

АННОТАЦИЯ

Обоснование инвестиций в организацию производства спортивно-гоночных автомобилей класса "Формула Студент". Выпускная квалификационная работа. Тольяттинский Государственный Университет, 2017.

Описана технология изготовления трубчатой рамы гоночного болида класса "Формула Студент". Разработаны общие требования, используемые при моделировании рамной конструкции.

Представлен бизнес-план по запуску производства автомобилей с объемом выпуска 100 единиц в год. Расчеты выполнены для применения в соревнованиях «Формула Студент».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 78 страниц, содержащей 13 таблиц, 35 рисунков и графической части, содержащей 7 листов.

ABSTRACT

Formula Student is a challenge for students from different universities to conceive design, fabricate, develop and compete with small formula style vehicles. The competitions consist of two parts: static and dynamic. This graduation work deals with disciplines included in the static part.

In this graduation work the tubular frame manufacturing process was described on basis of the Formula Student racing car. The general requirements, used for tubular frame modeling, were developed.

The jigging for tubular frame was developed and its optimization was held in order to achieve the best characteristics of the product. The research was conducted using Autodesk software package.

This work also contains the business-plan for Formula Student start-up production aiming to produce 100 vehicles per year. These calculations are made for Formula Student competitions, as the business presentation is the one of the disciplines included in the static part of the competitions. Methods for calculations used in business logic case, as well as calculations of break-even point and return on investment coefficient were suggested.

Process list and specification were developed to detail the manufacturing process. The graduation work consists of an explanatory note on 78 pages, containing 13 tables, 35 pictures and the graphic, 3 appendices and a graphic part including 7 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	6
1.1 Описание участия в FSAE	6
1.2 Существующие требования к конструкции и технологии сборки.....	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
2.1 Разработка конструкции рамы гоночного болида	15
2.2 Разработка технологического процесса сборки.....	21
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ.....	27
4 ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СТАПЕЛЯ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	30
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ.....	35
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	42
6.1 Общие положения	42
6.2 Концепция бизнес-плана	42
6.3 Анализ рынка.....	45
6.4 Характеристики продукта	47
6.5 Процесс производства и операционный план	48
6.6 Финансы	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ	65

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди университетов со всего мира проект «Формула Студент» является одним из самых популярных направлений. В ходе проекта командам необходимо спроектировать и собрать гоночный автомобиль, с которым впоследствии они примут участие в соревнованиях, состоящих как из динамических дисциплин, так и из статических.

Одной из статических дисциплин соревнований является бизнес-презентация, где студентам необходимо предоставить проект про реализации производства, предложить его инвесторам и указать на экономическую эффективность.

Цель работы: обеспечить экономическую эффективность проекта «Формула Студент».

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Описание участия в FSAE

Серия соревнований Formula SAE предоставляет университетским командам, состоящих из студентов и магистрантов своеобразную задачу: спроектировать, сконструировать и посоревноваться на созданных ими автомобилях для автокросса формульного типа. Чтобы предоставить командам максимальную свободу выражения своего воображения и творческих способностей, на общую конструкцию и компоновку автомобиля накладывается небольшое количество ограничений. Задачей для команд является моделирование и сборка автомобиля, который сможет успешно выступить во время всех дисциплин соревнований, указанных в регламенте FSAE. Для команд данные соревнования - это возможность посоревноваться с университетскими командами со всего мира, а также показать и доказать свои инженерные навыки и творческие способности [1].

Одна из целей соревнований Formula SAE - создание воображаемого производства. Необходимо представить, что вы работаете на какую-либо производственную фирму или конструкторскую компанию, которая планирует выпустить на рынок смоделированный, изготовленный и собранный вами прототип гоночного болида.

В ходе соревнований проходит серия статических и динамических дисциплин, во время которых судьи оценивают созданный вами автомобиль. В статические дисциплины входят такие направления как бизнес-презентация, отчет о стоимости и защита конструкции. Динамические дисциплины состоят из нескольких серий заездов, оценивающие ускорение, маневренность и выносливость вашего болида. Чтобы получить допуск к динамическим дисциплинам, необходимо пройти техническую инспекцию [2].

Официальным языком соревнований является английский. Вся запрашиваемая документация и информация предоставляется на английском

языке. Защиты во время соревнований также проходят на английском. Обсуждения на английском языке допустимы в любых соревнованиях серии.

Главная идея соревнований - дать студентам площадку для практики и применения знаний, полученных в теории, на практике. По окончанию университета большинство участников данных соревнований становятся грамотными специалистами в своей сфере, благодаря знаниям, полученным во время работы над проектом.

