

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Разработка устройства для транспортировки спортивного болида  
«Формула Студент»

Студент

Н.В. Бяшимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А. Гудкова

(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 19 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

В пояснительной записке к проекту содержится 100 листов печатного текста (формата А4), 3 листа приложений (спецификаций, формата А4), а также 9 листов графического материала с чертежами устройства для транспортировки спортивного болида в сборе (4 листа формата А1), циклограмма (1 лист формата А1), планировки лаборатории (1 лист формата А1), листа экономической части (формат А1), листа технологической части (формат А1) и 1 листа с графиками тягового расчета (формата А1).

Задачей дипломного проекта является – разработка устройства для транспортировки спортивного болида. За основу принят автомобиль «Формула Студент», изготовленный в 2015 году и в настоящее время являющийся прототипом. При сравнении различных автомобилей было определено, что ни одна из комплектаций не имеет шести-ступенчатой коробки передач, что не позволяет в полной мере реализовать возможности по снижению расхода топлива. Особенно, это важно для комплектации с двигателем 0,6 л.

В задачи проекта включен анализ действующих конструкций автомобилей разных производителей, определение тенденций современного автомобилестроения в части механических трансмиссий и требований к ним. Выявлена направленность на применение шести-ступенчатых коробок передач, что позволяет существенно улучшить топливную экономичность автомобиля и снизить содержание вредных примесей в отработавших газах. В связи с этим был определен путь модернизации коробки передач, а именно применение шестой передачи в базовой коробке передач.

Также для модернизированной конструкции применено измененное передаточное отношение для главной передачи 2,10 вместо 1,95. Данное решение выполнено для уменьшения разрыва при переключении с первой на вторую передачу.

Таким образом, поставленные задачи перед дипломным проектом были достигнуты.

## ABSTRACT

The title of the thesis is: "Development of a device for transporting a sports car "Formula Student".

The aim of the work is to develop a device for transporting a sports car "Formula Student".

In this paper, a review of the main trends in the choice of device design parameters was carried out, and a device was developed for transporting a sports car.

The thesis consists of 100 pages, including calculations, tables, 3 annexes and a graphic part of 9 sheets A1.

The key theme of the diploma is the operation and characteristics of the device for transporting a sports car.

The thesis is divided into 6 main parts. The first part indicates the purpose of the project "Formula Student" classification with an overview of current developments, as well as an overview of the main directions in the development of cars at the moment.

The second part contains engineering calculations, such as traction-dynamic calculation of the car.

The third part deals with the design aspects of the device for transporting a sports car.

The fourth part deals with the technological aspects of the transport of a sports car.

The fifth part describes the safety rules while working on the Assembly site.

In the sixth part, the cost of the projected unit and the break-even point of the project is calculated, the economic efficiency of modernization is confirmed.

The results of the work can be used in the manufacture of a device for transporting a Formula Student sports car.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	6
1 Командный проект «Формула студент ТГУ» . . . . .	8
1.1 Начало разработки и направленность проекта . . . . .	8
1.2 Цели и результаты студенческих гонок . . . . .	12
1.3 Проектно-производственная мастерская «FS» . . . . .	17
1.4 Пакет заданий мастерской проектов «FS» . . . . .	20
1.5 Условия сборки каркаса спортивной машины . . . . .	21
1.6 Транспортная логистика и перевозка болида . . . . .	23
2. Тяговый расчет действующего автомобиля «FormulaStudent» .	26
2.1 Расчет динамических свойств автомобиля . . . . .	26
2.2 Определение передаточного числа главной передачи . . . . .	29
2.3 Динамическая характеристика автомобиля . . . . .	32
2.4 Разгонные характеристики болида . . . . .	33
2.5 Расчет времени и пути разгона . . . . .	35
2.6 Мощностной баланс автомобиля . . . . .	38
2.7 Расчет топливно-экономической характеристики автомобиля . . . .	40
3 Конструкторская часть . . . . .	42
3.1 Техническое задание на разработку устройства для транспортировки спортивного болида Формула-Студент . . . . .	42
3.2 Техническое предложение . . . . .	49
3.3 Инженерные расчеты устройства . . . . .	55
3.4 Руководство по эксплуатации. . . . .	59
4 Технологическая часть . . . . .	61
4.1 Подготовка устройства к эксплуатации . . . . .	61
4.2 Транспортировочный процесс . . . . .	62
4.3 Подготовка прицепного устройства . . . . .	62
4.4 Погрузка передней оси болида на траверсу . . . . .	63
4.5 Процесс транспортировки . . . . .	63

4.6 Разгрузка устройства . . . . .	63
5. Безопасность и экологичность объекта . . . . .	65
5.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций. . . . .	65
5.2 Опасные и вредные производственные факторы . . . . .	66
5.3 Организаионно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчетами . . . . .	68
5.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности . . . . .	72
5.5 Обеспечение безопасности при эксплуатации объекта . . . . .	74
5.6 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях	74
5.7 Выводы по разделу . . . . .	76
6 Экономическая эффективность проекта . . . . .	77
6.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов . . . . .	77
6.2 Исходные данные на проектный расчет . . . . .	77
6.3 Расчет Фонда времени работы оборудования . . . . .	78
6.4 Расчет технологической себестоимости оборудования . . . . .	79
6.5 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки . . . . .	85
6.6 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту . . . . .	86
6.7 Расчет технологической себестоимости эксплуатации базового и проектируемого оборудования при оказании услуг . . . . .	89
6.8. «Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги . . . . .	91
6.9 Расчет показателей экономической эффективности новой техники . . . . .	91
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.</b> . . . . .	<b>93</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.</b> . . . . .	<b>95</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> . . . . .	<b>97</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Сообщество автомобильных инженеров (SAE) «Формула Студент» (официальное название Formula Student или Formula SAE — в зависимости от организаторов) это организованные еще в 1978 году соревнования студентов инженерных специальностей. Первые этапы «Формулы» прошли попросту три года. Всего направлений у этого проекта четыре: «Формула Студент» (класса с углеводородными, комбинированными (гибридными), или электрическими приводами и Баха SAE (ранее miniBaja). Соревнуются сегодня команды во всем мире и представляются как самые масштабные.

Первоначально организация проекта «Formula-Student» задумана американскими инженерами - автомобилистами сообщества SAE. В соответствии с действующим регламентом, проект имеет в основе циклическое действие, то есть одна команда на протяжении одного года занимается его реализацией. Частичное обновление команды производится через год и на следующий сезон она воплощает новые задачи.

Благодаря участию студенческих команд в международных состязаниях, в проекте органично сочетаются элементы образовательной, спортивной и инженерной задач. Наряду с управленческими решениями и экономическими расчетами, в работе находит широкое применение техническое творчество. Соревновательные элементы сочетаются вместе с задачами презентационного, маркетингового и рекламного характера.

В нашей стране Формулу SAE первыми открыли в Московском Автомобильном Государственном Техническом Университете (МАДИ) в 2005 году, где была создана команда студентов инженеров SEG-MADI (FormulaStudent). Первооткрывателем был преподаватель кафедры инженерной педагогики Сергей Викторович Сафроненков, который в 2004 году посетил соревнования в Европе. Увиденное в в гостях у нескольких крупных европейских команд оставило на нем яркие впечатления о Формуле Студент.

Эти идеи воодушевили Сафроненкова, и в институте он смог “зажечь” его студентов и найти среди них поддержку. Дебют команды МАДИ состоялся уже через год после образования команды, на соревнованиях в Германии в 2006 году. Первый автомобиль (FSM-1-600), с которым она выехала на Endurance успешно прошел этапы технической комиссии и статических дисциплин. Первый опыт вместе с командой получил и главный конструктор российского болида Формула Студент Александр Блинков.

Значительное увеличение количества участников проекта Формула Студент из России произошло в сезоне 2013 года. В разгаре сентября в гонке Варано де Мелегари на проходившем там итальянском этапе, количество команд из России возросло до семи. Это были команды: FormulaElectricMADI, FDR MAMI, Формула Студент РУДН, Amigoteam (НГТУ им. Алексеева), FormulaNeftegaz (Тюмень), Формула Студент УР-ГУПС (Екатеринбург) и новая команда из московского МГТУ им. Баумана, показавшая впечатляющие результаты не хуже ведущих европейских команд на своем дебютном выступлении.

# 1 Командный проект «Формула студент ТГУ»

## 1.1 Начало разработки и направленность проекта

Организация проекта «Formula-Student» состоялась благодаря усилиям американского сообщества автомобильных инженеров - (SAE). Начало проекту было положено в 1981 году в университете города Хьюстон в США. Проект «Formula Student» по праву обладает масштабностью и популярностью среди инженеринговых соревнований студентов сегодняшнего дня. Задача у студенческого коллектива проста - нужно изготовить абсолютно новый гоночный автомобиль и принять участие в рамках соревнований для своего класса «Formula Student». При соблюдении всех регламентных требований команда должна подобрать либо спроектировать все необходимые для сборки узлы и агрегаты, причем сделать это самостоятельно.



Рисунок 1.1 - Первый Российский болид Формула Студент команды МАДИ

Вслед за МАДИ эстафетную палочку подхватил МАМИ (сегодня носит название Московского Машиностроительного Университета). Студенты из команды МАМИ выступили с первым своим автомобилем в 2008-ом году на одном из Германских этапов. Команда эта постоянно выступает с тех пор



на этапах зарубежных и отечественных соревнований, благодаря чему ее результаты улучшаются.



Рисунок 1.2 – Болид - первенец команды из МАМИ

Команда из Тольяттинского Государственного Университета (ТГУ) стала третьей командой – участницей из России.



Рисунок 1.3 – Первый болид команды из Тольятти

Значительное увеличение количества участников проекта Формула Студент из России было отмечено в сезоне 2013 года. Например, на этапе

проходившем в городке Варано де Мелегари в середине сентября в Италии, количество Российских участников достигло 7 команд. Эти команды: FormulaElectric MADI, Формула Студент РУДН, FDR MAMI, AMIgoteam (НГТУ им. Алексеева), Формула Студент УРГУПС из Екатеринбурга, Formula Neftgaz (Тюмень), и четвертая московская команда МГТУ им. Баумана, которая уже на первом своем выступлении смогла показать великолепные результаты наравне с ведущими командами из стран Европы.



Рисунок 1.4 – Команды на соревнованиях FormulaStudent Italy 2013

Одно из знаковых событий состоялось в 2014 году – тогда был проведён этап в России – «Formula Student Russia 2014», ставший первым полномасштабным международным этапом, на который были приглашены лучшие мировые судьи соревнований Formula Student. Благодаря успеху соревнований, студенческие инженерные движения в России получили мощный импульс к развитию.

Уже в 2015 году на Всероссийском Форуме «Студенческих инженерных проектов» ([www.fs-forum.ru](http://www.fs-forum.ru)) присутствовали 27 команд из разных ВУЗов.

Студентам и магистрантам из университетских команд, участникам этапов формульных автокроссов и защит, на соревнованиях проводимых в рамках Formula SAE предоставляются трудные задачи. Они связаны с конструкцией, проектной работой, воплощением в жизнь и участием собранных автомобилей в состязаниях.

Команда студентов, представляющая Тольяттинский государственный университет в первый раз принимала участие в студенческом международном конкурсе проектантов гоночных болидов (автомобилей) «Formula Student» (FS) на этапе 2008 года. Представленный на рисунке 1.5 гоночный болид, был создан в лабораторной производственной мастерской ТГУ и принимал участие в конкурсах. Проект этот тщательно выверялся с рамками международных регламентных требований к соревнованиям. Благодаря победам студенческой команды в конкурсных номинациях соревнований российских этапов, был засвидетельствован сравнительно высокий профессиональный уровень выполненных работ.

Как участники команды, так и руководитель проекта и в целом весь университет выражают заинтересованность в продолжении участия ТГУ в этом международном конкурсе. Благодаря усилиям университета, формульная команда ТГУ получает известность, как в нашей стране, так и в зарубежных кругах профессионального автомобильного и образовательного уровня. Своим участием в соревнованиях студенты продвигают командные бренды, улучшают рейтинговые показатели профессионалов.



Рисунок 1.5 – Первые болиды команд ТГУ

## 1.2 Цели и результаты студенческих гонок

«FormulaStudent» – масштабный международный проект. Первые соревнования прошли в 1981 году, и с каждым годом увеличивает свою популярность по всему миру. Команда, состоящая из студентов ВУЗа обосновывает экономическую часть проекта, разрабатывает конструкторско-техническую документацию в необходимом объеме, затем собирает, испытывает и доводит до требуемых параметров гоночный автомобиль определенного класса.

Команда “Formula Student TSU” после небольшого перерыва вернулась в мир автомобильного спорта. В короткие сроки был разработан болид, который разгоняется до скорости 100 км/ч меньше чем за 4 секунды. В данном проекте участвуют студенты разных специальностей. Ведь помимо основного проектирования болида команде нужно составить бизнес-план, участвовать в международных конференциях, успешно презентовать проект. Основной целью «FormulaStudent» является укрепление студенческого инженерного движения России и побуждение молодых людей заниматься карьерой в области машиностроения.

Проект «Формула- студент» насчитывает сорок с лишним лет. Для любителей гоночных болидов студенты Техасского университета предложили соревноваться организованно в начале восьмидесятых годов прошлого века. Первые шесть команд, зарегистрировались и устроили состязания при поддержке SAE в 1981 году.

Интересные цифры / факты Formula Student:

Лучшей динамикой разгона среди болидов студенческих команд является разгон до 100 км/ч на отрезке 75 метров за 1,513 секунды;

Каждый третий гоночный инженер команд Формулы 1 приходит в королевские гонки из «Формулы Студент»;

Вес пилота достигает 300 кг вследствие перегрузок;

Корпус студенческих болидов обязан выдерживать нагрузку в 4 тонны;



Трассу картинговой конфигурации протяженностью чуть меньше 1 км болиды команд проходят за 50 сек;

В среднем дистанция в 75 метров преодолевается за время около 4,4 секунды;

Гонка на выносливость проводится без дозаправок, дистанция составляет 22 км, при этом предусмотрена обязательная смена пилота;

В среднем масса болидов команд из Европы – от 180 до 220 кг;

На российском этапе Formula Student Russia–2014 самой лёгкой стала немецкая команда из Университета Нидеррхайна, которая представила болид весом 186кг.

«Главнейшая суть SAE проектов - прежде всего, образовательная. Разрыв между знаниями и навыками реальных проектов, получаемыми в процессе обучения и требуемыми в последующей работе у студентов – участников устраняется. В проекте формируются представления о том, как пройти путь от идеи до конечного продукта. Также о том, как изделие создается и как правильно обеспечивается его информационная поддержка. Многие крупные компании активно поддерживают студенческие команды. Проект по настоящему является «кузницей кадров». Участники сегодняшних студенческих команд как правило, оказываются в лидерах топ-команд «Формулы-1». Универсальным решением проблемы проектирования является изобретение, которое решает все недостатки путем взаимовыгодного самоустранения недостатков и приращение их в дополнительное качество.»

Серия официальных соревнований Formula SAE в настоящий момент времени составлена тремя этапами североамериканских штатов, из них Мичиганский является самым большим. Он проводится на одном из гоночных колец (принимают участие в нем команды числом до 120, а число студентов может достигать двух тысяч) и не менее важных этапов в таких странах, как Германия, Италия, Великобритания, Бразилия, Японии и Австралия. «Не включенными в серию официальных зачетов но, регулярно проводимыми соревнованиями являются такие как: Австрийские, Испанские, Венгерские, Эс-

тонские и Финские. Этапы, проходящие в Великобритании, являются престижными в наибольшей степени, они проходят на известной во всем мире формульской трассе в Сильверстоуне, а также на Германском кольце Хоккенхаймринг.»

Более плодотворной работой по подготовке инженеров - автомобилистов являются соревнования участников «Formula Student», поэтому многие ведущие вузы мира направляют на них свои студенческие команды. Благодаря тому, что приобретенный большинством из данных студентов опыт многолетней работы по созданию проектов, то они становятся специалистами в этих делах. Происходящее год от года совершенствование болидов получается только на основе опыта и знаний. Опыт разработки и создания машин студенты из команд различных вузов получают в результате совместной работы над проектами. Сам учебный процесс многих участников команд других университетов не имеет отношения применительно к работе над проектом «Formula-Student». Проект данного порядка не предусматривается в виде запланированной работы с четкими учебными построениями и определенным кругом мероприятий, образовательных заданий и актуальными программами обучения, а так же как неотъемлемая часть жизненного увлечения, личное хобби, занятие креативного характера.

Обычный ежегодный состав команды проекта Тольяттинского государственного университета находится в пределах от 30 до 40 участников. Костяк команды ТГУ составляют студенты кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей». Студенты других кафедр также используют опыт, полученный от уже нескольких предыдущих участия в проектах «Formula-Student».

Разработка конструкции стапеля по сборке спортивного болида является основной темой выбранного направления исследования в выпускной квалификационной работе. Основным элементом конструкции болида является каркас. Необходимы знания регламента и технологического процесса сборки всей конструкции, что позволяет проанализировать ряд вопросов, касающихся

ся точности и быстроты работ. На стадии конструкторских работ проекта может быть учтена технологическая составляющая сборочного процесса. Использование сборочного стапеля позволяет повысить точность и качество сборки, а соответственно улучшить результаты студенческой команды «Формула-студент».

Учебный процесс проектной группы или как ее называют «команды» проходит параллельно с работой студентов в проектно-производственной лаборатории. [4]

Главным документом проекта является регламент. Он представляет собой четкий перечень этапов, первый из которых проект гоночной машины и последний его структура трассовых проездов. Различные пиар-акции типа экономических и маркетинговых неизменно сочетаются с мероприятиями, предусмотренными всеми планами. Поэтому состав команды должен обязательно определяться студентами других направлений подготовки, кроме автомобильного. Лидер команды, называемый капитаном, формируется (определяется) в процессе взаимодействия группы, как и любой спортивной или творческой команды. Задачи проекта, в соответствии с которыми действует команда, определяют ее состав и структуру. На рисунке 1.6 показано взаимодействие структурных элементов проекта. Группы являются постоянными по характеру деятельности, но их наименование и смысл может отличаться из одного проекта в другой. Структура и количественный состав студентов и аспирантов вузовской команды год от года постоянно меняется. Но до формирования всей команды по завершению выполненных проектных этапов, не доходит.

Университетский «поток» студентов обеспечивает обновление, постоянство которого и создает ту необходимую эффективную деятельность всей мастерской, как части структурных элементов системы образования. Ежегодно в состав команды необходимо вливаться минимум 50 процентам нового контингента мастерской производственных проектов.

Обязательное ежегодное обновление состава команд происходит благодаря появлению в команде новых проектантов после ухода из проекта студентов выпускных курсов.

Характер массового участия студентов в проекте не предусмотрен. Это связано с командной работой и обучением, ориентированном на практический результат. Это связано с особенным характером разработки и ведения учебных и практических программ.

