.} \quad (5.20)$$

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 325500 \cdot 1.03 + 46360 + 15925,09 = 397550,09 \text{ руб.} \quad (5.21)$$

Общие капитальные вложения по проектному варианту

$$\text{Кобщ.пр} = \text{Коб.пр} + \text{Кпл.пр} + 3 \cdot \text{соп.пр.} \quad (5.22)$$

$$\text{Кобщ.пр} = 37980 + (1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,93) + \text{Зсоп.пр},$$

где Коб.пр - капитальные вложения в оборудование, руб;

Кпл.пр - капитальные вложения в дополнительные площади, руб;

Зсоп.пр - сопутствующие капитальные затраты, руб.

а) капитальные вложения в оборудование

$$\text{Коб.пр.} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Сперв} \cdot \text{Кт-з} \cdot \text{Кз.пр.} \quad (5.23)$$

где Сперв - стоимость приобретения нового оборудования;

Кт-з - коэф., учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку - 3 %;

Кз.пр. - коэф. загрузки оборудования по проектному варианту.

$$\text{Коб.пр} = 1 \cdot 37980 \cdot 1,03 \cdot 0,93 = 36381,04 \text{ руб.} \quad (5.24)$$

б) капитальные вложения в дополнительные площади.

$$\text{Кпл.пр.} = \text{Цпл} \cdot (\text{Sпр} - \text{Sб}) \cdot \text{Кз.пр.} \quad (5.25)$$

где Sпр-Sб - дополнительная площадь по проектному варианту, м²;

Цпл - стоимость приобретения площади, руб/м²;

Кз.пр. - коэффициент загрузки по проектному варианту.

Таблица 5.4

Наименование	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Общие капвложения в оборудование	325500	83693,52
2 Сопутствующие капвложения по проектному варианту	15925,09	2671,2
3 Затраты на производственную площадь, занятую оборудованием	46360	44193,6
4 Общие капвложения	397550,09	130558,32
5 Удельные капвложения	441,72	145,06

5.6 Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги

Таблица 5.5

Статьи затрат	Калькуляция, руб.	
	базовый	проектный
1 Материалы	нет	нет
2 Основная зарплата рабочих	402,2	392,92
3 Дополнительная зарплата рабочих	40,23	39,29
4 Отчисления на соц.нужды	132,8	129,66
5 Расходы на содержание оборудования и производственных площадей	238,74	153,82
Технологическая себестоимость	831,76	732,98
6 Общехозяйственные расходы Ропр=Зосн·Копр(1,25)	502,9	491,15
7 Общехозяйственные заводские накладные расходы Рохр=Зосн·Кохр(1,6)	643,71	628,67
8 Производственная себестоимость Спр=Стех+Ропр+Рохр	1978,37	1852,8
9 Внепроизводственные расходы вн=Спр·Квнепр(2%)	39,56	37,05
10 Полная себестоимость: Сполн=Спр+Рвн	2017,93	1889,85
11 Прибыль предприятия ПР=Сполн·Кпр(15%)	302,69	283,48
Цена услуги	2320,62	2173,33

5.7 Расчет показателей экономической эффективности новой техники

Показатель снижения трудоемкости. Трудоемкость не меняется, т.к. оперативное время не меняется.

Показатель снижения технологической себестоимости.

$$\text{Стех} = (\text{Стех.в.} - \text{Стех.пр.}) / \text{Стех.в.} \cdot 100\% = \quad (5.26) \\ = (831,76 - 732,98) / 831,76 \cdot 100\% = 11,87 \%$$

Условно-годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{уг} = (\mathcal{Ц}_{баз.} - \mathcal{Ц}_{пр}) \cdot \mathcal{П}_г \quad (5.27)$$

$$\mathcal{E}_{уг} = (2320,62 - 2173,33) \cdot 900 = 132561 \text{ руб.} \quad (5.28)$$

где $\mathcal{Ц}_{баз.}$ и $\mathcal{Ц}_{пр}$ цена услуги по базовому и проектному вариантам соответственно.

$$\text{Ожидаемая прибыль от услуг: } 283,48 \cdot 900 = 255132 \text{ руб.} \quad (5.29)$$

Годовой экономический эффект

Экономия от снижения затрат на покупку оборудования:

$$\text{Эг} = (\text{Зпрб} - \text{Зпр.п}) = 397550,09 - 130558,32 = 266991,77 \text{ руб.} \quad (5.30)$$

Срок окупаемости капитальных вложений.