1.2 Существующие требования к конструкции и технологии сборки

1.2.1 Общие требования к конструкции

Автомобиль класса "Формула Студент" должен иметь четыре "открытых колеса", которые должны располагаться не на прямой линии. Это означает, что:

- если смотреть на вид сверху, то должны быть видны верхние 180 градусов колес;
- ничто не должно перекрывать колеса с боков;
- "свободные" зоны изображены на рисунке. Части гоночного болида не должны входить в "зеленую зону" в боковой вертикальной проекции, когда колеса расположены «прямо». Данная зона ограничена 2 линиями, которые вертикально проходят через точки, расположенные на расстоянии равном 75 мм сзади и спереди внешнего диаметра задних и передних шин. Эта зона начинается от плоскости колеса, расположенной с внутренней части стороны автомобиля и заканчивается плоскостью колеса с внешней стороны (рисунок 1.1);
- колеса должны соответствовать определенным размерам, указанным в регламенте FSAE.

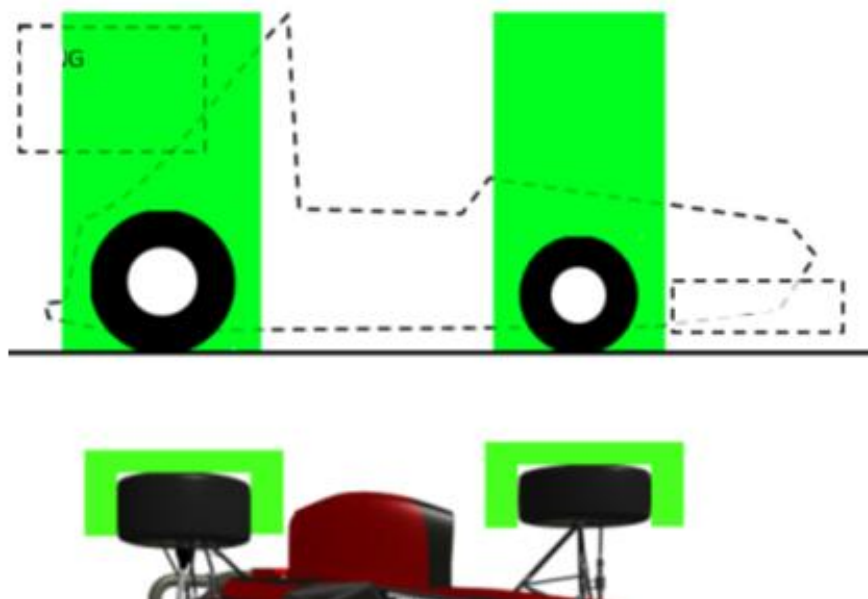


Рисунок 1.1 – «Зеленая зона»

1.2.2 Колесная база и колея

Минимальный размер колесной базы болида- 1525 мм. Колесная база измеряется от центра соприкосновения передних и задних шин землей. При измерении базы колёса автомобиля стоят ровно, без поворота (рисунок 1.2) [3].

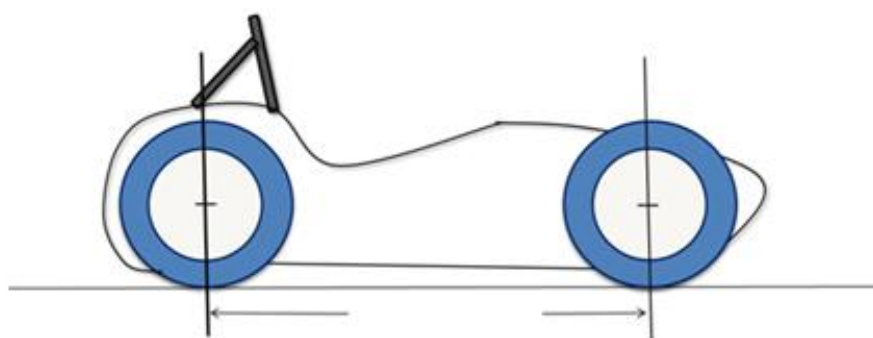


Рисунок 1.2 – Измерение колесной базы

Ширина наибольшей колеи болида не должна превышать 15% наименьшей колеи.

1.2.3 Требования к трубам

Основная конструкция гоночного болида должна быть изготовлена из:

— круглых, легированных или углеродистых стальных труб.

Минимальные размеры труб приведены в таблице 1.1;

— разрешенных альтернативных материалов.