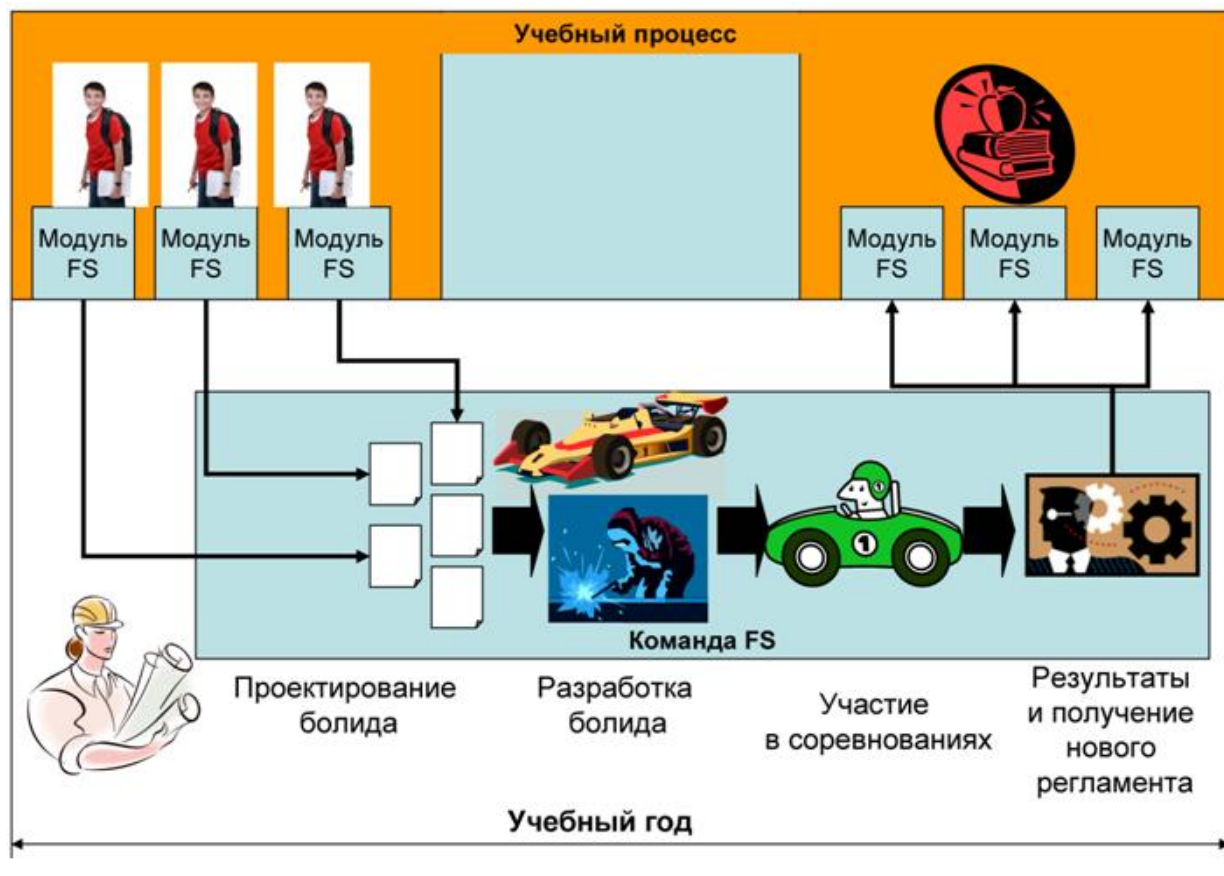


Рисунок 1.6 – Структурные элементы проекта

Собранный автомобиль представляет собой завершение одного из этапов деятельности команды, но он не является окончательным, поскольку необходимо довести его до этапов соревнований заключающихся в выступлениях, с соблюдением регламентов FSAE. Только соревнования предоставляют командам возможность продемонстрировать свои творческие навыки и инженерные способности, сравнить их с другими командами университетов разных стран.



Судейские оценки автомобилям даются по завершении серии определенных регламентом и программой конкурсов по статическому и динамическому вариантам. Сюда можно отнести: презентационные выступления и доклады по конструктивным особенностям болидов, инспекцию технических новшеств, оценку затрат, результаты ходовых индивидуальных испытаний и степень выносливости при проверочных заездах. [3]

Представляемые для будущих специалистов прекрасные возможности по завершении участия в «Формуле Студент» - поиск престижного трудоустройства в имиджевой зарубежной организации. Для многих стран кузницей инженерных кадров является проект «Формула Студент». Не секрет, что старт карьеры многих участников всем известным топ командам «Формулы 1» начинался с малой «Формулы-Студент».

### **1.3 Проектно-производственная мастерская «FS»**

В проекте важнейшей задачей, которая может быть решена с целью обучения, нацеленного на реалистичный результат работы - это ее оформление, определенное рамками разработки, сборки, настройки и испытаний машины. Воплощаются эти этапы в форме обучающих программ, которые заключены в конкретные дисциплины учебного процесса. Значительная доля теоретических лекционно-практических занятий дается участникам группы в альтернативном виде таких программ, которые запланированы соответствующими планами университета.

Завершением деятельности в проекте явилось воплощение в ТГУ давнего плана открытия мастерской проектно-производственного направления в форме отдельной модульной единицы ядра «SPC Formula TGU». Предприятие в виде виртуальной мастерской сочетает в себе виды деятельности, основным из которых состоит производство разнообразных колесных устройств. Созданной по форме проектного центра структуре в виде практико-ориентированного центра, может, переключаться на работу в форме образовательного контента. Понимая буквально, деятельность мастерской не

ограничивается проектно производственными работами, кроме них проводятся и образовательные процессы.

Схема площадки, ориентированной на практическое воплощение технических проектов в ТГУ представлена в соответствии с рисунком 1.7.

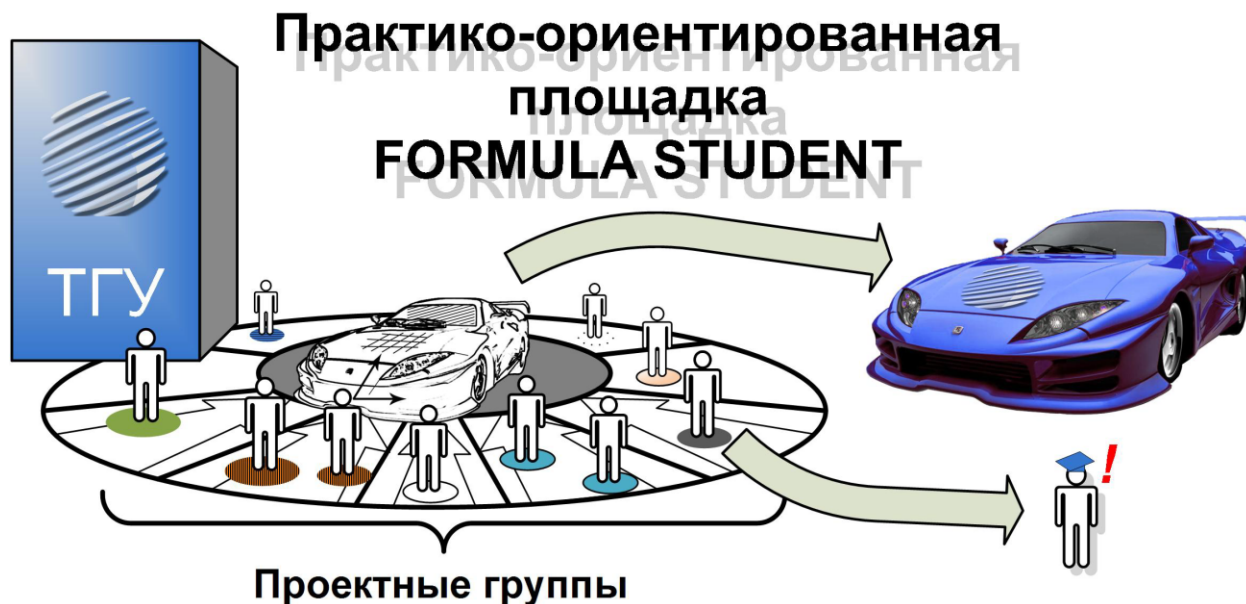


Рисунок 1.7 – Площадки проектов «Formula Student»

Все работы, обеспечивающие комплексную конструкторско-технологическую документацию для подготовки комплектующих изделий, для гоночных машин планируется выполнять на участках центра проектов мастерской «FS» созданных с этой целью. Одним из первоочередных видов функционального назначения центра является разработка внешнего облика гоночного болида. Полный комплект проектной конструкторско-технологической документации является основной силой продвижения проектного центра, без которой сборка машины невозможна. Трёхмерная графика в CAD-моделях активно используется при разработке элементов проектируемых машин. Обязательная отчётность в виде информационно-аналитических данных представляется пояснительными записками, наборами диаграмм или презентационными результатами испытаний технических характеристик проектируемых моделей. В помощь при получении документированного результата используются современные системы CAE. Их представляют в расчётном виде, в разделах, посвященных проводимым инженер-

ным исследованиям. Подготовка документации заключается и в сдаче финансовых отчетных документов. Эти и другие задачи, поставленные перед центром проектов, являются постоянными. Кроме того, что разрабатывается сам автомобиль, готовятся конкурсные презентации участников проектов, продукция рекламного направления, тексты текущего освещения процессов. Организационные решения, так необходимые в процессе формирования болида от первичного замысла до воплощения его в металле, и далее доведения его до соревнований также являются необходимыми творческими продуктами проектирования.

### 1.3.1 Постановка задач по проектированию

При разделении задач при создании гоночной машины по видам, которые целенаправленно определяют соревновательную часть, в деятельности центра проектирования выделяются несколько групповых элементов. Задачи и решения для более эффективной реализации формируются в группы и на их основе распределяются по сложности. Наиболее значимые из задач, которые относятся непосредственно к проектировочным или производственным можно разделить на задачи, собственно «инженерные» и «организационные», как например сборка болида, настройка и отладка различных систем.

### 1.3.2 Организация работ в мастерской «FS»

Для выполнения задач, необходимых для непосредственного изготовления машин, на производственном участке разработана схема связей отделений, представленная соответствии с рисунком 1.8. Должно быть отработано максимально возможное количество производственных процессов, выполняемых при изготовлении частей и узлов. Потребное количество оснастки, оборудования и приспособлений в соответствии с технологическим назначением, необходимо предоставить участку для обеспечения успешной деятельности. Подготовленному персоналу не требуются специальные навыки для выполнения работ при помощи простых машин и инструментов. Эти работы могут выполняться студентами, привлекаемыми к проекту на основе

безвозмездного или факультативного освоения дисциплин в рамках обучающих программ вуза. Для производства работ, например на сложных металлообрабатывающих станках, прессовом и прочем производственном оборудовании могут быть допущены лишь прошедшие аттестацию студенты либо обладающие соответствующей квалификацией работники.



Рисунок 1.8 – Схема связей отделений производственного участка FS

#### 1.4 Пакет заданий мастерской проектов «FS»

1 Создание комплекта проектно-технических документов болида, соответствующих регламентным положениям проекта «Formula-Student» SAE.

2 Финансовая обеспеченность проекта за счет привлеченных спонсорских средств, дополнительной помощи от грантов, полученных возможностей при создании дополнительных производств и тому подобное.

3 Создание гоночной машины в виде базового болида для конкурентного сравнения.

4 Очередной этап в соревнованиях уровня международной серии «Formula-Student».

5 Проект используется в виде контентной производной по использованию практико-ориентированной модели учебного процесса в ТГУ.

#### 1.4.1 Основа подбора команды «formula student»

Участники проекта формируются в команду на самом начальном этапе его воплощения. Конкретные задачи, поставленные перед командой, реализуются конкретной структурой из состава команды. Постановка задач команде осуществляется капитаном непосредственно с научным руководителем. Ответственный куратор за проект команды назначается из числа преподавателей. Вопросы и проблемы, возникающие при взаимном действии отдельных проектных направлений команды, необходимо сформулировать в виде отдельных технических заданий. Возникающие противоречия в порядке обсуждения должны быть обязательно вынесены на общее собрание и решаться коллективно по каждой конкретной теме. За каждую конечную цель проекта отвечает соответствующая группа. Эффективность полученных результатов деятельности каждой группы определяется по ее достижениям.

#### 1.5 Условия сборки каркаса спортивной машины

Выполняя проектные работы в рамках этапов разработки концепта машины, студентам передаются навыки по определенным направлениям инжиниринга, таким как прототипирование, кузовная эргономика водительского места. Активно используются знания таких дисциплин, как механика, экономика, рекламное дело, логистика и некоторых других. Главные приоритеты данных проектов состоят в том, что они позволяют усвоить инженерное, творческое и экономическое мышление студентов, научить действовать вместе в единой команде.

Formula Student насчитывает более 35 лет, начало положено в 1981 году, это закономерно дает право назвать проект успешно состоявшимся. Этапы чемпионатов, как правило, включают в себя несколько определенных разделов. Разные страны имеют право и возможности принимать этапы соревнований. К ним относятся такие, например как США, Австрия, Германия, Испания, Венгрия, Австралия, Великобритания, Китай, Италия и другие.

Многие российские команды проявляют постоянную заинтересованность в участии в данных международных проектах. Понимая необходи-

мость, не отставая от команд из крупнейших городов России, таких как Москва, Екатеринбург, Тюмень, в состязаниях принимает участие команда ТГУ. Не простой круг задач ставится перед студентами. Основная из задач состоит в том, чтобы спортивная машина была собрана качественно, показала высокие результаты на престижных международных и отечественных этапах состязаний.

Перемещение каркаса спортивных машин зачастую необходимо производить в пределах сборочного цеха или лаборатории при проведении ряда сборочных операций. Поставленная цель в данной работе и предназначена послужить решению данной проблемы. Каркас или рама гоночной машины, как правило, изготавливается из стальных труб. Масса машины составляет значения в пределах 350 кг, а размеры ее длины - 2,5 м, ширины - 1,5 м.

В ряде случаев, например, необходимо проводить сварочные, окрасочные работы, каркас необходимо переместить на определенное расстояние. Решить ряд вопросов, связанных с перемещениями каркаса болида в пределах рабочего пространства отделения позволит специально предназначенное для этих целей разработанное устройство. В наибольшей степени может возникнуть необходимость в перемещении каркаса болида на расстояние в несколько метров, не пересекая границ сборочного участка, например.

Предпочтительнее всего иметь тележку, оснащенную дополнительно подъемным устройством. В качестве подъемника может быть рекомендован ножничный складной механизм, оснащенный рабочим столом. В этом случае каркас болида закрепляется на рабочем столе, можно регулировать высоту стола в заданных пределах, определяющих удобство работы с определенными элементами. Данное устройство, оснащенное колесами, позволит производить необходимые перемещения каркаса спортивного болида. Работы, проводимые с помощью данного устройства, могут быть связаны со снятием – установкой колес, регулировкой тормозов, настройкой подвесок. Преимущества ножничных механизмов состоят в их компактности, малых габаритах,

быстродействию механизмов и простоты эксплуатации. Они обладают малой массой и стоимостью, их удобно хранить и обслуживать [5].

### **1.6 Транспортная логистика и перевозка болида**

Работе в команде является основной задачей по развитию способностей инженерной, творческой и экономической деятельности студентов при подготовке к соревнованиям. Также и такие сферы деятельности, как проектирование, дизайн, механика, реклама, логистика и многие другие развиваются за время работы студентов над проектом автомобиля.

Formula Student насчитывает более 35 лет, начало положено в 1981 году, это закономерно дает право назвать проект успешно состоявшимся. Этапы чемпионатов, как правило, включают в себя несколько определенных разделов. Разные страны имеют право и возможности принимать этапы соревнований. К ним относятся такие, например как США, Австрия, Германия, Испания, Венгрия, Австралия, Великобритания, Китай, Италия и другие.

«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.»

Разными транспортировочными возможностями для существующих типов грузов обладают такие виды транспорта, как наземный, водный и воздушный.

«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 дорогостоящим. Авиаперевозки осуществляются от одного аэропорта до другого, поэтому возникает необходимость транспортировки боида 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. Используется как во внутренних, так и 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 Тяговый расчет действующего автомобиля «Formula Student»

### 2.1 Расчет динамических свойств автомобиля

Общие исходные данные автомобиля «Formula Student» (получены в ходе конструкторско-технологической практики). Расчет производится в соответствии с методикой описанной учебным пособием [3].

Подготовка исходных данных для расчета:

Геометрические размеры автомобиля:

Длина – 2510 мм, ширина – 1456 мм, высота – 1140 мм.

Исходя из геометрических размеров автомобиля, определим площадь его поперечной геометрической проекции:

$$F = 0,8 \cdot B_z \cdot H_z \quad (2.1)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,456 \cdot 1,140 = 1,332 \text{ м}^2$$

Определим радиус качения шины размерности 205/75R13 устанавливаемой на автомобиль «FormulaStudent».

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B), \quad (2.2)$$

где  $d$  – установочный диаметр шины в м.,  $\lambda_z = 0,85$  – коэфф. деформации шины,  $B$  – высота шинного профиля.

$$r_k = 0,5 \cdot 13 \cdot 0,0254 + 0,85 \cdot 0,75 \cdot 0,2 = 0,267 \text{ (м.)}$$

Определим полную массу автомобиля «Formula Student».

$$m_A = m_0 + n \cdot m_{II} + n \cdot m_6, \quad (2.3)$$

где  $m_{II} = 75$  кг (масса одного пассажира),  $m_6 = 10$  (масса багажа на одного пассажира),  $n=1$  (количество человек).

$$m_A = 225 + 1 \cdot 75 = 300 \text{ (кг.)}$$

Полный вес автомобиля:

$$G_A = m_A \cdot g \quad (2.4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

$$G_A = 300 + 9,81 = 2943 \text{ Н}$$

Для заднеприводной компоновки автомобиля (ведущих задних колес), принимается распределение осевой нагрузки в соотношении 46% на передних колесах и 54% на задних.

«Вес, приходящийся на ведущие колеса:

$$F = 0,8 \cdot B_2 \cdot H_2$$

Вес, приходящийся на ведомые колеса:» [3]

Коэфф. полезного действия трансмиссии принимаем:  $\eta_{тр} = 0,85$ .

Коэффициент сопротивления качению принимаем:  $f_0 = 0,045$ .

Коэффициент сцепления колеса с дорогой, принимаем для дорожного покрытия – сухой асфальтобетон:  $\varphi = 0,8$ .

Коэффициент аэродинамического сопротивления, принимаем для автомобиля «Formula Student»:  $C_x = 0,32$ .

Показатели сопротивления воздуха

«Коэффициент обтекаемости

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2} \quad (2.5)$$

где  $\rho = 1,293$  – плотность воздуха в нормальных условиях,  $\text{кг/м}^3$ .»

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} = 0,206$$

Передаточные числа трансмиссии для расчета действующей комплектации автомобиля «Formula Student», принимаем (данные получены на практике):

$$U_1 = 2,5; U_2 = 1,75; U_3 = 1,33; U_4 = 1,095; U_5 = 0,956; U_6 = 0,869;$$

$$U_{гп.} = 3,46.$$

«Расчет внешней скоростной характеристики (ВСХ) двигателя

Мощность двигателя при максимальной принятой скорости движения:

$$N = N_{\max} \cdot (a\lambda + b\lambda^2 + c\lambda^3) \quad (2.6)$$

где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты ( $a = b = c = 1$  для карбюраторного двигателя),

$$\lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N} = \frac{837,76}{733,04} = 1,14$$

$$N_V = 43011 \cdot (1,14 + 1,14^2 + 1,14^3) = 41207 \text{ Вт}$$

Рассчитываем ВСХ двигателя по формуле:

$$N_e = N_{\max} \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} + \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right) \quad (2.7)$$

где  $\omega_e$  – текущее значение угловой скорости коленвала, рад/с;

$\omega_N$  – угловая скорость коленвала при максимальной мощности, рад/с  
(733,04рад/с).

$N_e$  – текущее значение эффективной мощности двигателя, Вт.

Для построения кривой эффективного момента  $M_e$  применяем формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (2.8)$$

Рассчитываем зависимости  $N_e(\omega_e)$  и  $M_e(\omega_e)$ . Результаты расчетов сводим в таблицу 2.1 и представляем в виде графика.»

Ниже, представлена характеристика в табличном виде (таблица 2.1) и в виде графика (рисунок 2.1).