Определение срока окупаемости капиталовложений (инвестиций):

$$\text{Ток} = \text{Кобщ} / \text{Пр.чист} = 130552,32 / 255132 = 0,51 \text{ года} \quad (5.31)$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$Ecp = 1 / \text{Ток.} = 1 / 0,51 = 1,96 \quad (5.32)$$

где: Ток - срок окупаемости дополнительных кап. вложений, лет.

$$Eh = 0,33$$

$Ecp = 1,96$, $Eh = 0,33$, т.е. срок окупаемости нового оборудования составит менее года, тогда как по нормативу допускается 3 года. Следовательно, мероприятие эффективно и внедрение нового оборудования экономически обосновано.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с техническим заданием, в рамках бакалаврской работы в данной расчетно-пояснительной записке представлены необходимые данные по проектируемому проекту прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент. При этом тип проектируемого прицепа – одноосный, назначение – автомобильный. Способ транспортировки болида – методом частичного погружения на платформе.

В соответствие с заданием на разработку представлен рабочий проект, технологическая планировка учебной лаборатории Д-112. Разработана планировка производственного корпуса с учетом размещения прицепа для транспортировки спортивного болида Формула-Студент.

Проведены исследования и анализ технических устройств – автоприцепов одноосных. Выполнен обзор существующих конструкций, проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. Выбрана конструктивная схема устройства, заданы требуемые характеристики. В конструкторском разделе рассчитаны на прочность основные детали и узлы, подобраны силовые опорные элементы и их крепление.

Разработана технологическая карта процесса транспортировки спортивного болида Формула-Студент.

Проведен анализ безопасности и экологичности проекта, условий труда основного персонала при использовании технологического оборудования, состояние пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Выполнены расчеты экономической эффективности затрат на модернизацию устройства и определены себестоимости технологической, цеховой, заводской и отпускной цены на изготовленную продукцию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Епишкин, В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирования предприятий автомобильного транспорта» / В.Е. Епишкин, А.П. Карабенцев, В.Г. Остапец. - Тольятти : Изд-во ТГУ 2012. – 195 с. : обл.
- 2 **Малкин, В.С.** Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.С. Малкин, В.Е. Епишкин. – Тольятти : ТГУ, 2008. - 75 с.
- 3 **2015 Formula SAE® Rules – РЕГЛАМЕНТ**
- 4 **Петин, Ю.П.** Техническая эксплуатация автомобилей : учебно-методич. пособие по курсовому проектированию / Ю.П.Петин, Е.Е.Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 117 с. : обл.
- 5 **Фастовцев, Г.Ф.** Организация технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей. - М.: Транспорт, 1989.- 240 с.
- 6 **Напольский, Г.М.** Технологическое проектирование АТП и СТО. - М.: Транспорт, 1985.- 231 с.
- 7 **Малкин, В.С.,** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Живоглядов Н.И., Андреева Е.Е.. - Тольятти: ТГУ, 2005. – 108 с.
- 8 **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. 7-е изд., перераб. и доп. [Текст] / В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1992.
- 9 **Карнаухов, И.Е.** Детали машин, подъемно-транспортные машины и основы конструирования [Текст] / И. Е. Карнаухов. – М. : ВСХИЗО, 1992.
- 10 **Аверьянова, Г.А.** Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость деталей машин [Текст] / Г.А. Аверьянова. – Великие Луки: ВГСХА, 1995.

11 **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.

12 **Петров, В. В.** Ремонт автомобилей и двигателей : учеб. / В. В. Петров. - Гриф МО. - М. : Academia, 2005. - 223 с.

13 **Фокин, В. В.** Материаловедение на автомобильном транспорте : учеб. пособие для вузов / В. В. Фокин, С. Б. Марков. - Гриф УМО. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 287 с.

14 **Ременцов, А. Н.** Автомобили и автомобильное хозяйство : введение в специальность : учебник / А. Н. Ременцов. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2010. - 189, [1] с.

15 **Вахламов, В. К.** Автомобили : эксплуатационные свойства : учеб. для вузов / В. К. Вахламов. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - М. : Академия, 2007. - 238 с.

16 **Бойко, Н. И.** Транспортно-грузовые системы и склады : учеб. пособие / Н. И. Бойко, С. П. Чередниченко. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 399 с.

17 Грузоподъемные машины для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ : учеб.-справ. пособие для вузов / М. Н. Хальфин [и др.]. - Гриф МО. - Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 607 с.

18 **Волков, Д. П.** Строительные машины : учеб. для вузов / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2002. - 373 с.

19 **Горев, А. Э.** Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие для вузов / А. Э. Горев. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - М. : Academia, 2008. - 287 с.

20 **Ременцов, А. Н.** Автомобили и автомобильное хозяйство : введение в специальность : учебник / А. Н. Ременцов. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2010. - 189, [1] с.

21 **Горев, А. Э.** Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособие для вузов / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. - 2-е изд., испр. ; Гриф УМО. - М. : Академия, 2008. - 254 с.

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

23 Справочник по конструкционным материалам / под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. - 637 с.

24 Чумаченко, Ю.Т. Материаловедение для автомехаников : учебное 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 Пугачев, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения : учебное пособие для вузов / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2009. - 270 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