Таблица 1.1 – Минимальные требования к трубам [4]

Наименование трубы	Размеры и толщина стенки
Передняя и главная дуги; Дуга для крепления плечевых ремней	Сечение: круглое. Размеры: 25 мм в диаметре, толщина стенки 2,5 мм
Боковая конструкция; Передняя перегородка; Распорки передней и главной дуг; Места для крепления ремней безопасности (за исключением плечевых ремней).	Сечение: круглое или квадратное. Размеры для круглого сечения: - диаметр 25 или 25,4 мм. - толщина стенок 1,75 или 1,6 мм соответственно. Размеры квадратного сечения: 25 на 25 мм, толщина стенок 1,2 мм.
Опоры передней перегородки; Поддержка распорок главной дуги; Распорки дуги для крепления плечевых ремней.	Сечение: круглое. Размеры 25 или 26 мм с толщиной стенок 1,5 или 1,2 мм соответственно.
Согнутый верхний элемент боковой структуры.	Сечение: круглое. Размеры: 35 мм в диаметре, толщина стенки 1,2 мм.

В данной таблице представлены минимальные требования к трубам. Ваши значения могут отличаться от данных, но не могут быть меньше, указанных в таблице 1.1.

1.2.4 Главная дуга и ее распорки

— Главная дуга болида должна быть сделана из трубы, которая соответствует правилам, описанным в таблице 1.1. Она должна быть сплошной, замкнутой, изготовленной из стали. При изготовлении главной дуги запрещены композитные материалы, а также нельзя использовать титановые сплавы и алюминиевые сплавы;

— главная дуга должна соединять два нижних участка рамы, проходя через верх, то есть, поднимаясь из одного участка, поднимаясь сверху и опускаясь в нижний участок на другой стороне рамы;

— если посмотреть на автомобиль сбоку, то часть главной дуги, которая лежит над точкой, где она крепится к основным компонентам рамы (точки крепления к верхней части боковой конструкции), не должна быть отклонена более чем на 10 градусов от вертикали;

— в этой же проекции, там, где к основной структуре рамы крепятся изгибы дуги, обязательно должны быть распорки, которые должны быть изготовлены из материалов, описанных в таблице выше. Распорки соединяются главную дугу с узлом на основной конструкции рамы;

— часть главной дуги, которая расположена ниже точки, где крепится верхний элемент боковой структуры, может отклоняться на любой угол. При отклонении назад угол не должен превышать 10 градусов;

— при виде спереди, вертикальные элементы данной дуги должны быть расположены на расстоянии как минимум 380 мм, считая от места крепления дуги к нижним элементами основной конструкции рамы.

Подробнее о распорках:

— распорки данной дуги должны быть расположены с обеих сторон автомобиля (левой и правой);

— распорки должны располагаться в той же стороне, в которую наклонена главная дуга. При наклоне вперед - спереди, при наклоне назад – сзади;

— минимальный угол между распоркой и главной дугой равняется 30 градусам. Если через верхнюю точку дуги провести плоскость, то распорка должна располагаться на расстоянии, не превышающем 160 мм от этой плоскости;

— распорки не могут изгибаться, то есть должны идти по прямой линии;

— если к распоркам главной дуги прикреплен какой-либо другой элемент, не относящийся к основной структуре, то он должен поддерживаться

дополнительными распорками, чтобы предотвратить нагрузки смещения при перевороте автомобиля;

— конечная часть распорок должна иметь опору, соединяющая их с главной дугой посредством двух элементов: верхним и нижним. Одни из элементов крепится в точке схождения верхнего элемента основной конструкции и главной дуги. Другой - там, где главная дуга соединяется с нижней частью основной конструкции.

1.2.5 Передняя дуга и ее распорки

— Передняя дуга болида должна быть сделана из трубы, соответствующей правилам, описанным в таблице 1.1. Она должна быть стальной, замкнутой;

— передняя дуга должна соединять два нижних участка рамы, проходя через верх, то есть, поднимаясь из одного участка, постилаясь сверху и опускаясь в нижний участок на другой стороне рамы;

— если правильно закрепить треугольники или косынки, то можно изготовить переднюю дугу из нескольких труб;

— при поворачивании руля на любой угол, верхняя поверхность дуги должна находиться выше его;

— максимальное расстояние от передней дуги до руля составляет 250 мм, измеряя по горизонтали от задней поверхности дуги;

— передняя дуга не может отклоняться более чем на 20 градусов.

Подробнее о распорках:

— распорки этой дуги должны быть сделаны из труб, соответствующих правилам, описанным в таблице 1.1;

— распорки данной дуги должны быть расположены с обеих сторон автомобиля (левой и правой);

— если через верхнюю точку дуги провести плоскость, то распорка должна располагаться на расстоянии, не превышающем 50,8 мм от этой плоскости;

- распорки не могут изгибаться, то есть должны идти по прямой линии;
- данные распорки необходимо для защиты ног водителя, находящегося внутри автомобиля. Распорки должны начинаться на передней дуги и заканчиваться на передней перегородке;
- если передняя дуга будет наклонена вперед более чем на 10 градусов, она должна поддерживаться распорками, направленными назад.