Таблица 2.1 – Результаты расчета внешней скоростной характеристики

$n_e$ , об/мин	$\omega_e$ , рад/с	$N_e(\omega_e)$	$M_e(\omega_e)$
3000	314,1592653	14,2472308	45,8002519
3500	366,5191429	16,7843017	46,3060082
4000	418,8790205	19,5359384	47,2956151
5000	523,5987756	29,5907479	57,2389569
5500	575,9586531	35,3320922	62,3126421
6000	628,3185307	37,6326608	60,7641359
6500	680,6784082	41,4567934	61,8221759
7000	733,0382858	43,0106837	59,5609494
8000	837,7580409	42,9999649	52,22135

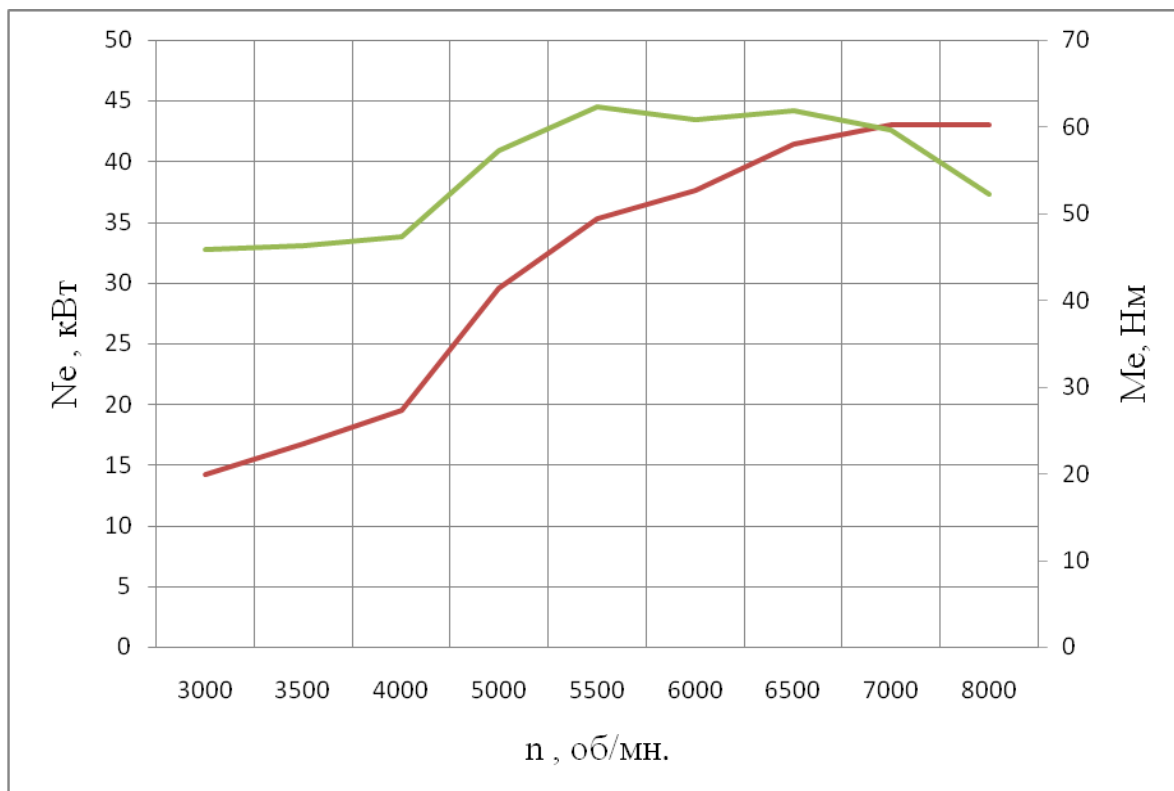


Рисунок 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя автомобиля

## 2.2 «Определение передаточного числа главной передачи»

Передаточное число главной передачи  $U_0$  определяется, исходя из заданного значения максимальной скорости автомобиля  $V_{\max}$ :

$$U_0 = \frac{r_k \cdot \omega_{\max}}{u_k \cdot V_{\max}} \quad (2.9)$$

где  $U_k = U_3 = 0,87$  – передаточное число высшей передачи в коробке передач автомобиля, на которой обеспечивается максимальная скорость;

$$U_0 = \frac{0,267 \cdot 837,758}{0,87 \cdot 74,4} = 3,46$$

Для дальнейших расчетов принимаем значение главной передачи принятой в задании на курсовой проект  $U_0=3,46$ .

Дальнейшие расчеты проводим по повышенному ряду передаточных чисел (повышенная передача в раздаточной коробке).

Силовой баланс автомобиля

Уравнение силового баланса:

$$F_T = F_D + F_B + F_{II} \quad (2.10)$$

где  $F_T$  – сила тяги ведущих колес, Н;

$F_D$  – сила дорожного сопротивления, Н;

$F_B$  – сила сопротивления воздуха, Н;

$F_{II}$  – сила сопротивления разгону автомобиля, Н (не учитываем).

Силу тяги на разных передачах рассчитывают по формуле:

$$F_{Ti} = \frac{U_{ki} \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k} \quad (2.11)$$

Сила аэродинамического сопротивления воздуха:

$$F_B = k \cdot F \cdot V_a^2 \quad (2.12)$$

Сила дорожного сопротивления автомобиля (без учета сопротивления подъему):

$$F_D = G_A \cdot f \quad (2.13)$$

где  $f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_a^2}{2000}\right)$  – зависимость коэффициента трения качения от скорости движения автомобиля.

Пользуемся выбранными при расчете ВСХ значениями  $\omega_e$ , приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах.

Результаты расчетов занесем в таблицу» 2.2

Таблица 2.2 – Результаты расчета баланса сил на разных передачах

$\omega_e$	314,16	366,52	418,88	523,60	575,96	628,32	680,68	733,04	837,76	
$M_e$	45,80	46,31	47,30	57,24	62,31	60,76	61,82	59,56	52,22	
1 передача	V	9,70	11,32	12,93	16,17	17,78	19,40	21,02	22,64	25,87
	$F_T$	1260,8	1274,7	1301,9	1575,6	1715,3	1672,7	1701,8	1639,5	1437,5
	$f$	0,020	0,021	0,022	0,023	0,023	0,024	0,024	0,025	0,027
	$F_B$	6,5	8,84	11,55	18,04	21,83	25,98	30,5	35,37	46,19
	$F_D$	61,63	62,63	63,78	66,55	68,17	69,94	71,86	73,94	78,55
2 передача	V	13,86	16,17	18,48	23,10	25,41	27,72	30,03	32,34	36,96
	$F_T$	882,58	892,27	911,34	1102,94	1200,70	1170,86	1191,25	1147,68	1006,25
	$f$	0,022	0,023	0,023	0,025	0,026	0,028	0,029	0,030	0,034
	$F_B$	13,26	18,04	23,57	36,83	44,56	53,03	62,23	72,18	94,27
	$F_D$	64,51	66,55	68,91	74,56	77,86	81,47	85,39	89,63	99,05
3 передача	V	18,23	21,27	24,31	30,39	33,43	36,47	39,51	42,55	48,63
	$F_T$	670,72	678,13	693,62	838,23	912,53	889,86	905,35	872,24	764,75
	$f$	0,023	0,025	0,026	0,029	0,031	0,033	0,036	0,038	0,044
	$F_B$	22,95	31,24	40,80	63,76	77,14	91,81	107,75	124,96	163,21
	$F_D$	68,64	72,18	76,26	86,04	91,75	98,00	104,80	112,14	128,45
4 передача	V	22,15	25,84	29,53	36,91	40,60	44,30	47,99	51,68	59,06
	$F_T$	552,21	558,31	570,24	690,12	751,30	732,63	745,38	718,12	629,63
	$f$	0,025	0,027	0,029	0,034	0,036	0,040	0,043	0,047	0,055
	$F_B$	33,86	46,09	60,20	94,06	113,81	135,44	158,96	184,35	240,79
	$F_D$	73,30	78,51	84,52	98,96	107,38	116,61	126,63	137,46	161,52
5 передача	V	25,37	29,60	33,82	42,28	46,51	50,74	54,96	59,19	67,65
	$F_T$	482,11	487,43	497,85	602,52	655,93	639,63	650,76	629,96	549,70
	$f$	0,026	0,029	0,031	0,038	0,041	0,046	0,050	0,055	0,066
	$F_B$	44,42	60,46	78,97	123,40	149,31	177,69	208,54	241,86	315,90
	$F_D$	77,80	84,64	92,53	111,47	122,52	134,62	147,77	161,98	193,54
6 передача	V	27,91	32,56	37,21	46,51	51,16	55,82	60,47	65,12	74,42
	$F_T$	438,24	443,08	452,55	547,69	596,23	581,42	591,54	569,91	499,68
	$f$	0,028	0,031	0,034	0,042	0,046	0,051	0,057	0,062	0,075
	$F_B$	53,76	73,18	95,58	149,34	180,70	215,05	252,39	292,71	382,32
	$F_D$	81,78	90,06	99,61	122,53	135,90	150,55	166,46	183,66	221,86

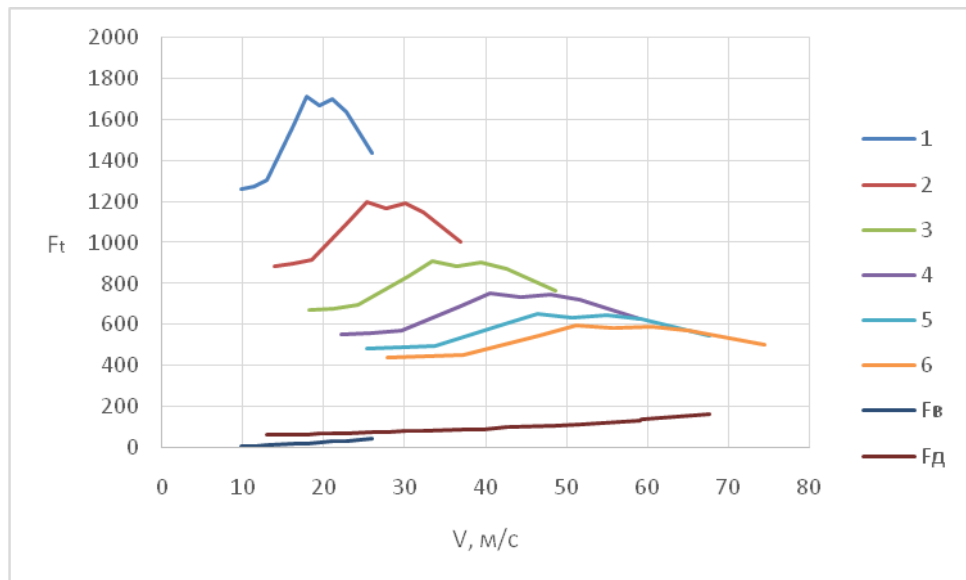


Рисунок 2.2 – Графики тягового баланса автомобиля

### 2.3 Динамическая характеристика автомобиля

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (2.14)$$

Данная формула расчета баланса сил позволяет рассчитать «динамические характеристики болида и построить зависимости динамического фактора  $D$  в функции скоростей движения для разных передач коробки передач, основанных на расчетах при загрузке автомобиля.»

Данные расчета представлены в таблице 2.3 и на графиках рисунка 2.3.

Для учета влияния момента пробуксовки ведущих колес, динамический фактор сцепным свойствам определяется:

$$D_{сц} = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A} = \frac{1471,5 \cdot 0,8}{2943} = 0,4$$

Таблица 2.3 - Динамические характеристики расчета

$\omega_e$ , рад/с	Динамический фактор $D$					
	I	II	III	IV	V	VI
314,16	0,393	0,273	0,203	0,163	0,137	0,121
366,52	0,397	0,274	0,203	0,161	0,134	0,116
418,88	0,405	0,278	0,204	0,160	0,131	0,112
523,60	0,489	0,334	0,243	0,187	0,150	0,125
575,96	0,531	0,363	0,262	0,200	0,159	0,130
628,32	0,516	0,351	0,250	0,187	0,145	0,115
680,68	0,524	0,354	0,250	0,184	0,139	0,106



Продолжение таблицы 2.3

733,04	0,503	0,337	0,234	0,167	0,121	0,087
837,76	0,436	0,286	0,189	0,122	0,073	0,037

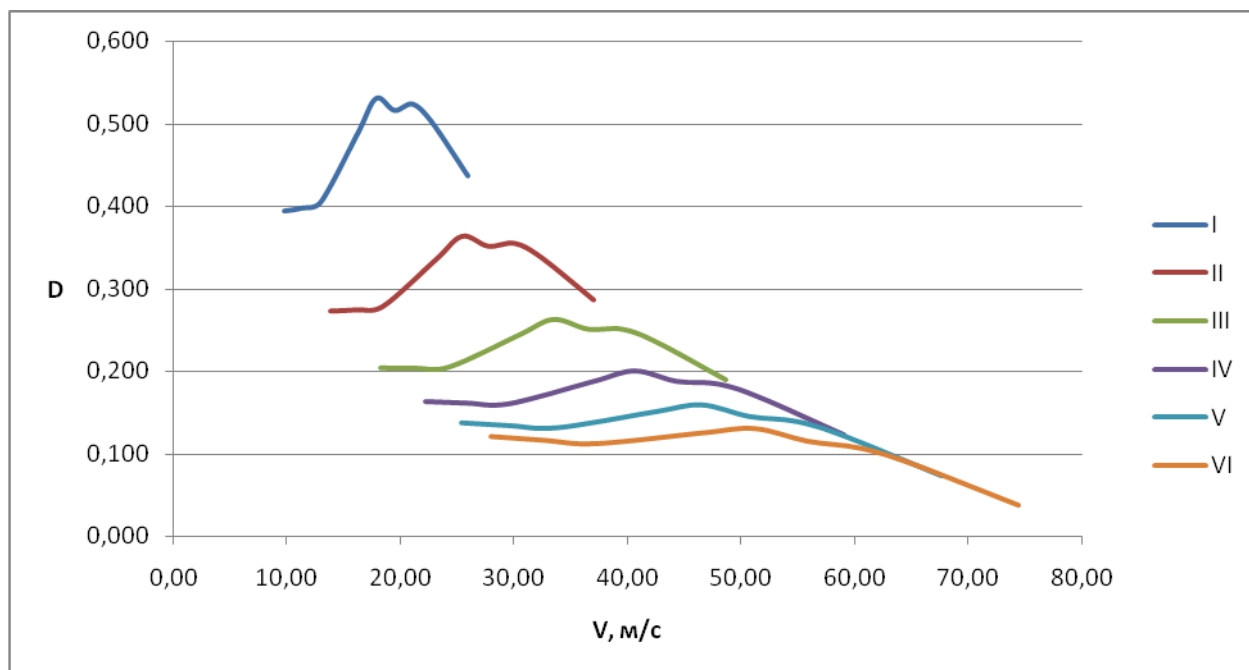


Рисунок 2.3 – Динамические характеристики передач трансмиссии

## 2.4 Разгонные характеристики болида

Для режима «разгона определяются значения ускорений при движении автомобиля на горизонтальном участке дороги. Предусматривается, что дорога обладает твердым покрытием хорошего качества. Режим максимального использования мощности двигателя и отсутствие пробуксовки ведущих колес. Значения ускорений определяются выражением:»

$$j = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{RP}} \quad (2.15)$$

где  $\delta_{RP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_K^2)$  – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс двигателя. Он определяется отдельно для каждой передачи:

$$\delta_{KP1} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_1^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 2,5^2) = 1,3625$$

$$\delta_{KP2} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_2^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 1,75^2) = 1,2031$$

$$\delta_{KP3} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_3^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 1,33^2) = 1,1384$$

$$\delta_{KP4} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_4^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 1,095^2) = 1,1099$$

$$\delta_{KP5} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_5^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 0,956^2) = 1,0957$$

$$\delta_{KP6} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_6^2) = 1 + (0,05 + 0,05 \cdot 0,869^2) = 1,0877$$

Результаты расчета ускорений при разгоне представлены в таблице 2.4 и на рисунке 2.4 графиков зависимости  $j = f(V)$

Таблица 2.4 – Значения ускорений разгона

$\omega_e$ , рад/с	Ускорение $j$ , м/с <sup>2</sup>					
	I	II	III	IV	V	VI
314,16	2,648	1,729	1,201	0,892	0,700	0,573
366,52	2,675	1,741	1,199	0,878	0,674	0,538
418,88	2,734	1,774	1,211	0,873	0,655	0,507
523,60	3,371	2,199	1,503	1,078	0,799	0,606
575,96	3,695	2,414	1,649	1,177	0,864	0,647
628,32	3,584	2,322	1,560	1,080	0,753	0,530
680,68	3,642	2,349	1,558	1,055	0,711	0,465
733,04	3,482	2,221	1,438	0,929	0,575	0,317
837,76	2,975	1,831	1,091	0,583	0,214	0,064

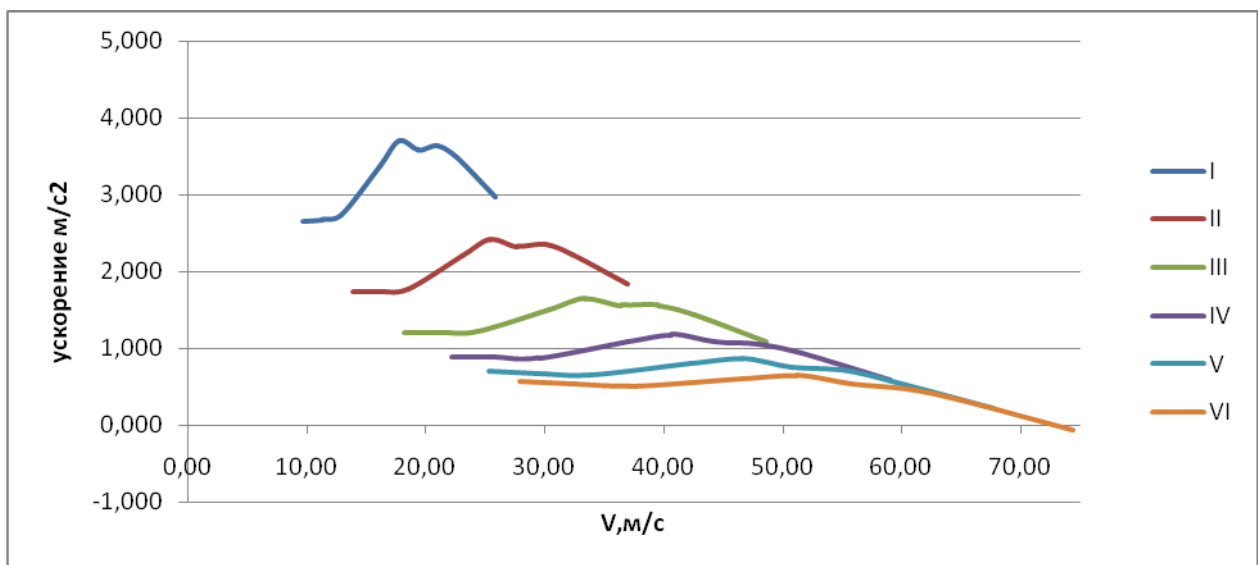


Рисунок 2.4 – Графики ускорений автомобиля

Обратные ускорения определяются как  $(1/j)$ , а их значения заносятся в столбцы таблицы 2.5. «Величины ускорений стремятся к нулю при скоростях  $V$ , близких к максимальным, поэтому для расчетов можно ограничиться скоростями  $V = (0,8 \dots 0,9) V_{\max}$ .»

Таблица 2.5 – Расчетные величины обратных ускорений

$\omega_e$ , рад/с	Величина, обратная ускорению $1/j$ , с <sup>2</sup> /м					
	I	II	III	IV	V	VI
314,16	0,378	0,578	0,833	1,121	1,429	1,745
366,52	0,374	0,574	0,834	1,139	1,483	1,858
418,88	0,366	0,564	0,826	1,146	1,526	1,971
523,60	0,297	0,455	0,665	0,928	1,252	1,650
575,96	0,271	0,414	0,607	0,850	1,157	1,545
628,32	0,279	0,431	0,641	0,926	1,320	1,887
680,68	0,275	0,426	0,642	0,948	1,407	2,151
733,04	0,287	0,450	0,695	1,076	1,740	3,153
837,76	0,336	0,546	0,917	1,714	4,679	-15,62

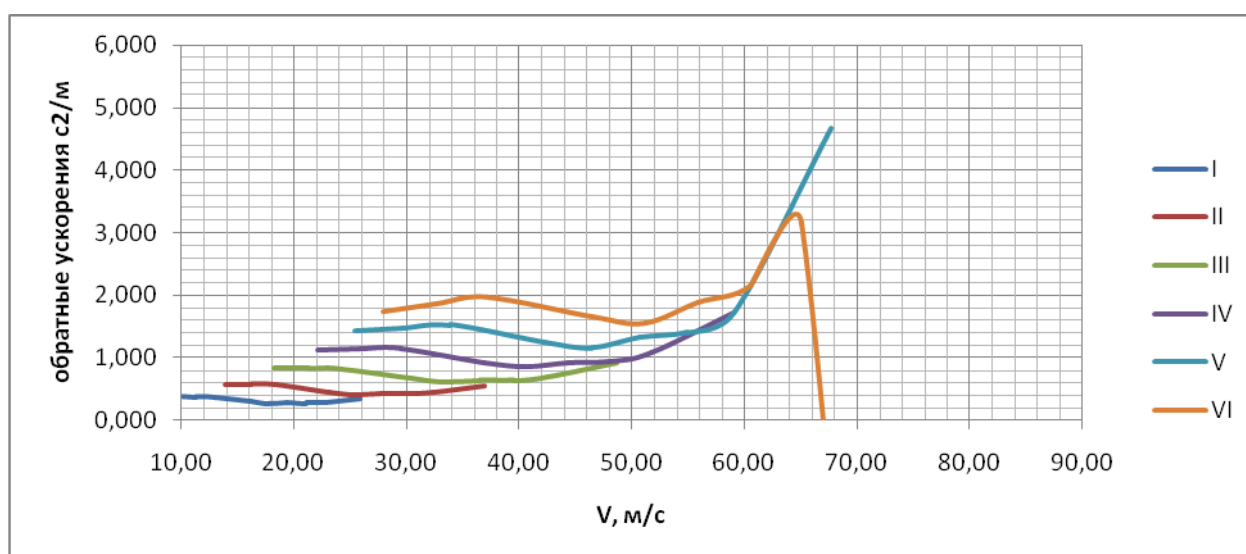


Рисунок 2.5 –Графики зависимостей обратных ускорений

## 2.5 «Расчет времени и пути разгона»

Для определения времени и пути разгона болида используется графо-аналитический способ. Этот способ заключается в использовании сумм конечных величин вместо интегрирования:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \quad (2.16)$$

С этой целью на каждом интервале кривой обратных ускорений считается, что ускорение болида является постоянным при разгоне:

$j = \text{const}$ , соответственно величины  $(1/j) = \text{const}$ . Их значения определяют соответственно выражения:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2} \quad (2.17)$$

где  $k$  – интервал определенного порядкового номера.