1.2.6 Передняя перегородка и ее опоры

- Руководствуясь регламентом, трубы перегородки должны быть замкнутыми и стальными[5];
- Перед передней перегородкой не должно располагаться никаких хрупких объектов, например, аккумуляторов, тормозного цилиндра и так далее;
- Чтобы определить, где должна располагаться передняя перегородка, необходимо посадить водителя в машину и поставите его ноги на педали, но не нажимать на них. Ноги должны оказаться сзади передней перегородки, то есть не входить в ее плоскость. При регулируемых педалях - их необходимо установить в максимально отдаленное положение.

Подробнее об опорах перегородки:

- данная перегородка должна быть очень прочно зафиксирована в раме болида;
- Опора передней перегородки на переднюю дугу должно осуществляться с помощью как минимум 3 элементов: нижнего, диагонального и верхнего. В итоге должна сформировать треугольная структура: нижний элемент закрепляется в основании перегородки и передней дуги; верхний - на расстоянии не более 50 мм. от верха передней перегородки и в диапазоне от -50 до 100 мм., считая от точки верхней боковой конструкции. В ином случае - необходима треугольная распорка для переноса и передачи нагрузки.

1.2.7 Боковая конструкция

Требования к боковой конструкции рамы, изготовленной из труб:

— данная конструкция состоит как минимум из трех элементов, которые располагаются по бокам от водителя, занимающего положение готовое к гонке (рисунок 1.3);

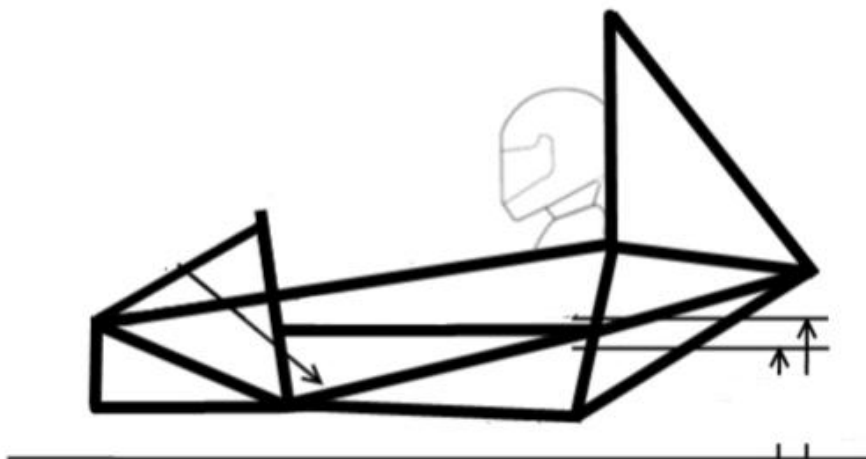


Рисунок 1.3 – Боковая структура трубчатой рамы [4]

В данном примере боковая структура состоит из верхнего, нижнего и диагонального элементов. Самая верхняя труба не является элементом боковой конструкции - это распорка передней дуги.

— данная структура должна изготавливаться из материалов, указанных в таблице 1.1;

— данная структура может быть сделана из нескольких секций, то есть иметь более 3 труб, но в этом случае необходимо верно располагать косынки;

— верхний элемент боковой структуры соединяет основные дуги и находится на расстоянии 300-350 мм над землей. Необходимо также учесть вес водителя, находящегося в автомобиле в полной экипировке (≈ 77 кг.). Данный элемент также может выступать в виде верхнего лонжерона, если будет соответствовать всем необходимым требованиям;

— нижний элемент боковой проекции соединяет нижние точки основных дуг, а также может быть использован в качестве нижнего лонжерона при соответствии всем необходимым требованиям;

— диагональный элемент проведен из точки соприкосновения верхнего элемента с главной дугой до точки соприкосновения нижнего элемента с передней дугой.