На графике  $(1/j)$  в пределах  $\Delta V_k$  точные значения площадей меняют на величины площадей прямоугольников, имеющих размеры  $\Delta V_k$  и  $\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k$ , таким образом производится интегрирование приближенным способом:»

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (2.18)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k$$

где  $t_1$  – интервал времени набора скорости от  $V_0$  до  $V_1$ ;

$t_2$  – интервал времени набора скорости до  $V_2$ .

Значения параметров приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Параметры скорости и времени при разгоне

$V_a$ , м/с	t, с
9,70	4,274
21,02	6,747
30,03	10,784
39,51	16,224
47,99	22,839
54,96	37,124
65,12	45,100
67,65	76,791

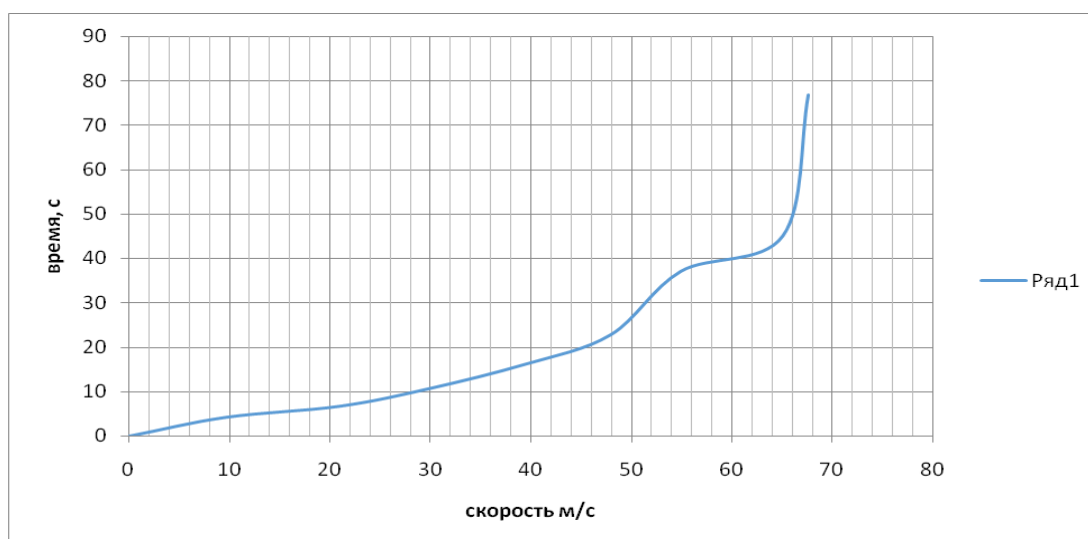


Рисунок 2.6 – Зависимость времени разгона болида

При помощи графического интегрирования функции  $t=f(V)$  аналогичным способом производится расчет пути разгона  $S$  от скорости автомобиля.

«При этом способе производится разбивка кривой  $t=f(V)$  при помощи временных интервалов, на каждом из которых определяются соответствующие им скорости  $V_{cрк}$ .

В интервале  $\Delta t_k$  вычисленная площадь элементарного прямоугольника представляет путь, пройденный автомобилем между отметками  $t_{k-1}$  и  $t_k$ , при движении с постоянной скоростью  $V_{cрк}$ .

Площадь элементарного прямоугольника может быть вычислена следующим способом:

$$\Delta S = V_{cрк} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{cрк} \cdot \Delta t_k \quad (2.19)$$

где  $k=1 \dots m$  – соответствующий интервальный номер, когда  $m$  определяется как  $(m=n)$ .

Вычисление пути, пройденного при разгоне от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ :  $S_1=\Delta S_1$ , до скорости  $V_2$ :  $S_2=\Delta S_1+\Delta S_2$ , до скорости  $V_n$ :»  $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$ .

Вычисленные значения пути разгона заносятся в таблицу 2.7

Таблица 2.7 – Зависимость пути разгона и скорости движения

$V_a, \text{ м/с}$	$S, \text{ м}$
9,70	20,73
21,02	120,10
30,03	367,86
39,51	821,80
47,99	1536,26
54,96	2871,13
65,12	4558,95
67,65	7723,40

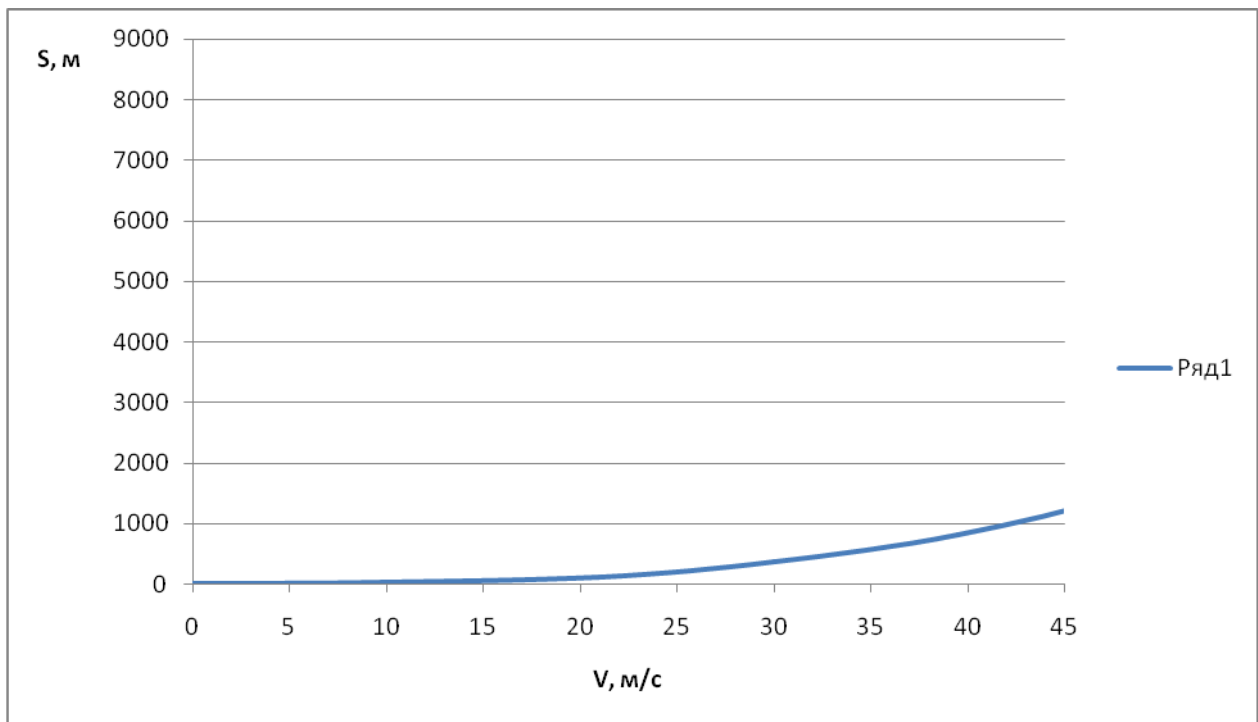


Рисунок 2.7 – График пути разгона автомобиля

## 2.6 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_e - N_{TP} = N_f + N_n + N_B + N_D \quad (2.20)$$

где  $N_T$  – тяговая мощность, подводимая к ведущим колесам, Вт;

$$N_T = N_e \cdot \eta_{TP} = N_e \cdot 0,91$$

$N_{TP}$  – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии, Вт;

$N_f = F_f \cdot V$  – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качению колес, Вт;

$N_T = F_T \cdot V$  – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему ( $N_T = 0$ ), Вт;

$N_B = F_B \cdot V$  – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха, Вт;

$N_D = F_{II} \cdot V$  – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля ( $N_D = 0$ ), Вт.

Для выбранных ранее интервалов по угловой скорости коленвала дви-

гателя и скорости автомобиля рассчитываем значения мощностного баланса, заполняем таблицу 2.8 и строим графики.

Вверх от кривой  $N_f$  откладываем значения мощности сопротивления воздуха  $N_B$ .

Таблица 2.8 – Рассчитанные значения мощностного баланса

$n_e$ , рад/с	3000	3500	4000	5000	5500	6000	6500	7000	8000	
Вт	14,247	16,784	19,536	29,591	35,332	37,633	41,457	43,011	43,000	
1 передача	$V$ , м/с	9,7	11,32	12,93	16,17	17,78	19,4	21,02	22,64	25,87
	$N_T$ , кВт	12,230	14,430	16,834	25,477	30,498	32,450	35,772	37,118	37,196
	$N_B$ , кВт	0,063	0,095	0,149	0,292	0,388	0,504	0,641	0,801	1,195
	$N_D$ , кВт	0,598	0,709	0,825	1,076	1,212	1,357	1,507	1,674	2,032
2 передача	$V$ , м/с	13,86	16,17	18,48	23,10	25,41	27,72	30,03	32,34	36,96
	$N_T$ , кВт	12,233	14,428	16,842	25,478	30,510	32,456	35,773	37,116	37,191
	$N_B$ , кВт	0,184	0,292	0,436	0,851	1,132	1,470	1,869	2,334	3,484
	$N_D$ , кВт	0,894	1,076	1,273	1,722	1,978	2,258	2,564	2,899	3,661
3 передача	$V$ , м/с	18,23	21,27	24,31	30,39	33,43	36,47	39,51	42,55	48,63
	$N_T$ , кВт	12,227	14,424	16,862	25,474	30,506	32,453	35,770	37,114	37,190
	$N_B$ , кВт	0,418	0,664	0,992	1,938	2,579	3,348	4,257	5,317	7,937
	$N_D$ , кВт	1,251	1,535	1,854	2,615	3,067	3,574	4,141	4,772	6,247
4 передача	$V$ , м/с	22,15	25,84	29,53	36,91	40,60	44,30	47,99	51,68	59,06
	$N_T$ , кВт	12,231	14,427	16,839	25,472	30,503	32,456	35,771	37,112	37,186
	$N_B$ , кВт	0,750	1,191	1,778	3,472	4,621	6,000	7,628	9,527	14,221
	$N_D$ , кВт	1,624	2,029	2,496	3,653	4,360	5,166	6,077	7,104	9,539
5 передача	$V$ , м/с	25,37	29,60	33,82	42,28	46,51	50,74	54,96	59,19	67,65
	$N_T$ , кВт	12,231	14,428	16,837	25,475	30,507	32,455	35,766	37,287	37,187
	$N_B$ , кВт	1,127	1,790	2,671	5,217	6,944	9,016	11,461	14,316	21,371
	$N_D$ , кВт	1,974	2,505	3,129	4,713	5,698	6,831	8,121	9,588	13,093
6 передача	$V$ , м/с	27,91	32,56	37,21	46,51	51,16	55,82	60,47	65,12	74,42
	$N_T$ , кВт	12,231	14,427	16,839	25,473	30,503	32,455	35,770	37,113	37,186
	$N_B$ , кВт	1,500	2,383	3,557	6,946	9,245	12,004	15,262	19,061	28,452
	$N_D$ , кВт	2,282	2,932	3,706	5,699	6,953	8,404	10,066	11,960	16,511

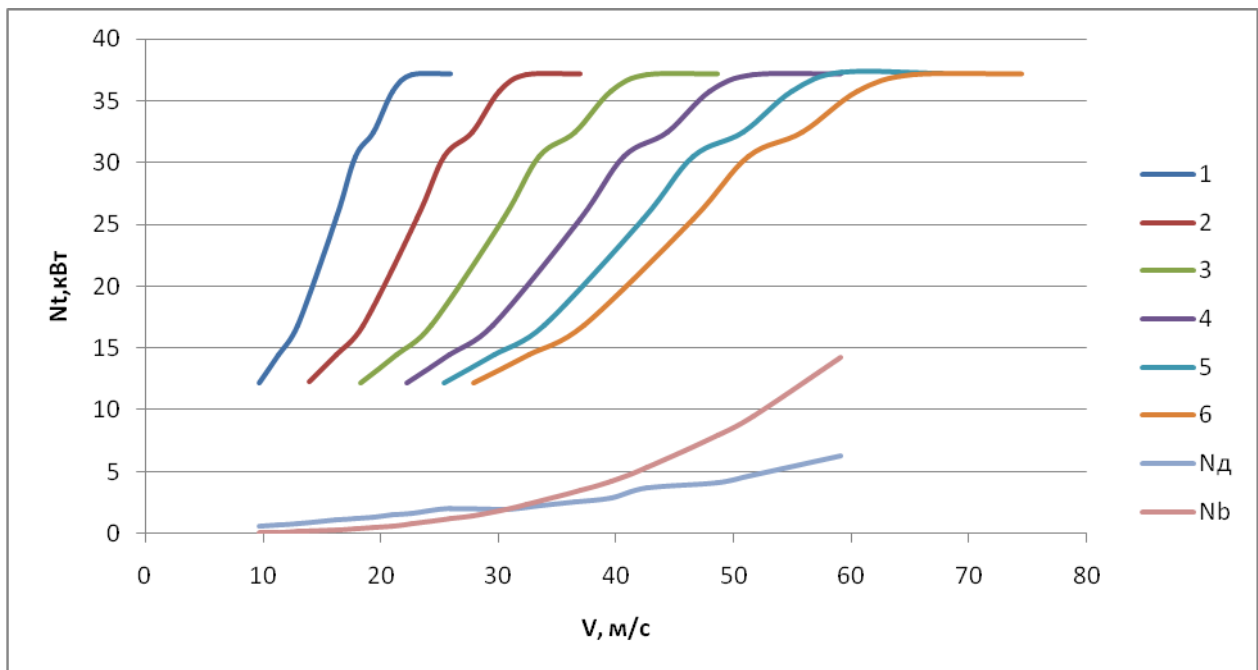


Рисунок 2.8 – Мощностной баланс

### 2.7 «Расчет топливно-экономической характеристики автомобиля»

Для получения топливно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. Расход топлива определяется по формуле:

$$Q_s = \frac{1,1 \cdot g_{e \min} \cdot K_{II} \cdot K_E \cdot (N_D + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (2.21)$$

где  $g_{e \min} = 240$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный эффективный расход топлива;

$\rho_T = 0,72$  кг/л – плотность топлива;

$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523$  – коэффициент, учитывающий изменения величины удельного эффективного расхода топлива в зависимости от степени использования мощности

$$I = \frac{N_D + N_B}{N_T};$$

$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227$  – коэффициент, учитывающий изменения величины удельного эффективного расхода топлива в зависимости от  $\omega_e$ .

$$E = \frac{\omega_e}{\omega_{eN}}, \quad (2.22)$$



Результаты расчетов сводим в таблицу 2.9

Таблица 2.9 – Результаты расчета топливно-экономической характеристики автомобиля»

$\omega_e$ , рад/с	$V_a$ , м/с	$Q_s$ , л/100 км
314,16	27,91	0,53
366,52	32,56	0,81
418,88	37,21	1,17
523,60	46,51	2,38
575,96	51,16	3,28
628,32	55,82	4,31
680,68	60,47	5,72
733,04	65,12	7,54
837,76	74,42	15,98

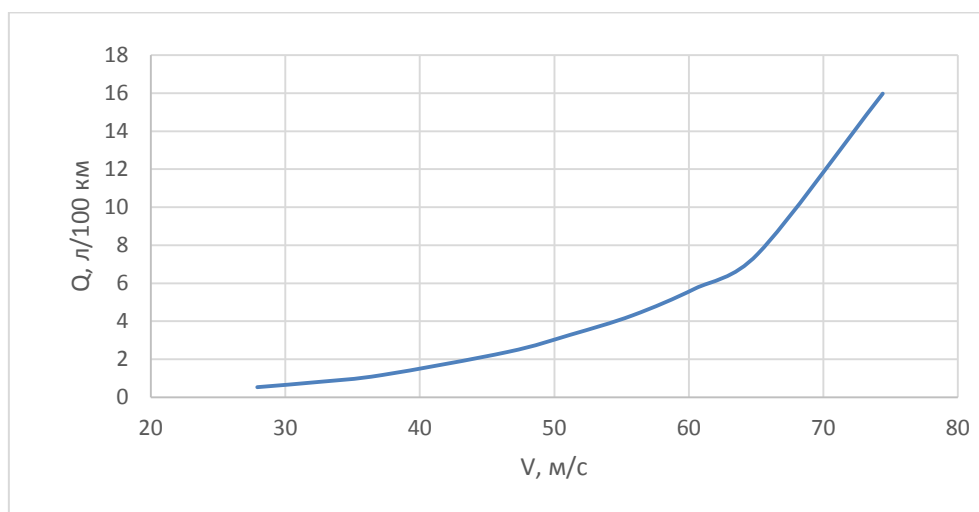


Рисунок 2.9 – Путевой расход топлива

### **3 Конструкторская часть**

#### **3.1 Техническое задание на разработку устройства для транспортировки спортивного болида Формула-Студент**

Наименование и область применения продукции:

Тележка для транспортировки спортивного болида. Устройство в виде прицепа в составе автомобиля-тягача используемое для движения в условиях городских дорог общего пользования. Предназначено для перевозки грузов с массой до 500 кг. Тележка представляет собой сварную раму, установленную на колесах, имеющую удобную рукоять для легкого перемещения и поворота. На раме размещается спортивный болид. Конструкция предусматривает специальные траверсы для заезда болида на раму своим ходом. Допускаемая скорость перемещения устройства до 50 км/ч.

Основание для разработки:

Разработка тележки для транспортировки спортивного болида производится по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» в рамках дипломного проекта по теме «Разработка устройства для транспортировки спортивного болида «Формула-Студент»».

«Тележка для транспортировки спортивного болида, перемещаемая при помощи автомобиля по дорогам, имеющим твердое покрытие. Использование тележки в виде прицепа предусмотрено на открытом воздухе, по дорогам общего пользования. Хранение тележки - в условиях помещения с искусственным освещением, вентиляцией, в температурном режиме от +15°C до +40°C, в зоне работы оборудования есть источник электропитания.»

«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:»

Источником аналога проектируемого оборудования является сайт [www.abt.ru](http://www.abt.ru)

Технические требования:

- Описание разработки.

Проектируемая тележка для транспортировки спортивного болида с рамой ножничного типа, разрабатывается с использованием доступных материалов и узлов. Габаритные размеры: 2000x700x550 мм.

Рама сваривается из труб прямоугольного профиля, швеллера, уголка горячекатаной стали и устанавливается на поворотной платформе.

Механизм ножничного типа изготавливается из стальных полос. В механизме используется поворотная платформа.

Основание рукоятки изготавливается из трубы профиля. Сама рукоять изготавливается из трубы диаметром 25 мм.

Грузовая платформа изготавливается из гнутого швеллера, уголка и листовой стали толщиной 2.5мм.

Механический подъемный механизм будет использоваться от автомобильного прицепа, на котором он служил механизмом опоры .

Состав тележки: основание, платформа, поворотный механизм, опоры, сцепное устройство, автомобильных колеса и шины. Погрузка - выгрузка спортивного болида производится при помощи направляющих траверс, с целью облегчения погрузки может быть предусмотрена лебедка, крепление спортивного болида осуществляется ремнями к раме. (Рисунок 3.1).

- Требования безопасности.

Все выступающие части и острые кромки конструкции обработаны для предотвращения возможного получения ранений и повреждения одежды, во время нахождения в непосредственной близости от оборудования или при его использовании. Также в конструкции предусмотрен стопор ограничитель механизма подъема, для защиты от произвольного опускания грузовой платформы тележки.

Сцепное устройство тележки оснащено стандартным креплением, которое обеспечивает надежное сцепление с автомобилем-тягачом. Возможно перемещение тележки при помощи привода автомобиля-тягача, а также при помощи ручного привода.

- Эстетические требования.

Рама тележки выкрашивается в синий цвет, механизм подъема выкрашивается серым цветом.

-Требования к транспортированию и хранению.

Для транспортировки данной тележки возможно использование средне размерных грузопассажирских автомобилей с объемом грузового отделения не менее 1м<sup>3</sup>. Хранение допускается в собранном виде, в сухом и закрытом помещении. При хранении на улице необходимо снять траверсы и ремни, во избежание попадания влаги и последующего появления коррозии на рабочих поверхностях оборудования. Процесс транспортирования должен обеспечивать полную сохранность оборудования.

Оборудование необходимо хранить в сухом и закрытом помещении при температуре окружающей среды от 0 до + 25 °С.

«Гарантийный срок устанавливается 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня отгрузки с предприятия-изготовителя при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации.»

Поставка оборудования производится изготовителем собранным и испытанным согласно ТУ с кратковременной наружной и внутренней антикоррозионной защитой, с закрытыми отверстиями подвода рабочей жидкости. Перед монтажом надо соблюдать следующий порядок:

- провести внешний визуальный контроль (осмотр) оборудования с целью выявления механических повреждений его частей вследствие транспортировки;

- вынуть пробки из отверстий подвода рабочей жидкости и следить за тем, чтобы во время монтажа не произошло попадание механических загрязнений в оборудование;

- внутреннюю расконсервацию не проводить.

«Эксплуатация оборудования должна проводиться в соответствии с Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации изделия (машины), на которое он установлен.

Монтаж, демонтаж и эксплуатация оборудования на изделии должны проводиться персоналом, ознакомленным с Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

Пространственное положение гидроцилиндра – любое. При монтаже гидроцилиндра необходимо обеспечить совпадение направления действия усилия с осью штока на всем пути его движения, а также надежность закрепления гидроцилиндра.»

Примеры аналогов тележек представлены на рисунках 3.1 и 3.2. в виде образцов одноосных автомобильных прицепов.

Таблица 3.1 – Технические параметры тележки

«Наименование характеристик	Значение
Грузоподъемность, не менее	700 кг
Время погрузки/разгрузки	6-12/5-10 мин
Высота погрузочная	350 мм
Дорожный просвет, не менее	165 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	260 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.» Мелкие детали оборудования должны быть согласованы между собой. «Оборудование должно гармонично вписываться в композицию интерьера помещения. Окраска оборудования должна быть желто-оранжевого цвета. Внутренние полости окрашиваются в яркий красный цвет. Это позволяет легко заметить открытые люки, заслонки и т.п. и предотвратить включение оборудования в таком состоянии. Должна быть обеспечена безопасность работы обслуживающего персонала. Подъемники должны иметь раздвижные опоры, предотвращающие самопроизвольное смещение автомобиля или элементов мостов, кузова, узлов при подъеме. Должна быть обеспечена фиксация прицепа и автомобиля от свободного перемещения (перекатывания) в рабочем положении.»

Экономическая эффективность:

Ориентировочная стоимость механизмов поворота платформы 5000 р, но есть возможность использования данного механизма автомобилями парка АТП.

Затраты на остальные материалы для конструирования данной тележки складываются из затрат на покупные элементы конструкции (болты, шайбы, гайки, колесные опоры, ролики) что составляет не более 10000 р. Стальные профили, полосы, уголки и швеллеры также приобретаются в нужном количестве, и требуют вложений около 8000 р.

Стадии и этапы разработки:

Стадии и этапы выполнения разработки определены учебным графиком. Продолжительность выполнения этапов пропорциональна их трудоемкости.

Примерное распределение трудоемкости этапов выполнения рабочего проекта:

- техническое задание (ТЗ) - 10%;
- техническое предложение (ТП) - 30%;

- прочностные, кинематические и др. расчеты - 10%;
- руководство по эксплуатации - 10%;
- техническая инструкция - 10%;
- чертежи общего вида конструкции и деталей - 25%;

Порядок контроля и приемки:

Выполнение технического проекта ограничивается кинематическими, прочностными и др. расчетами, подтверждающими работоспособность спроектированного оборудования, а также вычерчиванием чертежей общего вида тележки для транспортировки спортивных болидов с механизмом ножничного типа на листах формата А1. Изготовление опытного образца не предусматривается. На экспертизу руководителя проекта представляется в письменном виде ТЗ, ТП, эскизный проект, расчеты и чертежи общего вида. После утверждения проекта проводится разработка рабочей инструкции и технологического раздела проекта.

Приложение к ТЗ:

Для изготовления данной тележки понадобятся следующие оборудование и принадлежности: УШМ («болгарка»), электродрель, комплект слесарного инструмента, верстак и тиски, сварочный аппарат инвертор, малярное оборудование, средства индивидуальной защиты, спецодежда.



Рисунок 3.1 – Автомобильный прицеп «ПК-16» с функцией размещения передней оси автомобиля на платформе



1 – погрузочные платформы, 2 - основание,  
3 – буксирное устройство, 4 – направляющая колес

Рисунок 3.2 Прицеп одноосный с функцией размещения обеих осей болида



### 3.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию тележки с ножничным поворотным механизмом для транспортировки спортивного болида.

Тележка должна представлять собой сварную раму, имеющую удобную рукоять для легкого перемещения ее на колесах. Габаритные размеры тележки: 2000x700x550мм.

Рама сваривается из труб прямоугольного сечения 50x30x3мм ГОСТ 8278-83 сталь 09Г2С, уголка 63x45x3мм горячекатаной стали 3сп. Рама устанавливается на двух колесных опорах, диаметр колес 620-750 мм, нагрузка на одну опору 500 кг.

Механизм ножничного типа изготавливается из стальной полосы 40x8мм сталь 3сп. В механизме используется 4 стальных ролика наружным диаметром 40мм, посадочным 20 мм. В виде прототипа может быть использован автомобильный одноосный прицеп марки ПК-16. Основание рукоятки изготавливается из трубы профиля 50x25x2мм сталь 3сп. Рукоять изготавливается из трубы диаметром 25 мм.

Грузовая платформа изготавливается из гнутого швеллера 50x40x3мм ГОСТ 8278-83 сталь 09Г2С, уголка 63x45x3мм горячекатаной стали 3сп и листовой стали ГОСТ 8568-77 толщиной 4 мм. Также в конструкции должен быть механизм ножничного типа, установленный на оси рамы и позволяющий поворачивать платформу.

Проведенный поиск аналогов показал, что имеется серийно выпускаемая тележка с поворачивающейся платформой для транспортировки автомобилей, которая изображена на рисунке 3.3. Устройство представляет собой тележку с поворотной платформой, предназначенную для ручного подъема, опускания и перемещения различных грузов. Рама тележки и поворотная платформа имеет порошковое покрытие, что позволяет использовать её в условиях мастерских для перемещения осей автомобилей. Платформа опирается на поворотные ролики.

«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.» [5]

В качестве рассматриваемых вариантов существуют прицепы:

### 3.2.1 Прицеп авто - траверса СВ-50 одноосный



Рисунок 3.3 – Вид прицепа СВ-500

Максимальная высота подъема тележек данной серии составляет до 500 мм, минимальная до 320 мм.

Для удобства перемещения тележка оснащена ручкой. Для подъема и опускания платформы тележка оснащена приводимым в движение ногой

гидравлическим приводом, который обеспечивает плавное опускание платформы с грузом. Тележка имеет стояночный тормоз (ножной).

Для перемещения тележка имеет одну пару колес. Колеса закрепляются на ступицах при помощи стандартных болтов. На ступицах закреплены защитные брызговики Габаритные размеры: 2280x880x800мм. Грузоподъемность = 800кг.

«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 платформ). Возможно изготовление прицепов различных грузоподъемностей от 0,6 до 2,0 т, модификаций ручным и электромеханическим приводом подъема. Прицепы оснащаются U, V-образными тягами, адаптерами для различных узлов автомобилей.»[5] Применяемая система безопасности предусматривает регулируемые упоры, на которые опирается дышло основания.

Таблица 3.2 – Параметры устройства

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

### 3.2.2 Авто траверса ТВ-680



Рисунок 3.4 - Вид прицепа ТВ-680

Таблица 3.3 - 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

Данная тележка имеет ряд преимуществ по отношению к требованиям ТЗ, состоят эти преимущества в номинальной грузоподъемности 0,6 тонн, при этом усилие перемещения не превышает 25 кг. при изготовлении такой тележки в условиях АТП снижаются трудозатраты. В данном случае простота конструкции платформы снижает трудоемкость и стоимость разработки и изготовления. Для защиты от агрессивных сред используется порошкового покрытия тележки. Также важным плюсом является стоимость данной тележки при условии ее покупки.

### 3.2.3 Прицепная траверса «ВП-4С»

Известна также тележка для перевозки серии ВП-4С, которая изображена на рисунке 3.5. Автомобильная тележка данной серии предназначена для перевозки подвижного состава между ремонтными участками внутри различных помещений: склад, мастерская, автосервис, станция технического обслуживания автомобилей (СТО) и так далее.

Тележка покрывается специальным порошковым покрытием, для предотвращения коррозии металлических элементов изделия при попадании на них окислов металлов.

Преимущества:

- Боковые площадки с раздвижными опорами;
- Надежная прочная конструкция;
- Грузоподъемность тележки до 500 кг;
- Специальное порошковое покрытие;
- Наличие поворотной платформы;
- Полностью российское производство;
- Покраска в любой цвет по каталогу RAL.

Габаритные размеры: 2380x1500x745мм.



Рисунок 3.5 - Вид прицепной траверсы «ВП-4С»

Таблица 3.4 - 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

Представленная тележка отличается немного более высокой стоимостью и сложностью конструкции, однако ее конструктивные особенности более близки к условиям ТЗ. В конструкции данной тележки отсутствует, какой либо подъемный механизм, что в свою очередь не противоречит требованиям ТЗ. Также данная тележка имеет специальное порошковое покрытие, которое, тем не менее, повышает стоимость ее на рынке оборудования, при условии покупки.

Сравнительный анализ характеристик вариантов рассмотренных тележек, их конструкций удобнее провести в таблице 3.5

Таблица 3.5 - Анализ характеристик

Технические характеристики	Модель устройства		
	СВ-500	ТВ-680	ВП-4С
Вариант №	1	2	3
Грузоподъемность, кг	1000	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.

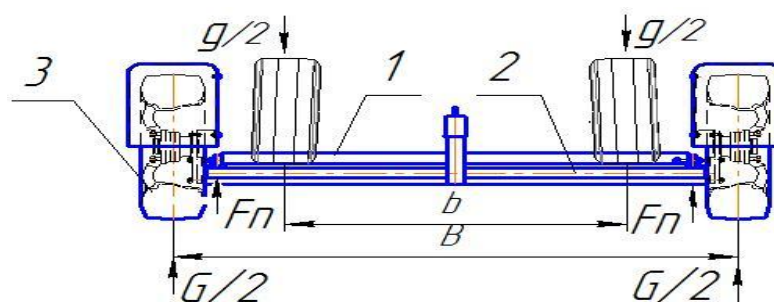
К недостатку рассмотренного варианта 2 следует отнести отсутствие поворотных направляющих, что будет приводить к наличию боковых сил на колесах, а также высокую стоимость подъемника. Вариант 1 имеет значительные габариты, что затрудняет маневренное перемещение прицепа по проездам. Также данный подъемник 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.» [5]

Анализ конструктивных особенностей тележек – аналогов показал, что ни одна из них не отвечает в полной мере, установленным в ТЗ требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

### 3.3 Инженерные расчеты устройства

#### 3.3.1 Расчет прочности платформы

Схема действия сил показана на рисунке рис. 3.6.



1 – траверса; 2 – основание; 3 – шина;

$g$  – нагрузка;  $G$  – реакция дороги;

$B$  – база передних колес;  $F_n$  – реакция ролика;

Рисунок 3.6 – Схема действия сил

Одна из платформ рассчитывается на прочность по нормальным напряжениям при плоском изгибе. В качестве материала платформы используется сталь, с поперечным сечением в виде труб (рисунок 3.7).

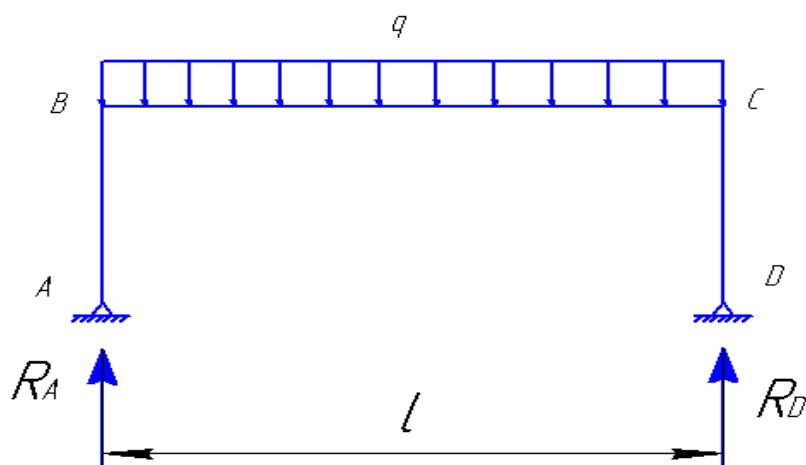


Рисунок 3.7 - Реакция и нагрузка на платформу

Для расчета  $q = 400$  кг - распределенная нагрузка,  $l = 1080$  мм – длина платформы.

Эпюры для расчета на прочность платформы изображены на рисунке 3.8.

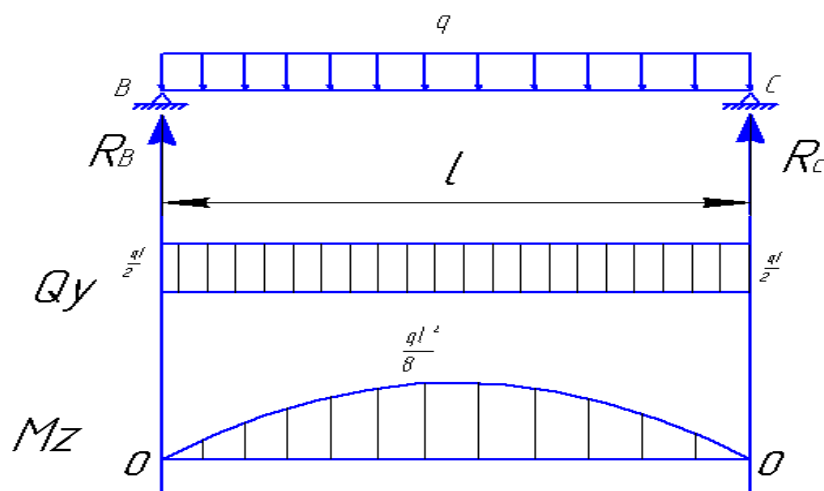


Рисунок 3.8 - Эпюры для расчета на прочность платформы

Рассчитывается реакция опор:

$$\sum Y = 0; \quad R_B + R_C - ql = 0; \quad (3.1)$$

$$\sum M(B) = 0; \quad R_C - \frac{ql}{2} = 0; \quad (3.2)$$

Из формул (3.1) - (3.2) следует:



$$R_C = \frac{ql}{2}; \quad (3.3)$$

$$Q_y = -R_B + qx; \quad (3.4)$$

$$M_z = R_B x - \frac{qx^2}{2} \quad (3.5)$$

Тогда

$$M_z = \frac{qlx}{2} - \frac{qx^2}{2} \quad (3.6)$$

Опасное сечение платформы находится в середине, где изгибающий момент достигает экстремума:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \quad (3.7)$$

$$M_{\max} = \frac{4000 \cdot 4.080^2}{8} = 8,3 \text{ кНм}.$$

Условие прочности записывается следующим образом:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_z} \leq \sigma_{\text{доп}}, \quad (3.8)$$

откуда получается выражение для момента сопротивления:

$$W_z \geq \frac{M}{\sigma_{\text{доп}}} \quad (3.9)$$

Платформа траверсы рассчитывается на прочность по нормальным напряжениям при изгибе. Для распределенной нагрузки  $q = 500$  кг, длины платформы  $l = 1680$  мм, схема для расчета на прочность платформы изображены на рисунке 3.9.

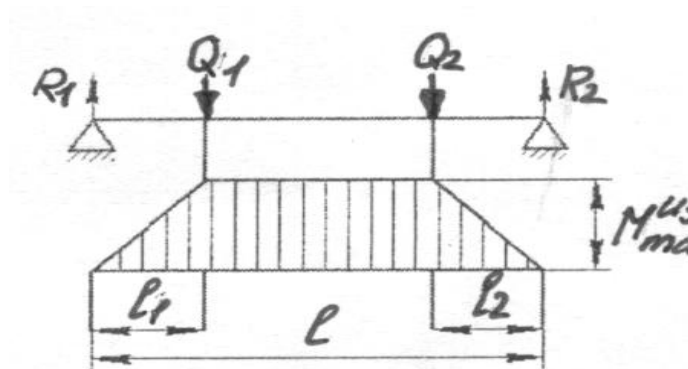


Рисунок 3.9 - Распределенная нагрузка на платформу траверсы

В качестве материала платформы используем сталь, с поперечным сечением в виде трубы (рисунок 3.10).

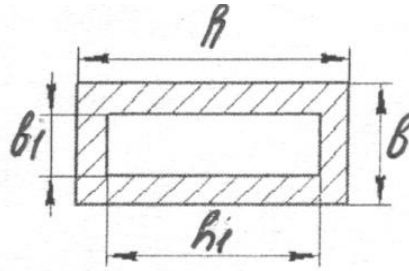


Рисунок 3.10 - Эпюры для расчета на прочность платформы траверсы  
Рассчитаем реакции опор:

$$\sum Y = 0; \quad R_B + R_C - ql = 0; \quad (3.10)$$

$$\sum M(B) = 0; \quad R_C - \frac{ql}{2} = 0; \quad (3.11)$$

Из формул (3.10) - (3.11) следует:

$$R_C = \frac{ql}{2}; \quad (3.12)$$

$$Q_y = -R_B + qx; \quad (3.13)$$

$$M_z = R_B x - \frac{qx^2}{2} \quad (3.14)$$

Тогда:

$$M_z = \frac{qlx}{2} - \frac{qx^2}{2} \quad (3.15)$$

Опасное сечение платформы траверсы находится в середине, где изгибающий момент достигает экстремума:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \quad (3.16)$$

$$M_{\max} = \frac{2000 \cdot 1.62^2}{8} = 0,66 \quad \text{кНм} .$$

Условие прочности записывается следующим образом:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_z} \leq \sigma_{\text{т}}, \quad (3.17)$$

откуда получаем выражение для момента сопротивления

$$W_z \geq \frac{M}{F} \quad (3.18)$$

$$W_z \geq \frac{660}{60 \cdot 10^6} = 11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 2 \text{ см}^3$$

### 3.3.2 Расчет болта соединения поворотного механизма траверсы на срез

Болты соединения подъемного механизма траверсы испытывают напряжения среза  $\tau$  и смятия  $\sigma_{см}$ . Материал болтов — сталь 45 ГОСТ 1050-74, диаметр болтов — 12 мм.