1.2.8 Крепления

— Все резьбовые крепёжные детали, использованные в конструкции кабины и ремней безопасности должны соответствовать или превосходить класс SAE 5, класс 8.8 и/или спецификации AN/MS;

— Запрещено использование винтов и болтов с полукруглой, потайной, плоскоконической, плоской или круглой головкой. Допускается использование самонарезающих винтов и болтов с шестигранным углублением (с головкой под торцовый ключ/с шестигранным отверстием) в следующих позициях:

— крепления (присоединения) основной структуры,

— крепления аттенюатора,

— крепление ремней безопасности;

— Крепёжные элементы, используемые в основной конструкции, должны иметь отношение расстояния до кромки (e/D) не менее 1,5. Где "D" – это диаметр отверстия. "e" – расстояние от оси отверстия до ближайшей кромки. Любые выступы, соединяющие элементы подвески и основную конструкцию, не обязаны соответствовать этому правилу.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка конструкции рамы гоночного болида

Разработка конструкции рамы начинается с определения базовых расстояний и точек, от которых впоследствии будет проектироваться рама. Одним из таких расстояний является колесная база, которая, согласно регламенту, не должна быть меньше 1525 мм, максимальная длина не ограничена. Но чем длиннее колесная база, тем меньше маневренности будет у автомобиля. Колёсная база болида «Black Bullet» составила 1550 мм, данное расстояние обеспечивает необходимую маневренность. После того, как определилось расстояние колесной базы, задаются оси шин, от которых с помощью программы ANSYS, методом конечных элементов, рассчитываются точки подвески, в которых потом сходятся дуги и трубы рамы [6].

Рама гоночного болида класса "Formula Student" состоит из нескольких основных элементов, первым из которых является передняя перегородка. Ее размеры ограничены размерами аттенюатора. Передняя перегородка защищает ноги водителя, а также определяет переднюю плоскость для основных компонентов рамы. В нашем случае передняя перегородка имеет размеры 415 на 410 мм (рисунок 2.1). По требованиям регламента, при выходе передней перегородки более чем на 25 мм за пределы аттенюатора, требуется диагональная распорка. Так как в конструкции автомобиля используется шаблон классического аттенюатора, то в переднюю перегородку вварена необходимая диагональная распорка[4]. Передняя перегородка изготовлена из 4 замкнутых труб диаметром 25 мм. Диагональная распорка выполнена из стальной трубы такого же диаметра.

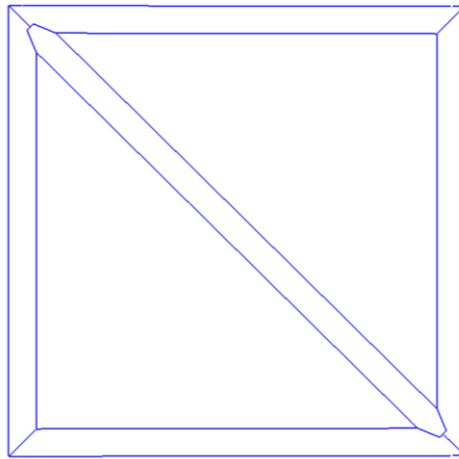


Рисунок 2.1 – Передняя перегородка

Передняя перегородка должна опираться на переднюю дугу посредством как минимум трех элементов рамы с каждой стороны болида: верхнего, нижнего и диагонального, чтобы соблюдался принцип триангуляции (рисунок 2.2).

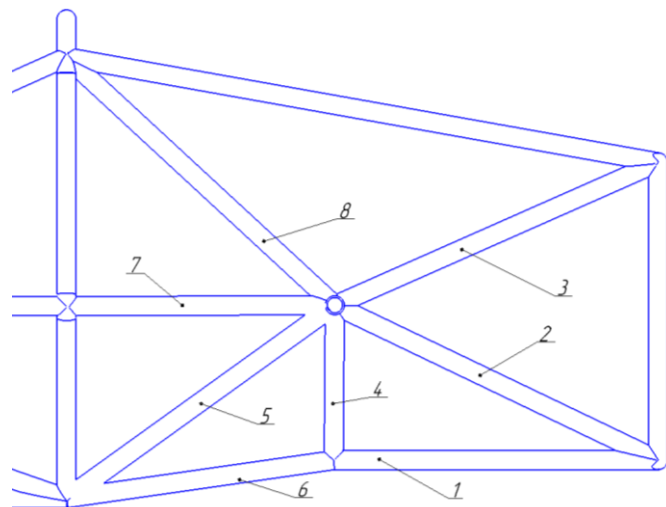


Рисунок 2.2 – Опоры передней перегородки

Следующим основным компонентом рамы гоночного болида является передняя дуга. Данная дуга изготовлена из сплошной стальной трубы диаметром 25 мм и толщиной стенок 2,5 мм. Длина передней дуги болида составляет 1460 мм. Угол отклонения дуги от вертикали составляет 0 градусов. Так как дуга не наклонена ни назад, ни вперед, то наличие распорок необязательно. Но для того,

чтобы обеспечить максимальную жесткость, передняя дуга поддерживается как передними, так и задними распорками (рисунок 2.3).