Условие прочности по напряжениям среза будет иметь вид:

$$\tau = 4 \cdot F / n \cdot \pi \cdot d^2 \leq [\tau], \text{ МПа} \quad (3.19)$$

где  $d$  - диаметр болта, мм;

$n$  – число болтов(2);

$[\tau]$  – допустимое напряжение среза,  $[\tau] = 85$  МПа;

$F$  – сила, действующая на болт со стороны платформы траверсы.

Для болтов:

$$\tau = 4 \cdot 500 / 2 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 8,84 \text{ МПа} < 85 \text{ МПа}$$

Таким образом, условие прочности на срез выполняется.

Условие прочности по напряжениям смятия:

$$\sigma_{см} = F / (n \cdot a \cdot d) \leq [\sigma_{см}], \text{ МПа} \quad (3.20)$$

где  $a$  – длина болта, мм;

$[\sigma_{см}]$  – допустимое напряжение смятия,  $[\sigma_{см}] = 200$  МПа.

Для болтов:

$$\sigma_{см} = 500 / (2 \cdot 10 \cdot 12) = 8,3 \text{ МПа} < 200 \text{ МПа}$$

Рассчитываемые детали удовлетворяют условиям прочности.

## 3.4 Руководство по эксплуатации



1- основание; 2 – траверса

Рисунок 3.11 – Вид тележки

«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.

## 4 Технологическая часть

### 4.1 Подготовка устройства к эксплуатации

Прицепная траверса представляет собой транспортное устройство, которое должно использоваться только вместе с механизмом поворота.

Технологическую инструкцию по техническому обслуживанию рассмотрим в виде технологической карты.

Таблица 4.1. Технологическая карта на обслуживание траверсы

Наименование операции	Оборудование, инструмент	Время, мин	Специальность
1 Очистить траверсу от грязи, стружки, масляных отложений	Щетка	15	Слесарь 3-го разряда
2 Осмотреть на наличие повреждений и трещин, сварные швы, стойки, корпус, рукав высокого давления	Визуальный осмотр	10	Слесарь 3-го разряда
3 Осмотреть и проверить состояние роликов в конечных положениях	Визуальный осмотр	3	Слесарь 3-го разряда
4 Проверить исправность стопорного механизма	Визуальный осмотр	2	Слесарь 3-го разряда
5 Проверить затяжку и надежность крепления резьбовых соединений	Инструмент слесаря (ключи на 22,24,19,12)	10	Слесарь 3-го разряда
6 Смазать подвижные части и оси вращения подъемного механизма и опорных роликов	Инструмент слесаря (масленка)	5	Слесарь 3-го разряда
7 Проверить зазоры в крайних положениях	Инструмент слесаря, отвертка	1	Слесарь 3-го разряда
8 Осмотреть на наличие повреждений и трещин опорную пятую (2 шт)	Визуальный осмотр	1	Слесарь 3-го разряда

Все регламентные работы необходимо проводить при соблюдении требований правил безопасности. Перед разгрузкой траверсы, требуется опустить в крайнее нижнее положение и закрепить опоры.

## **4.2 Транспортировочный процесс**

«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». [11]

## **4.3 Проверка технического состояния «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.

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».

#### **4.4 Погрузка передней оси болида на траверсу**

«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.

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.» [1]

#### **4.5 Процесс транспортировки**

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

#### **4.6 Разгрузка устройства**

«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.

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

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



## **5 Безопасность и экологичность объекта**

### **5.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций**

Раздел проекта разработан в соответствии с источниками [6], [7]. Современные требования к технологическим процессам заключаются в постоянном повышении эффективности, что в свою очередь приводит к необходимости максимально эффективно использовать рабочие пространства и площади. Это ведет к плотному размещению технологического оборудования на единице площади. В таком случае обеспечение безопасных условий труда возможно только при комплексном подходе к организации производства, что подразумевает:

- использование таких технологий в производстве, которые обеспечивают наименьший уровень опасных и вредных факторов на всех этапах технологической операции;

- применение эффективных средств как коллективной так и индивидуальной защиты;

- применение специальных технических средств контроля за производственными процессами, которые позволяют вести защиту работников в автоматическом режиме (автоматически предупреждать или отключать оборудование).

- обеспечивать герметичность систем газо- и водоснабжения, с целью исключения утечек.

- осуществления контроля за соблюдением работниками правил по технике безопасности и санитарных требований.

- обеспечение удаления отходов производства.

В дипломном проекте рассматривается участок сборки устройства, схема которого изображена на рисунке 5.1. Основным документом, определяющим требования к производственному участку, является ГОСТ 12.3.002 «Процессы производственные. Общие требования безопасности.» [7]

При проектировании участка, необходимо определить расположение проходов (для персонала) и проездов (для технологического транспорта). При этом ширина проезда рассчитывается исходя из ширины технологического транспорта применяемого на производстве плюс по 0,7 м на проход с каждой стороны.

«Рекомендованная ширина внутрицеховых проходов и проездов:

- а) основной проезд - 3,0-4,0 м;
- б) проход для работников - 1,4-1,6 м;
- в) проезд при движении тележек:
  - с односторонним движением - 2,0-2,5 м;
  - с двусторонним движением - 2,0-3,5 м.

Ширина» прохода для доступа к оборудованию (для его осмотра и проведения регламентных и ремонтных работ) – не менее 0,8 м. [9]

## **5.2 Опасные и вредные производственные факторы.**

Работник подвергается воздействию различных внешних факторов, таких как температура воздуха на рабочем месте, влажность воздуха, скорость воздуха на рабочем месте и т.д.

Все эти факторы являются определяющими для условий труда работника и требуют их рассмотрения (влияния на организм работника). После этого необходимо определиться с мероприятиями, максимально снижающими вредные воздействия на работника.

Рассмотрим основные опасные и вредные производственные факторы, имеющие место для участка и сведем данные в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы.

Опасные и вредные производственные факторы	Оборудование, приспособление, инструмент	Воздействие на организм
Физического воздействия: а) движущиеся механизмы и машины, передвигающиеся изделия	Электро-погрузчики, поточная линия, транспорт на поточной линии, вращающиеся части станков	Общая вибрация, шум, повышенное движение воздуха, нарушение целостности организма, повреждение частей тела
б) повышение запыленности и загазованности воздуха;	Электроинструмент	Воздействие на органы дыхания, утомляемость
в) повышенные уровни шума, вибраций, ультразвуковые колебания.	Технологическое оборудование, станки, транспорт.	Шумовое воздействие на органы слуха, внутреннее расстройство организма, влияние на сердечнососудистую систему, повышенное давление.
г) повышенное напряжение электрические цепи.	Электрические сети, электрические установки, распределители, производственное оборудование с электроприводом	Поражение электрическим током
д) отсутствие или недостаток естественного света.	Производственное помещение, с недостаточной освещенностью и количеством оконных и потолочных проемов, осветительное оборудование.	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, усталость
Химического воздействия: - раздражающие вещества	Масло, герметики.	Раздражение кожи
Психофизиологического воздействия: а) физиологические;		Статические и динамические перегрузки, утомление, нагрузка на ноги, руки
б) монотонный труд;		Утомление, усталость
в) напряжение глаз.		Эмоциональное напряжение

### **5.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчетами**

Исходя из требований безопасности, необходимо уделять особое внимание организации работ по созданию безопасных условий для работников, а также необходимо применять систему по управлению охраной труда в производстве.

Для следования этим правилам, в производстве необходимо разработать ряд нормативных документов. Один из них – стандарт предприятия по охране труда. Данный стандарт должен определять организацию охраны труда, подчиненность, обязанности, а также права всех подразделений предприятия и руководящего состава предприятия. Разрабатывая стандарт необходимо обязательно руководствоваться вышестоящими документами, такими как «ГОСТ», «ОСТ», «СНиП».

При разработке мероприятий, обеспечивающих безопасность на производстве, рассматриваются два направления. Первое – это мероприятия направленные на обеспечение индивидуальной защиты работника. К индивидуальной защите относятся – специальная рабочая одежда, респираторы, каски, специальная обувь и т.д. Второе – это мероприятия направленные на способы коллективной защиты работников производства. К коллективной защите относятся как специальные устройства – ограждения, блокировочные устройства, сигнальные устройства и т.д., так и организационные мероприятия, к которым относятся обучающие программы, информационные листки и т.д.

Мероприятия по обеспечению безопасности для работника, начинают проводится сразу же, с момента поступления работника на работу в виде обучения по безопасности труда на рабочем месте. Непосредственно перед началом работы производится инструктаж. Кроме этого работник должен быть обеспечен всеми видами средств индивидуальной защиты, в соответствии с рабочим местом.

Нами рассматривается участок по производству (сборке) болидов, который находится в стандартном производственном корпусе. Высота корпуса – 6 метров, площадь участка 15x20 метров. Для перевозки комплектующих, материалов, а также вывоза готовой продукции используются проезды для транспорта, которые выполнены отдельно от проходов для работников. Все двери и ворота для транспорта открываются наружу. На случай возгорания, предусмотрен план эвакуации с использованием специальных эвакуационных выходов для персонала. Все санитарно-бытовые помещения соответствуют «СНиП».

Рассмотрим мероприятия направленные на устранение опасных и вредных факторов.

1) Факторы физического воздействия

а) Движущиеся машины и механизмы

Для исключения возможного контакта работников с подвижными механизмами и машинами применяю специальные ограждения в проездах, которые разграничивают зону для движения машин и зону для передвижений работников. Также применяются ограждения, которые ограничивают доступ человека в зоны, где осуществляется движение механизмов. Также применяются системы, которые блокируют работу отдельных механизмов при нахождении в опасной зоне человека. Для этого применяются датчики-фотоэлементы, на сигналы от которых и срабатывает система блокировки.

б) Запыленность или загазованность воздуха.

Для обеспечения соответствия воздуха требованиям СНиП используют искусственную или естественную вентиляцию. На сборочном участке основным вредным фактором являются испарения СОЖ с поверхности деталей поступающих на сборку. На нашем участке сборки используется приточно-вытяжная вентиляция, которая предназначена для удаления воздуха с примесями вредных веществ и подачи чистого воздуха.

в) Уровень шума и вибраций, ультразвук и ультразвуковые колебания

Для снижения воздействия рассматриваемого фактора применяются коллективные защитные средства и индивидуальные защитные средства. Коллективные средства снижают уровень шума, вибраций в самом источнике возникновения (глушители, звуко-вибро изолирующие покрытия), а также снижают уровень шума и вибраций в среде распространения (шумопоглощающие экраны). Кроме этого, при высоком уровне шума необходимо применять индивидуальные средства, например беруши. В случае сборочного цеха, необходимо применять оба способа снижения вредного воздействия шума и вибраций, а именно применять глушители (для пневматических систем), шумопоглощающие экраны между машинами, а также индивидуальные средства – беруши.

г) Повышенное напряжение электрические цепи. Электробезопасность

Электрические системы используемые на производствах принято делить на 2 вида. Первый – с напряжением питания потребителей до 1000 Вольт, второй – с напряжением питания потребителей свыше 1000 вольт. В соответствии с этим делением подразделяются и требования по обеспечению безопасности. Основными едиными требованиями ко всем системам относятся – зануление, заземление оборудования, изоляция, пониженное напряжение на рабочем месте, обеспечение защиты электрических систем от попадания воды и влаги.

Рассматриваемое нами производство использует электрические системы с напряжением питания до 1000 вольт и относится ко второй категории «помещение с повышенной опасностью». В производственном цеху применяются бетонные полы, влажность в цеху - 60%, средняя температура в цеху - 25 градусов Цельсия.

В рассматриваемом сборочном производстве применяется множество электрических систем и устройств. Для обеспечения безопасных условий работы необходимо выполнить комплекс мероприятий включающий в себя применение: защитного заземления для механизмов, зануления, применение электрических устройств с минимальным напряжением, применение систем

защитных отключений от перегрузок и при коротком замыкании, изоляция всех токопроводящих частей, применение заградительных устройств для ограничения доступа к электрическому оборудованию, использование предупредительной сигнализации и знаков безопасности для идентификации опасного оборудования.

Кроме этого, конструкция электроустановок должна обеспечивать защиту людей от контакта с элементами под напряжением, обеспечивать защиту оборудования от попадания воды, посторонних предметов, грязи.

Также конструктивно необходимо обеспечивать заземление оборудования (обеспечить надежную электрическую связь между оборудованием и «землей»), для чего возможно использование металлических конструкций здания.

д) Отсутствие или недостаток естественного света. Освещение.

Необходимый уровень освещения обеспечивает сохранение остроты зрения работникам, а также снижает общую утомляемость при выполнении монотонных операций.

Уровень освещения определяется для каждой операции в отдельности и зависит от требований к технологической операции. Применяется два вида освещения: естественное и искусственное. Естественное обеспечивается за счет попадания в рабочую зону естественного света через оконные проемы. Искусственное освещение в свою очередь делится на два вида. Первый вид – это общее освещение, которое обеспечивается светильниками расположенными (чаще всего) под крышей корпуса. Второй вид – местное освещение, которое используется на конкретном рабочем месте и должно обеспечить требуемый уровень совместно с общим искусственным освещением и естественным (в случае его наличия) освещением.

е) Воздействие задымленности и открытого огня. Пожаробезопасность.

Согласно НПБ 105-95, все производственные и складские помещения подразделяются на категории в зависимости взрывопожарной для каждой категорией имеются требования обязательные к выполнению. Рассматривае-

мый нами производственный участок имеет категорию «Д». Категория «Д» - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Необходимо помнить, что как правило, причинами возгораний являются несоблюдаемые требования по пожарной безопасности, несоблюдение правил эксплуатации оборудования. В связи с этим, именно полное соответствие производственной площадки правилам и требованиям является обязательным.

Производственный участок должен содержаться в чистоте от отходов производства, необходимо обеспечивать хранение промасленных обтирочных материалов, ветоши в специально отведенных для этого местах.

На случай возникновения возгораний необходимо обеспечить наличие необходимого количества индивидуальных средств пожаротушения в близости от рабочих мест. Основными средствами для тушения пожара являются: различные огнетушители, песок, вода, также к ним относятся следующие инструменты: ведра, топоры, лом и т.д.

Производственное помещение должно быть оснащено общей системой пожаротушения и сигнализации о пожаре. На случай возникновения возгорания необходимо иметь план эвакуации персонала, все работники должны быть обучены действиям на случай пожара.

Необходимо обеспечивать требуемое количество эвакуационных выходов, размеры выходов, доступность выходов, аварийную освещенность выходов. Выходы должны оснащаться дверями открываемыми наружу. Запрещено загромождать выходы, организовывать хранение любых вещей на выходах.

Только соблюдение требований по пожарной безопасности может минимизировать риски для работников в случае чрезвычайного происшествия.

#### **5.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности**

##### **5.4.1 Вредные воздействия производства на окружающую среду**

Прямого, вредного воздействия на окружающую среду в процессе производства (сборки) устройств не отмечается. Однако необходимо рассматри-



вать материалы, применяемые в производстве. А именно, герметики и масла, попадание которых, в окружающую среду, необходимо исключить. Этого можно достичь, используя специальные приспособления которые улавливают использованные материалы в технологическом процессе с целью дальнейшей их утилизации. Кроме этого, в производстве образуются нетоксичные отходы в виде использованной ветоши, прокладочных картона и бумаги. Для этого типа отходов необходимо организовать специальные контейнера для временного накопления, хранения и последующей утилизации. Эти действия являются пассивными действиями защиты.

На компонентах устройств, подаваемых на сборку, присутствуют остатки СОЖ, которые испаряясь загрязняют воздух. Для снижения концентрации этих испарений необходимо использовать специальные фильтры в системе вентиляции производства.

#### 5.4.2 Вредные воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации

1) Непосредственно вредное воздействие может быть вызвано утечками как в процессе эксплуатации так и в процессе выполнения регламентных работ. Для снижения рисков такого воздействия, необходимо во-первых, конструктивными решениями (применение высоконадежных сальниковых уплотнений, качественных герметиков) минимизировать риски утечки масла в процессе эксплуатации автомобиля, во-вторых, выполнять все регламентные работы только на специализированных станциях технического обслуживания.

2) Также со стороны устройства имеется шумовое воздействие на окружающую среду. В большей степени это касается водителя и пассажиров транспортного средства, которые подвержены постоянному воздействию шума и вибраций со стороны устройства, что ведет к повышенной утомляемости и усталости. Конструктивно, для снижения уровня шума генерируемого устройством, необходимо использовать специальные демпферы холостого хода в конструкции сцепления, применять улучшенную шумо-защиту.

3) Нельзя не отметить влияние конструкции устройства на расход автомобилем топлива. Что в конечном итоге влияет на объемы выхлопных газов выбрасываемых в атмосферу. В этом случае, предлагаемое техническое решение проекта (применение шести-ступенчатой коробки передач) оказывает положительный эффект и приводит к реальному снижению расхода топлива.

### **5.5 Обеспечение безопасности при эксплуатации объекта**

При использовании устройства в автомобиле обязательно необходимо рассмотреть вопросы, связанные с безопасностью для водителя и пассажиров, а также других участников дорожного движения.

Для этого необходимо конструктивно обеспечить работоспособность, надежность устройства на протяжении всего срока эксплуатации автомобиля. К числу опасных факторов относятся:

- механическая поломка устройства. Это может создать аварийную ситуацию на дороге с тяжелыми последствиями. Для исключения этого необходимо при разработке конструкции устройства руководствоваться принятыми нормами, стандартами расчетов и проектирования. При испытаниях устройства, необходимо провести весь комплекс испытаний, включая длительные дорожные испытания на ресурс и испытания на прочностные свойства. При производстве устройства необходимо соблюдать технологические процессы и применять только одобренные материалы.

- возможное включение «не той» передачи или самовыключение передачи в процессе движения автомобиля. Необходимо выполнить полный комплекс работ по испытаниям автомобиля с устройством.

### **5.6 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Рассмотрим возможные чрезвычайные ситуации связанные с возникновением пожара, который может быть причиной как обрушения кровли, так и

взрыва. При этом поражающие факторы будут следующими: ударная (воздушная) волна с большим количеством осколков, а также тепловое и световое излучения, и как следствие – повышение концентрации угарного газа.

На рассматриваемом производстве может возникнуть ЧС как пожар с последующим обрушением здания и также с возможным взрывом.

Всегда необходимо помнить, что авария развивается поэтапно, а именно:

- 1 этап – накопление различных отклонений от нормальных процессов,
- 2 этап – начало аварии,
- 3 этап – развитие процессов аварии, во время которых, происходит воздействие на окружающую среду, объекты, людей,
- 4 этап – спасательные работы,
- 5 этап – восстановительные мероприятия после ликвидации аварии.

Одной из основных задач, является – сохранение устойчивой организации работ при возникновении чрезвычайной ситуации, что обеспечивается следующими факторами:

- 1) степень надежности по защите персонала,
- 2) способность по противостоянию поражающим факторам,
- 3) обеспечение надежного функционирования технологического оборудования, а также энергетических систем,
- 4) обеспечение постоянного снабжения (материально-технического),
- 5) уровень подготовки персонала должен обеспечивать проведение спасательных и восстановительных работ,
- 6) организация системы управления в условиях чрезвычайной ситуации.

При производственных авариях выполняются следующие работы:

- ликвидация пожара (очаговых и массовых проявлений),
- своевременное устройство барьеров на пути распространения огня,
- проведение спасательных работ – поиск пострадавших и извлечение их из под завалов, медицинская помощь пострадавших, организация эвакуации людей из зоны ЧС.

Руководитель производства при непосредственной угрозе чрезвычайной ситуации должен выполнить следующие действия:

- организует дежурную службу,
- осуществляет постоянное наблюдение за обстановкой, а также окружающей средой,
- прогнозирует развитие ситуации,
- проверяет все системы оповещения и связи,
- осуществляет мероприятия по защите людей,
- проводит подготовку возможной эвакуации людей.

Только при соблюдении всех инструкций и выполнении всех мероприятий возможно снижение травматизма и уровня профзаболеваний. Также, в этом случае, снижается негативное воздействие на окружающую среду.