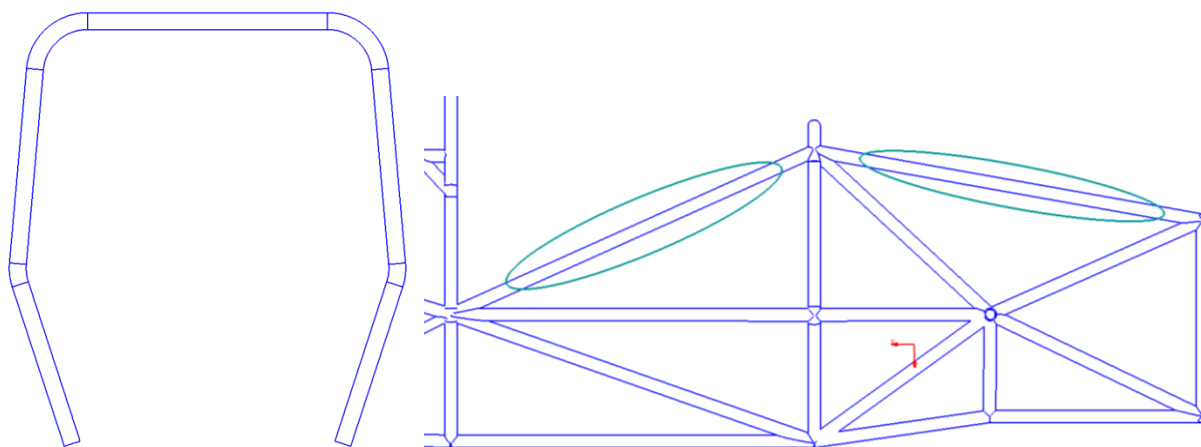


Рисунок 2.3 – Передняя дуга и распорки передней дуги

Распорки расположены спереди и сзади передней дуги по левой и правой стороне автомобиля. Распорки выполнены из стальных труб диаметром 25 мм и толщиной стенок 2,5 мм.

Следующий элемент конструкции автомобиля - боковая или же защитная структура (рисунок 2.4), которая создается методом триангуляции. Данная структура должна состоять как минимум из трех труб. В данной конструкции нижний элемент боковой структуры (позиция 1) соединяет нижнюю часть главной и передней дуг, верхний элемент (позиция 3) соединяет переднюю и главную дуги, а диагональный элемент (позиция 2) должен соединять верхний и нижний элемент боковой конструкции. Боковая структура выполнена из стальных труб диаметром 25 мм с толщиной стенок 2,5 мм. Длина боковой структуры составляет 730 мм.

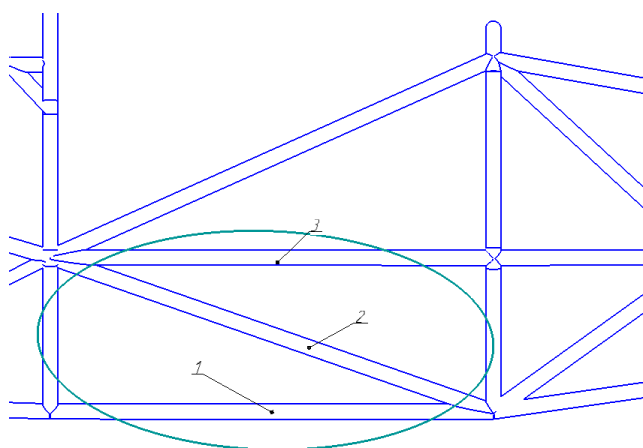


Рисунок 2.4 – Боковая структура

Еще одним важнейшим элементом конструкции рамы является главная дуга. Данная дуга изготовлена из сплошной стальной трубы диаметром 25 мм и толщиной стенок 2,5 мм. Длина передней дуги болида составляет 2640 мм. Угол отклонения дуги от вертикали составляет 0 градусов.

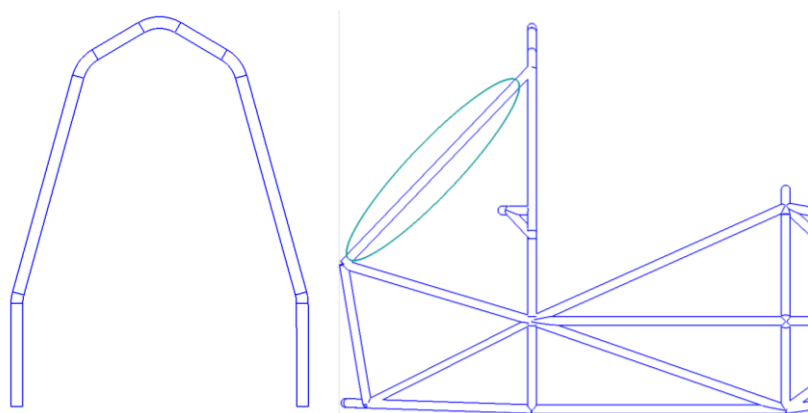


Рисунок 2.5 – Главная дуга и распорки главной дуги

Распорки главной дуги могут располагаться как спереди, так и сзади главной дуги (рисунок 2.5). Главная функция распорок – перенос нагрузок с главной дуги на основную конструкцию рамы. В данном варианте распорки главной дуги расположены сзади. Распорки выполнены из стальной трубы длиной 780 мм и диаметром 25 мм с толщиной стенок 2,5 мм. Распорки главной дуги и

сама дуга образуют острый угол равный 43,5 градусам, что превышает установленный регламентом минимальный угол в 30 градусов.

Размеры главной и передней дуг рассчитываются с учётом 95-го перцентиля человека. При спроектированной раме расстояние от головы водителя до прямой линии, проведенной через верхнюю точку главной дуги и верхнюю точку передней дуги должно быть не менее 50,8 мм. А расстояние между головой и прямой линией, проведенной через верхнюю точку главной дуги и нижнее основание распорок главной дуги не должно быть меньше 50,8 мм (рисунок 2.6).

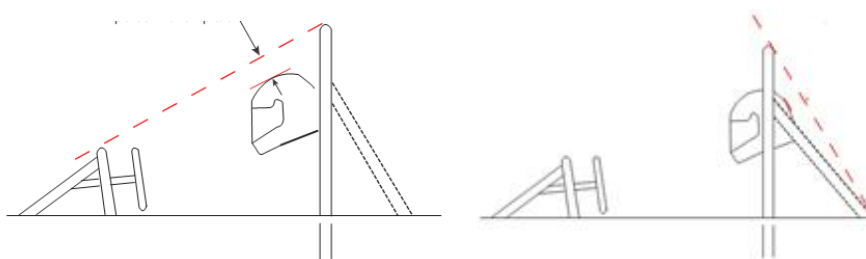


Рисунок 2.6 – Требования 95-го перцентиля [4]

После того как была задана главная дуга, сзади нее помещается двигатель, тем самым получаются задние точки рамы. Хочется отметить также, что во всей конструкции рамы используется метод триангуляции, именно поэтому во всей ее конструкции прослеживаются треугольные структуры (рисунок 2.7).

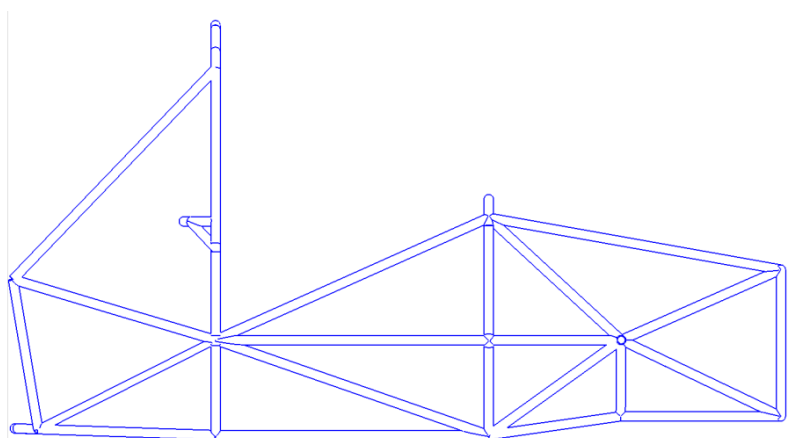


Рисунок 2.7 – Рама болида в сборе

Элементы рамы свариваются между собой с катетом сварочного шва 2-3 мм в среднем [7].

Для того чтобы определить ширину рамы, необходимо воспользоваться специально предоставленными шаблонами FSAE, размерность которых указана на рисунке 2.8. По регламенту следует, что размеры кокпита должны быть такие, чтобы первый шаблон на данном рисунке мог спокойно вертикально проходить через него вплоть до верхнего участка боковой структуры, находясь в горизонтальном положении. При выполнении данного теста, необходимо учесть, что огнеупорная стенка должна оставаться в автомобиле. Вторым шаблоном на рисунке 2.8 должен обеспечивать его свободное перемещение по горизонтальной составляющей от лица водителя до самой задней точки педалей, установленных в самом переднем положении (при регулируемых педалях).