### **5.7 Выводы по разделу**

В данном разделе проекта, рассматривался участок по сборке устройства. При этом были достигнуты следующие цели:

- 1) зафиксированы вредные производственные факторы, которые имеют место на сборочном производстве устройства,
- 2) определены мероприятия по снижению вредных воздействий на окружающую среду и людей, а также мероприятия по созданию безопасных условий труда.
- 3) Проведены расчеты систем вентиляции и освещения в производственном помещении по сборке устройства,
- 4) Определена категория пожароопасности – категория «Д», определено огнетушительное оборудование необходимое для производственного помещения,
- 5) Определены вредные воздействия на окружающую среду со стороны сборочного производства и процесса эксплуатации устройства в составе автомобиля,
- 6) Изучен вопрос по организации безопасности на производственном участке в случае возникновения ЧС или аварии.

## **6 Экономическая эффективность проекта**

### **6.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов**

Тележка для транспортировки спортивного болида. Устройство в виде прицепа в составе автомобиля-тягача используемое для движения в условиях городских дорог общего пользования. Предназначено для перевозки грузов с массой до 500 кг. Тележка представляет собой сварную раму, установленную на колесах, имеющую удобную рукоять для легкого перемещения и поворота. На раме размещается спортивный болид. Конструкция предусматривает специальные траверсы для заезда болида на раму своим ходом. Допускаемая скорость перемещения устройства до 50 км/ч.

Рама сваривается из труб прямоугольного профиля, швеллера, уголка горячекатаной стали и устанавливается на поворотной платформе.

Механизм ножничного типа изготавливается из стальных полос. В механизме используется поворотная платформа.

Основание рукоятки изготавливается из трубы профиля. Сама рукоять изготавливается из трубы диаметром 25 мм.

Грузовая платформа изготавливается из гнутого швеллера, уголка и листовой стали толщиной 2.5мм.

Подъемный механизм будет использоваться от автомобильного прицепа, на котором он служил механизмом опоры.

Состав тележки: основание, платформа, поворотный механизм, опоры, сцепное устройство, автомобильные колеса и шины. Погрузка - выгрузка спортивного болида производится при помощи направляющих траверс, с целью облегчения погрузки может быть предусмотрена лебедка, крепление спортивного болида осуществляется ремнями к раме. Конструкция обладает малой массой, снижает вероятность падения автомобиля с подъёмника, при этом повышает безопасность труда.

### **6.2 Исходные данные на проектный расчет**

Таблица 6.1– Расчетные параметры

Показатели	Условные» обозначен.	Ед. измер.	Значение показате- лей	
			Базов.	Проектн.
1 Годовая программа	Пг	шт	900	900
2 Время машинное (оператив- ное)	Топ	час	1	0,95
3 Норма обслуж. раб. места	а	%	8	8
4 Норма на отдых и лич. надоб.	б	%	6	6
5 Часовая тарифная ставка:	Сч	Руб/час	3р--180	3р--180
			4р--190	4р--190
			5р--200	5р--200
6 Коэф. доплат к осн. з/плате	Кд	%	1,88	1,88
7 Страховые взносы в фонды	Кс	%	30	30
8 Цена оборудования	Цоб	руб	325500	расчет
9 Коэф. на доставку и монтаж	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовая норма амор. на площ.	На	%	2,5	2,5
11 Годов. норма аморт. оборуд.	На	%	10	10
12 Площадь под оборудов.	Руд.	м <sup>2</sup>	3,05	2,97
13 Коэф. допол. площади	Кд.пл		4	4
14 Цена эл. энергии	Цэ	руб/квч	3,4	3,4
15 Цена 1м <sup>2</sup> площади	Цпл	руб/м <sup>2</sup>	4000	4000
16 Стоимость эксплуат. произ. площади	Сэксп	руб/м <sup>2</sup>	2000	2000
17 К-во рабочих на техпроцес- се	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. транс .заготов. расхо- дов	Ктз	%	1,03	1,03
19 Коэф. возврат. отходов	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. общепроиз. расходов	Копр	%	1,25	1,25
21 Коэф. общехозяйст .расх.	Кохр	%	1,6	1,6
22 Коэф. внепроизв. расходов	Квнепр.	%	0,02	0,02

### 6.3 «Расчет Фонда времени работы оборудования

#### 6.3.1 Номинальный годовой фонд времени работы оборудования

$$F_n = (D_r \cdot T_{см} - D_p \cdot T_p) \cdot C \quad (6.1)$$

где  $D_r$  - к-во рабочих дней в году;

$T_{см}$  - продолжительность смены;»

$T_p$  - К-во часов сокращения смен в предпраздничные дни;

Дп - к-во праздничных дней;

С - количество смен.

$$F_H = (255 \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 1 = 2035 \text{ час} \quad (6.2)$$

$$F_H = (255 D_p \cdot 8 T_c - 5 D_p \cdot 1 T_p) = 2035 \text{ час} \quad (6.3)$$

6.3.2 Эффективный фонд времени работы оборудования:

$$F_{\text{Э}} = F_H \cdot (1 - B/100) \quad (6.4)$$

$$F_{\text{Э}} = 2035(1 - 5/100) = 2023 \text{ час.} \quad (6.5)$$

где В – плановые потери рабочего времени. Установлен 5 %.

#### 6.4 «Расчет технологической себестоимости оборудования»

6.4.1 Расчет статьи затрат «сырье и материалы»

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot (1 + K_{\text{Тз}}/100 - K_{\text{Вот}}/100) \quad (6.6)$$

где:  $C_M$  - оптовая цена материала, руб.;

$Q_M$  - норма расхода материала;

$K_{\text{Тз}}$  - коэф. транспортно-заготовительных расходов, %;

$K_{\text{Вот}}$  - коэф. возвратных расходов, %.

Таблица 6.2 – Расчет затрат на подъемник

Наименование»	Ед. изм.	К-во	Цена	Сумма
<b>СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ</b>				
1 Рама в сборе	шт	1	2800	2800
2 Платформа в сборе	шт	1	2600	2600
3 Ступица колеса в сборе	шт	2	750	1500
4 Колесо с шиной в сборе	шт	2	2500	5000
5 Устройство сцепное	шт	1	700	700
6 Ролик в сборе	шт	2	180	360
7 Опорное устройство	шт	1	350	350
8 Крыло в сборе	шт	2	1000	2000
ИТОГО				15310
<b>ДЕТАЛИ (покупные)</b>				
1 Труба 63x63x1620	кг	1	17,2	275
2 Труба 63x45x1880	кг	1	17,2	252
3 Труба 40x25x1450	кг	1	17,2	240
4 Труба 40x25x150	кг	2	17,2	42
5 Труба 40x25x347	кг	2	13,9	104
6 Труба 40x25x150	кг	2	13,9	64
7 Кронштейн балки	шт	2	172	344

Продолжение таблицы 6.2

8 Кронштейн ступицы	шт	2	68	136
9 Ступица колеса	шт	2	280	560
10 Колесо 5,5Jx13H2	шт	2	650	1300
11 Шина 16/70R13	шт	2	1500	3000
12 Вентиль TR-413	шт	2	40	80
13 Болт крепления колеса	шт	8	35	280
14 Труба 40x25x1460	шт	1	300	300
15 Труба 40x25x1420	шт	1	100	100
16 Труба 40x25x250	шт	4	100	200
17 Труба 25x15x250	шт	8	68	544
18 Угол 25x15x560	шт	2	168	336
19 Швеллер 50x40x240	шт	2	150	600
20 Кронштейн крыла	шт	2	23	138
21 Крыло	шт	2	16	192
22 Ось ролика	шт	6	54	324
23 Труба ø22x340	шт	1	100	100
24 Труба ø22x340	шт	2	100	200
25 Опора стойки	шт	3	22	66
26 Винт М8x100	шт	3	14	42
27 Втулка	шт	3	12	36
28 Площадка	шт	1	34	34
29 Втулка	шт	1	17	17
30 Втулка	шт	1	23	23
31 Крышка	шт	1	19	19
32 Упор платформы	шт	2	72	144
Итого				10058
<b>СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ</b>				
1 Гайка м12 гост 5927-70	шт	8	5	40
2 Шайба 16 гост 101371-78	шт	8	2	16
3 Болт М14x45 ГОСТ 15589-70	шт	8	12	96
4 Гайка м14 гост 5927-70	шт	8	10	80
5 Шайба 14 гост 11371-78	шт	8	2	16
6 Болт М12x35 ГОСТ 15589-70	шт	4	10	40
7 Шайба стопорная 12 ГОСТ 5056	шт	4	2	8
8 Болт М6x25 ГОСТ 15589-70	шт	10	6	60
9 Гайка М14 гост 5927-70	шт	10	2,5	25
10 Шайба 6 ГОСТ 11371-78	шт	10	1,5	15
11 Шайба стопорная 6 ГОСТ 5056	шт	10	1,2	12
12 Гайка М16 гост 5927-70	шт	1	14	14
13 Гайка барашек гост 1595-72	шт	3	6	18
14 Пружина 18x42 гост 1714-72	шт	3	5	15
Итого				455



Продолжение таблицы 6.2

МАТЕРИАЛЫ				
1 Грунтовка ГФ-020	кг	1,5	67,4	101,1
2 Эмаль НЦ-11 гост 198-76	кг	2	126,96	253,92
итого				355,02
1 Транспортно-заготовительные	%	3	22055·3 %	662
всего				22717

Расчет статьи затрат «Заработная плата основная»

$$Z_{осн} = Z_t \cdot K_d \quad Z_t = S_{ч} \cdot T_{шт}, \quad (6.7)$$

где  $S_{ч}$  - часовая тарифная ставка, руб./час;

$T_{шт}$  - трудоемкость операции, час;

$Z_t$  - тарифная ставка, руб.;

$K_d$  - коэф. доплат к основной зарплате.

Расчет трудоемкости ( нормы штучного ) времени:

$$T_{шт} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отл} + T_{п.з.} \quad (6.8)$$

где  $T_{маш}$  - машинное время, рассчитанное по техпроцессу.

Расчет трудоемкости времени на установку оборудования, (час)

Таблица 6.3 – Расчет трудоемкости

Вид операции	$T_{маш}$	$T_{всп}$	$T_{обсл}$	$T_{отл}$	$T_{пз}$	$T_{шт}$
1 Заготовительная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
2 Сварочная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
3 Токарная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
4 Долбежная	0,5	0,05	0,05	0,025	0,005	0,63
5 Фрезерная	1	0,1	0,1	0,05	0,01	1,26
6 Сверлильная	1,5	0,15	0,15	0,075	0,015	1,89
7 Слесарная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
8 Сборочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
9 Окрасочная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
10 Отладочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
итого						47,84

Таблица 6.4 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч.-час	Часовая тарифная ставка	Зарплата по тарифу
1 Заготовительная	3»	2,52	80	201,6

Продолжение таблицы 6.4

2 Сварочная	4	5,04	90	453,6
3 Токарная	4	6,3	90	567
4 Долбежная	3	0,63	80	50,4
5 Фрезерная	4	1,26	90	113,4
6 Сверлильные	3	1,89	80	151,2
7 Слесарные	5	5,04	100	504
8 Сборочные	5	6,3	100	630
9 Окрасочные	3	2,52	80	201,6
10 Отладочные	5	6,3	100	630
итого		47,84		4410
Коэффиц. доплат к основной з/плате				1,88
Основная з/плата				8290,8

#### 6.4.2 Затраты на основную и дополнительную заработную плату

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot (К_{доп}/100) \quad (6.9)$$

где  $K_{доп}$  - коэффициент соотношения между основной и доп. з/платой, %.

$$З_{доп} = 8290,8 \cdot 10/100 = 829,08 \quad (6.10)$$

#### 6.4.3 Отчисления на социальные нужды

$$О_{сс} = ФОТ \cdot (К_{сс}/100) = (З_{осн} + З_{доп}) \cdot К_{сс}/100 \quad (6.11)$$

где  $K_{сс}$  - коэффициент отчислений на социальные нужды, (%);  
 ФОТ - фонд оплаты труда по основной и дополнительной зарплате;

$$О_{сс} = (4410 + 3880,8) \cdot 34/100 = 2818,87 \quad (6.12)$$

#### 6.4.4 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

##### а) затраты на амортизацию оборудования

$$А_{об} = Ц_{об} \cdot (Н_{а}/100) \cdot Т_{маш}/Ф_{э}, \quad (6.13)$$

где  $C_{об}$  - стоимость оборудования, применяемого при изготовлении (модернизации) оборудования (руб.);

$N_{а}$  – норма амортизации данного оборудования, %;

$T_{маш}$  – время – время работы машин и оборудования, час;

$F_{э}$  – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Таблица 6.5 – Расчет затрат на амортизацию оборудования

Вид оборудования	Цена оборуд.	Норма амортизации ( % )	Время машинное	Эффективный фонд времени	Сумма амортиз. Отчисл.
1 Аппарат для РДС	27500	20	4,0	2023	10,87
2 Токарный станок	120000	12	5,0	2023	35,59
3 Фрезерный станок	200000	12	1	2023	11,83
4 Сверл. станок	50000	12	1,5	2023	4,45
5 Слесарный инструмент	50000	10	4	2023	9,89
6 Краскопульт	10000	10	2	2023	0,99
итого	457500				73,69

б) Рээ – затраты на электроэнергию

$$Рээ = М_u \cdot Т_{маш} \cdot Ц_{ээ} / КПД \quad (6.14)$$

где  $M_u$  - установленная мощность оборудования, кВт;

«КПД - коэффициент полезного действия установки (по паспортным данным);

$Ц_{ээ}$  - стоимость 1 кВт-час электроэнергии, руб»./кВт-час.

Таблица 6.6 – Расчет затрат на электроэнергию

Вид оборудования	Установ. мощность оборудования	Время машинное	Цена эл.энергии	КПД	Затраты на эл. энергию, руб.
1 Аппарат для РДС	4,5	4,0	3,4	0,8	76,5
2 Токарный станок	8	5,0	3,4	0,8	170
3 Фрезерный станок	8	1	3,4	0,8	34
4 Сверл. станок	4	1,5	3,4	0,7	29,14
5 Слесарный инструмент	2	4	3,4	0,7	38,86
6 Краскопульт	2	2	3,4	0,7	19,43

Итого затраты на эл. энергию 367,93 руб.

Итого затраты на работу оборудования:

$$Зоб = Аоб + Рээ \quad (6.15)$$

где Аоб - затраты на амортизацию оборудования, руб.;  
Рээ - расходы на электроэнергию, руб.

$$Зоб = 73,69 + 367,93 = 441,62 \text{ «руб.} \quad (6.16)$$

6.4.5 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию производственных площадей

а)» «затраты на амортизацию производственных площадей

$$Апл = (Цпл \cdot На.пл. \cdot S \cdot T \text{ шт}) / Fэф \cdot 100 \quad (6.17)$$

где: Цпл - стоимость приобретения площадей, руб/м<sup>2</sup>;  
На.пл. – «амортизационные отчисления на эксплуатацию площадей, %»;  
Fэф - эффективный фонд времени работы оборудования, час;  
S площадь, необходимая» по техпроцессу, м<sup>2</sup>.

$$Собр. \cdot Кд.пл = 2,97 \cdot 4 = 11,88 \text{ руб/м}^2 \quad (6.18)$$

$$Апл = (4000 \cdot 2,5 \cdot 11,88 \cdot 1,62 / 2023 \cdot 100 = 0,95 \text{ руб.} \quad (6.19)$$

б) расходы на содержание и эксплуатацию площадей.

$$Рпл = Сэкср \cdot S \cdot T \text{ шт} / Fэ \quad (6.20)$$

где Рпл = 2000 · 11,88 · 1,62 / 2023 = 19,03 руб.

Итого затраты на содержание производственных площадей, руб.

$$0,95 + 19,03 = 19,98 \text{ руб.}$$

6.4.6 Технологическая стоимость изготовления устройства

$$Стех = М + Пи + Зосн + Здоп + Осс + Зоб + Зпл \quad (6.21)$$

$$Стех = 10955,77 + 31373,8 + 4410 + 3880,8 + 2818,87 + 290,08 + 19,98 = 53749,3 \text{ руб.}$$

6.4.7 Общепроизводственные расходы

$$Ропр = Зосн \cdot Копр. \quad (6.22)$$

где Копр. = 1,25 - коэффициент общепроизводственных расходов.  
Ропр. = 4410 · 1,25 = 5512,5 руб.

6.4.8 Общехозяйственные расходы

$$Рохр = Зосн \cdot Кохр, \text{ где } Кохр = 1,6 \quad (6.23)$$

$$Рохр = 4410 \cdot 1,6 = 7056 \text{ руб.}$$

6.4.9 Внепроизводственные расходы (2 % от произв. себестоимости.)

$$Р_{вн.} = 66317,8 \cdot 2/100 = 1326,36 \text{ руб.} \quad (6.24)$$

Полная себестоимость = С пр. + Р вн.

$$Спол = 53749,3 + 5512,5 + 7056 + 1326,36 = 67644,16 \text{ руб.}$$

Таблица 6.7 – Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника

Статьи затрат	Обозначение	Сумма, руб.	Уд. вес, %
1 Сырье и материалы	М	10058	16,19
2 Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	22717	46,37
3 Основная зарплата	З осн	4410	6,52
4 Дополнительная з/плата	Здоп.	3880,8	5,74
5 Отчисления на соц. нужды	Осс	2818,87	4,17
6 Затраты на использ. оборуд.	Зоб.	290,08	0,43
7 Затраты на использ. площади	Зпл	19,98	0,03
Технологическая себестоимость	Стех.	53749,3	79,45
8 Общепроизводственные расходы Ропр = Зосн · Копр = 4410 · 1,25	Ропр	5512,5	8,15
9 Общехозяйственные расходы Рохр = Зосн · Кохр = 4410 · 1,6	Рохр	7056	10,44
10 Производственная себестоимость	Спр	66317,8	98,04
11 Внепроизводственные расходы Рвн = Спр + Рвн / 100 = 164377,17 · 2 / 100	Рвн	1326,36	1,96
12 Полная себестоимость Сполн = Спр + Рвн = 164377,17 + 3287,54	Сп	67664,16	100

## 6.5 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки

### 6.5.1 Расчет штучного времени оказания услуги

$$Т_{шт} = Т_{маш} \cdot (1 + (a + б)) / 100 \quad (6.28)$$

где  $Т_{маш}$  - машинное (оперативное) время оказания услуги;

$a$  - норма времени обслуживания рабочего места, %;

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

$$Т_{шт. баз.} = 0,55 \cdot (1 + (8 + 6) / 100) = 0,55 + 1,14 = 1,69 \text{ час} \quad (6.29)$$

$$Т_{шт. расч.} = 0,48 \cdot (1 + (8 + 6) / 100) = 0,48 + 1,14 = 1,62 \text{ час} \quad (6.30)$$

### 6.5.2 Производственная программа оказания услуги

$$Пг = F_{эф} / T_{шт} = 2032 / 1,62 = 1254 \text{ ед. в год} \quad (6.31)$$

$$Пг.пред. = 2032 / 1,69 = 1202 \text{ ед. в год} \quad (6.32)$$

### 6.5.3 Расчетное количество основного технологического оборудования

$$Ноб.расч. = T_{шт} \cdot Пг / F_{эф} \cdot K_{вн} \quad (6.33)$$

где  $K_{вн}$  - коэффициент выполнения нормы, принимаем как 1 (ед.)

$$Ноб.расч. = 1,62 \cdot 1249 / 2032 \cdot 1 = 1 \quad (6.34)$$

Таким образом, принимаем количество необходимого оборудования равным 1(ед.)

### 6.5.4 Коэффициент загрузки оборудования

$$K_з = Пг.пред. / Пг.расч. \quad K_з = 1100 / 1254 = 0,88 \quad (6.35)$$

$Пг.пред. = 1100$  ед. т.е. принятая предприятием программа ниже чем возможная, возможно что нет заказов. В тоже время у предприятия имеется возможность принимать дополнительные заказы, т.е. увеличить объем услуг на имеющемся оборудовании.

$$K_з = 1100 / 1202 = 0,92 \quad (6.36)$$

Таблица 6.8 – Количество оборудования и коэффициент его загрузки

Наименование показателей	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Норма штучного времени	Тшт	1,69	1,62
2 Производственная программа	Пг	1100	1100
3 Расчет количества оборудования	Ноб.расч	1	1
4 Принятое количество оборудования	Ноб.пр	1	1
5 Коэфф. загрузки оборудования	«Кз	0,92	0,88

## 6.6 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту

### 6.6.1 Общие кап.вложения в оборудование по базовому варианту

$$K_{общ.б} = K_{об.б} = Ноб.прин \cdot Ц_{об.б} \cdot K_з.б. \quad (6.37)$$

где  $K_з.б.$  - 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.

$$\text{Цоб.б.} = \text{Сперв} - (\text{Сперв} \cdot \text{Тсл.} \cdot \text{На} / 100 \quad (6.38)$$

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

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

На - норма амортизации на реновацию оборудования, %;

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

$$\text{«Коб.б.} = 1 \cdot 130200 \cdot 0,92 = 119784 \text{ руб.}$$

а) Капитальные вложения в оборудование»

$$\text{«Коб.б.} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Сперв.} \cdot \text{Кт.з.} \cdot \text{Кз.б.} \quad (6.39)$$

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.

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 325500 \cdot 1,03 \cdot 0,92 = 308443,8 \text{ «руб.} \quad (6.40)$$

б) Капитальные вложения в дополнительные площади

$$\text{Кпл.б.} = \text{Цпл.} \cdot (\text{Спр} - \text{Сб}) \cdot \text{Кз.б.} \quad (6.41)$$

где Спр-Сб. - дополнительная площадь по базовому варианту, м<sup>2</sup>;

Цпл - стоимость приобретения площади ,руб/м<sup>2</sup>;

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

$$\text{Кобщ.б.} = 1 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,92 = 44896 \text{ руб.} \quad (6.42)$$

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 325500 + 44896 + 15422,19 = 385818,19 \text{ руб.} \quad (6.43)$$

в) Сопутствующие капитальные затраты

$$\text{Зсоп} = \text{Здем} + \text{Змонт.} \quad (6.44)$$

где Здем - затраты на демонтаж базового оборудования, руб.;

Змонт - затраты на монтаж нового оборудования, руб.

$$\text{Змонт.} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Кобщ.б.} \cdot \text{Кмонт.} / 100. \quad (6.45)$$

$$\text{Змонт} = 1 \cdot 308443,8 \cdot 5 / 100 = 15422,19 \text{ «руб.} \quad (6.46)$$

Так как по базовому варианту стенд монтируется заново, затраты на демонтаж не рассчитываются.

#### 6.6.2 Общие капитальные вложения по проектному варианту

$$\text{Кобщ.пр} = \text{Коб.пр} + \text{Кпл.пр} + \text{Зсоп.пр.} \quad (6.47)$$

$$\text{Кобщ.пр} = 30460 + (1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88) + \text{«Зсоп.пр.} \quad (6.48)$$

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

$$\text{Коб.пр.} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Сперв} \cdot \text{Кт-з} \cdot \text{Кз.пр.} \quad (6.49)$$

где Сперв - стоимость приобретения нового оборудования;

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

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

$$\text{Коб.пр} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 \cdot 0,88 = 27608,94 \text{ «руб.} \quad (6.50)$$

##### б) капитальные вложения в дополнительные площади

$$\text{Кпл.пр.} = \text{Цпл} \cdot (\text{Спр} - \text{Сб}) \cdot \text{Кз.пр.} \quad (6.51)$$

где Спр-Сб—дополнительная площадь по проектному варианту, м<sup>2</sup>;

Цпл - стоимость приобретения площади, руб/м<sup>2</sup>;

Кз.пр. - коэффициент загрузки по проектному варианту.»

Подъемник занимает несколько меньшую площадь, чем по базовому, дополнительных вложений в производственные площади не рассчитываем.

$$\text{Кпл.пр} = 1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88 = 41817,6 \text{ руб.} \quad (6.52)$$

$$\text{Коб.пр.} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 + 41817,6 + 2671,2 = 75862,6 \text{ руб.} \quad (6.53)$$

##### в) Сопутствующие капитальные затраты

$$\text{Зсоп.} = \text{Здем} + \text{Змонт} \quad (6.53)$$

где Здем - затраты на демонтаж базового оборудования, руб.;

Змонт - затраты на монтаж нового оборудования, руб.

$$\text{Змонт} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Кобщ.пр.} \cdot \text{Кмонт} / 100 \quad (6.54)$$

(эл.монтажные, слесарные, сборочные, отладочные работы при монтаже)



$$Z_{\text{монт}}=907,2+504+630+630=2671,2 \text{ руб.} \quad (6.55)$$

Так как по проектному варианту устройство монтируется заново на демонтаж затраты не рассчитываем, а монтаж включен в себестоимость изготовления.

#### 6.6.3 Дополнительные капитальные вложения

$$K_{\text{доп}}= K_{\text{общ.пр.}}- K_{\text{общ.б.}} \quad (6.56)$$

где  $K_{\text{общ.пр.}}$ ,  $K_{\text{общ.б.}}$  –общие капитальные вложения по проектному и базовому вариантам соответственно.

Дополнительных вложений нет, т.к. изготовление экономичней закупки готового нового.

#### 6.6.4 Удельные капитальные вложения

$$K_{\text{уд}}= K_{\text{общ.}}/P_{\text{г}} \quad (6.57)$$

$$K_{\text{уд.б.}}= 385818,19 / 1100= 350,74 \text{ руб.} \quad (6.58)$$

$$K_{\text{уд.п.}}=112152,96 / 1100= 101,96 \text{ руб.} \quad (6.59)$$

где  $P_{\text{г}}$  - производственная (годовая) программа оказания услуг, шт/год.

Таблица 6.9 – Расчет капитальных вложений по вариантам

Наименование	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Общие капвложения в оборудование» с учетом ТЗР(3%)	325500	67664,16
2 «Сопутствующие капвложения по проектному варианту	15422,19	2671,2
3 Затраты на производственную площадь, занятую оборудованием	44896	41817,6
4 Общие капвложения»	385818,19	112152,96
5 Удельные капвложения	350,74	101,96

### **6.7 Расчет технологической себестоимости эксплуатации базового и проектируемого оборудования при оказании услуг**

Расчет проведем для наглядности в форме таблицы 6.10.

Таблица 6.10 - Расчет технологической себестоимости

Наименование показателя	Формулы и расчеты	Значения по вариантам	
		Базов.	Проект.
1 Затраты на материалы	Так как по базовому и проектному варианту применяются одинаковые расходные материалы, расчет на материалы при эксплуатации подъемника не производим		
2 Основная зарплата рабочих	$Z_{осн} = S_{ч} \cdot t_{шт} \cdot K_d$ $Z_{осн.б} = 200 \cdot 1,69 \cdot 1,88$ , где 200 это ставка 5 разряда. $Z_{осн.пр.} = 200 \cdot 1,62 \cdot 1,88$	635,44	609,12
3 Дополнительная зарплата	$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot (K_{доп} / 100)$ $Z_{доп.б} = 635,44 \cdot (10 / 100)$ $Z_{доп.пр.} = 609,12 \cdot (10 / 100)$	63,5	60,9
4 Отчисления на соц. нужды	$O_{сс} = \Phi O T \cdot K_{с} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot K_{сс}$ $O_{ссб} = (635,44 + 63,5) \cdot 0,3$ $O_{сспр} = (63,5 + 60,9) \cdot 0,33$	209,7	201
<b>5 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и производ. площадей</b>			
5.1 Амортизация оборудования	$A_{об} = (Ц_{об} \cdot N_{а} \cdot T_{маш}) / F_{э} \cdot 100$ $A_{об.б} = (325500 \cdot 10 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100$ $A_{об.пр} = (67664,17 \cdot 10 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100$	27,19	5,41
5.2 Расход на эл. энергию	$R_{ээ} = M_{у} \cdot T_{маш} \cdot Ц_{ээ} / K_{ПД}$ В связи с тем, что электродвигатель половину времени работает в режиме генератора, то принимаем расход электроэнергии равным 0	0	0
5.3 Амортизация площади	$A_{пл} = (Ц_{пл} \cdot N_{а.пл} \cdot S \cdot T_{шт}) / F_{э} \cdot 100$ $A_{пл.б} = (4000 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100$ $A_{пл.пр} = (4000 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100$	1,02	0,95
5.4 Расходы на содержание и эксплуатацию площади	$R_{пл} = C_{эсп} \cdot S \cdot T_{шт} / F_{э}$ $R_{пл.б} = 2000 \cdot 12,2 \cdot 1,69 / 2023$ $R_{пл.пр} = 2000 \cdot 11,88 \cdot 1,62 / 2023$	20,38	19,03
5.5 Затраты на текущий ремонт оборудования	$R_{роб.} = N_{об} \cdot Ц_{об} \cdot K_{з} \cdot T_{шт} \cdot K_{р} / \Phi_{э} \cdot 60 \cdot K_{вн}$ $R_{р.об.б} = 1 \cdot 325500 \cdot 0,75 \cdot 1,69 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1$ $R_{р.об.пр} = 1 \cdot 67664,17 \cdot 0,75 \cdot 1,62 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1$	61,18	12,19

Продолжение таблицы 6.10

5.6 Расходы на топливо при горячей обкатке	Принимаем расход топлива-4 литра при средней цене 40 руб.за литр	160	160
Технологическая себестоимость		1178,4	1068,6

**6.8. «Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги**

Таблица 6.11 – Себестоимость эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

Статьи затрат	Калькуляция, руб.»	
	базовый	проектный
1 Материалы	нет	нет
2 Основная зарплата рабочих	635,44	609,12
3 Дополнительная зарплата рабочих	63,5	60,9
4 Отчисления на соц.нужды	209,7	201
5 Расходы на содержание оборудования и производственных площадей	209,77	137,58
6 Технологическая себестоимость	1178,4	1068,6
7 Общехозяйственные расходы $Р_{опр}=З_{осн} \cdot К_{опр}(1,25)= 635,44 \cdot 1,25$	794,3	761,4
8 Общехозяйственные заводские накладные расходы $Р_{охр}=З_{осн} \cdot К_{охр}(1,6)$	1016,7	974,6
9 Производственная себестоимость $С_{пр}=С_{тех}+Р_{опр}+Р_{охр}$	2989,4	2804,6
10 Внепроизводственные расходы $Р_{вн}=С_{пр} \cdot К_{внепр}(2\%)$	59,8	56,1
11 Полная себестоимость: $С_{полн}=С_{пр}+Р_{вн}$	3049,2	2860,7
12 Прибыль предприятия $ПР=С_{полн} \cdot К_{пр}(15\%)$	457,4	429,1
13 Цена услуги $С_{полн}+ ПР$	3506,6	3289,8

**6.9 Расчет показателей экономической эффективности новой техники**

6.9.1 Показатель снижения трудоемкости:  $t_{шт.баз}-t_{шт.пр.}/t_{шт.баз} \cdot 100$   
 $(1,69-1,62)/ 1,69 \cdot 100=4,14 \%$  (6.60)

### 6.9.2 Показатель снижения технологической себестоимости

$$\text{Стех}=(\text{Стех.в.}-\text{Стех.пр.})/\text{Стех.в}\cdot 100\% \quad (6.61)$$

$$(1178,4-1068,6)/1178,4 \cdot 100\%=9,3 \%$$

### 6.9.3 «Условно-годовая экономия

$$\text{Эуг}=(\text{Цбаз.}-\text{Цпр})\cdot \text{Пг} \quad (6.62)$$

$$\text{Эуг}=(3506,6-3289,8) \cdot 1100=238480 \text{ руб.} \quad (6.63)$$

где Цбаз и Цпр - цена услуги по базовому и проектному вариантам соответственно.

Ожидаемая прибыль от услуг»:  $429,1 \cdot 1100=472010$  «руб.

### 6.9.4 Годовой экономический эффект

Экономия от снижения затрат на покупку оборудования:»

$$\text{Эг}=(\text{Зпрб}-\text{Зпр.п})=385818,19-112152,96=274794 \text{ «руб.} \quad (6.64)$$

### 6.9.5 Срок окупаемости капитальных вложений

Определение срока окупаемости капвложений (инвестиций):

$$\text{Ток}=\text{Кобщ}/\text{Пр.чист}\text{»}=112152,96 / 472010=0,23 \text{ «года} \quad (6.65)$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$\text{Еср}=1/\text{Ток.}=1/0,23=4,2 \quad (6.66)$$

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

$$\text{Ен}=0,33$$

$\text{Еср}\text{»}=4,2$ ; т.е. выше, чем допустимые параметры значит мероприятие эффективно. Срок окупаемости мероприятия составляет менее 1 года, по нормативу он составляет 3 года.

Выводы: Внедрение устройства показывает, что себестоимость работ на проектируемом оборудовании на 9,3 % ниже, чем на существующем. Возможность снижения стоимости предлагаемой услуги повышает конкурентоспособность на рынке услуг, а также позволяет предприятию привлекать дополнительное «количество клиентов. Одновременно улучшаются условия работы рабочих. Кроме того, у предприятия имеется возможность увеличения производственной программы с 1100 до 1200 ед. в год, т.е. у предприятия имеется запас прочности».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта стала разработка устройства для транспортировки спортивного болида. За основу принят автомобиль «Формула Студент», изготовленный в 2015 году и в настоящее время являющийся прототипом.

В первой главе проекта был выполнен анализ действующих конструкций автомобилей разных производителей, определены тенденции современного автомобилестроения в части механических трансмиссий и требований к ним. Выявлено, что современная тенденция – это применение шестиступенчатых коробок передач, что позволяет существенно улучшить топливную экономичность автомобиля и помогает вписываться во все более ужесточающиеся нормы по выбросу углекислого газа. В связи с этим был определен путь модернизации коробки передач, а именно применение шестой передачи в базовой коробке передач.

Во второй главе проекта выполнен тяговый расчет автомобиля с базовой коробкой передач, определены динамические и экономические качества автомобиля. Выявлено, что в варианте использования 5-ти ступенчатой коробки передач, пятая передача является скоростной, то есть максимальная скорость развивается автомобилем на 5 передаче, в связи с чем не реализован экономичный режим движения автомобиля. Для решения этой задачи был подобран ряд передаточных чисел для 6 скоростного исполнения коробки передач. При этом были внесены изменения в передаточное число второй передачи с 1,95 до 2,10, что позволило улучшить динамические свойства автомобиля. Также было подобрано передаточное число шестой передачи – 0,692. Проведенный проектный тяговый расчет автомобиля для 6-ти ступенчатой коробки передач показал существенное улучшения экономичности на 0,7 л на 100 км пробега при движении со скоростью 100 км/ч.

В третьей главе разработано устройство для перемещения спортивного автомобиля. Прицеп должен применяться для транспортировки спортивного болида при подготовке спортивных соревнований.

В четвертой главе рассмотрен вопрос технологии транспортировки спортивного болида, определены параметры технологического процесса, определено время для всех технологических операций.

В пятой главе рассмотрены вопросы организации безопасных условий труда на производственном участке сборки устройства для транспортировки спортивного болида, выявлены вредные факторы и предложены меры по устранению этих факторов в воздействии на человека.

В шестой главе проведен экономический расчет предлагаемого технического решения. Определен положительный эффект от внедрения предлагаемого проекта.

Таким образом, выполненная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к дипломным проектам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тверитнев, М.В. Англо-русский и русско-английский автомобильный словарь / М.В. Тверитнев.–М. : РУССО, 2001. – 492 с.
2. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин. - М.: Машиностроение, 1984. 376 с.
3. Гришкевич, А.И. Справочник. Проектирование трансмиссий автомобиля / А.И. Гришкевич. -М., “Машиностроение“ , 1984.
4. Бакфиш, К. Новая книга о шинах / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 163 с.
5. Кравец, В.Н. Теория автомобиля / В.Н. Кравец. – Нижний Новгород : НГТУ, 2007. – 30 с.
6. Запорожцев, А.В. Износ шин и работа автомобиля / А.В. Запорожцев, Е.В. Кленников. – М. : НИИ информации автомоб. промышленности, 1971. – 52 с.
7. Павлов, В.П. Автомобильные эксплуатационные материалы / В.П. Павлов, П.П. Заскалько. – М. : Транспорт, 1982. – 208 с.
8. Балабин И.В. Испытания автомобилей / И.В. Балабин. – М. : Транспорт, 1988. – 152 с.
9. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.
10. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.
11. Капрова, В.Г. «Технико – экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений». Уч. – методическое пособие / В.Г. Капрова. – Тольятти : ТГУ, 2017 – 50 с.
12. Васильев, Н.М. Автомобильный транспорт: организация и эффективность / Н.М. Васильев, Н.Н. Хмелевский, Г.И. Чанов-Чернис. – М. : Транспорт, 1985. – 208 с.

13. Якубовский, Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Ю. Якубовский. – М. : Транспорт, 1979– 198 с.
14. Долина, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие / П.А. Долина. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
15. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч. – методическое пособие / Л.Н. Горина. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 33 с.
16. Lawrence, V. The translation studies reader / V. Lawrence. – NY. : University of New York, 2000. – 221 p.
17. William, C.O. Clutches and Brakes / C.O. William. – Boca Raton : CRC Press, 2004. – 300 p.
18. Reza, N.J. Vehicle Dynamics: Theory and Application / N.J. Reza. – Chicago : Mechanical engineering, 2008. – 100 p.
19. Shaver, R. Manual transmission clutch systems / R. Shaver. – Glasgow : Society of Automotive Engineers, 1997. – 191 p.
20. Thomas, D.G. Fundamentals of Vehicle Dynamics / D.G. Thomas. – Michigan : University of Michigan, 1992. – 151 p.
21. Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учеб. пособие / В. М. Виноградов, А. А. Черепашин, В. Ф. Солдатов. - Москва : ИНФРА-М , 2016. - 346 с. : ил.
22. Виноградов, В. М. Технологические процессы автоматизированных производств : учебник / В. М. Виноградов, В. В. Клепиков, А. А. Черепашин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М , 2017. - 272 с. : ил.
23. 19. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с. : ил.
24. Диагностирование автомобилей : практикум : учеб. пособие для вузов / А. Н. Карташевич [и др.] ; под ред. А. Н. Карташевича . - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 207 с. : ил.



# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			19.ДППЗА.245.61.00.000СБ	Сборочный чертеж		
A4			19.ДППЗА.245.61.00.000ПЗ	Пояснительная записка		
<i>Сборочные единицы</i>						
Б4	1		19.ДППЗА.245.61.00.01.00	Рама в сборе	1	
Б4	2		19.ДППЗА.245.61.00.02.00	Платформа в сборе	1	
Б4	3		19.ДППЗА.245.61.00.03.00	Ступица колеса в сборе	2	
Б4	4		19.ДППЗА.245.61.00.04.00	Колесо с шиной в сборе	2	
Б4	5		19.ДППЗА.245.61.00.05.00	Устройство сцепное	1	ТК-175
Б4	6		19.ДППЗА.245.61.00.06.00	Ролик в сборе	4	
Б4	7		19.ДППЗА.245.61.00.07.00	Опорное устройство	3	
Б4	8		19.ДППЗА.245.61.00.08.00	Крыло в сборе	2	
<i>Детали</i>						
	11		19.ДППЗА.245.61.01.011	Труба 63x63x1620 ГОСТ 380-75	1	
	12		19.ДППЗА.245.61.01.012	Труба 63x45x1880 ГОСТ 380-75	1	
	13		19.ДППЗА.245.61.01.013	Труба 40x25x1450 ГОСТ 380-75	1	
	14		19.ДППЗА.245.61.01.014	Труба 40x25x150 ГОСТ 380-75	2	
	15		19.ДППЗА.245.61.01.015	Труба 40x25x347 ГОСТ 380-75	2	
	16		19.ДППЗА.245.61.01.016	Труба 40x25x150 ГОСТ 380-75	2	
	17		19.ДППЗА.245.61.01.017	Кронштейн балки	2	
	18		19.ДППЗА.245.61.01.018	Кронштейн ступицы	2	
19.ДППЗА.245.61.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Бяшимов				Лит.	Лист
Проб.	Турбин					1
Исполн.	Егоров				Листов	
Утв.	Бабровский				3	
Устройство для транспортировки спортивного болида					ТГУ ИМ гр. АТ-1402	
Копировал					Формат А4	