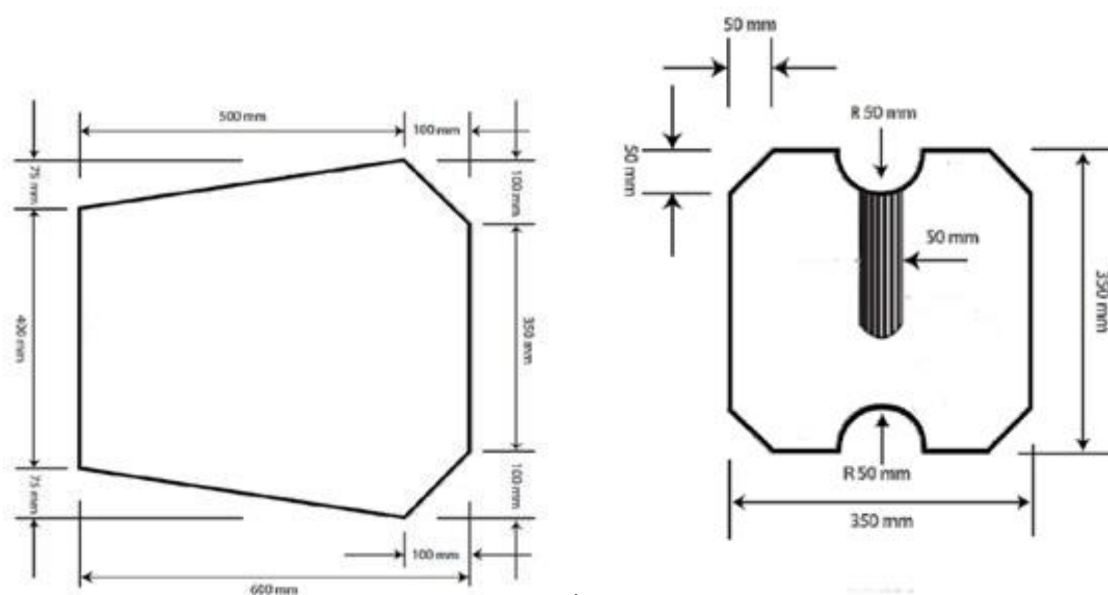


Рисунок 2.8 – Шаблоны для кокпита

Помимо этого, нужно учесть, что у водителя должна быть возможность покинуть гоночный автомобиль в течение 5 секунд в случае непредвиденной ситуации.

2.2 Разработка технологического процесса сборки

Таблица 2.1 – Технологический процесс сборки рамы [8, 9, 10]

№ опер	Название операции	Описание операции	Оборудование
1	2	3	4
005	Зачистная	зачистить заготовки труб для последующей работы с ними	Зачистной круг
010	Отрезная	отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 1) с длиной равной 1450 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 2) с длиной равной 2640 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 3) с длиной равной 780 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 4) с длиной равной 790 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 5) с длиной равной 800 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 6) с длиной равной 390 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 7) с длиной равной 425 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 8) с длиной равной 355 мм; отрезать 4 трубы диаметром 25 мм (позиция 9) с длиной равной 725 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 10) с длиной равной 475 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 11) с длиной равной 410 мм;	Угловая шлифовальная машинка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		<p>отрезать 2 трубы диаметром 20 мм (позиция 12) с длиной равной 535 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 13) с длиной равной 570 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 14) с длиной равной 775 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 15) с длиной равной 195 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 16) с длиной равной 350 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 17) с длиной равной 425 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 18) с длиной равной 470 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 19) с длиной равной 430 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 20) с длиной равной 460 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 21) с длиной равной 465 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 22) с длиной равной 475 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 23) с длиной равной 455 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 24) с длиной равной 400 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм</p>	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		(позиция 25) с длиной равной 370 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 26) с длиной равной 530 мм; отрезать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 27) с длиной равной 410 мм; отрезать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 28) с длиной равной 410 мм.	
015	Гибка	погнуть трубу №1 согласно эскизу погнуть трубу №2 согласно эскизу погнуть трубу №22 согласно эскизу	Трубогибочный станок
020	Слесарная	заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 1) с длиной равной 1450 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 2) с длиной равной 2640 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 3) с длиной равной 780 мм; согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 4) с длиной равной 790 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 5) с длиной равной 800 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 6) с длиной равной 390 мм	Верстак

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		<p>согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 7) с длиной равной 425 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 8) с длиной равной 355 мм согласно эскизу заторцевать 4 трубы диаметром 25 мм (позиция 9) с длиной равной 725 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 10) с длиной равной 475 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 11) с длиной равной 410 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 12) с длиной равной 535 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 13) с длиной равной 570 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 14) с длиной равной 775 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 15) с длиной равной 195 мм</p>	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		<p>согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 16) с длиной равной 350 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 17) с длиной равной 425 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 18) с длиной равной 470 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 19) с длиной равной 430 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 20) с длиной равной 460 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 21) с длиной равной 465 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 22) с длиной равной 475 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 23) с длиной равной 455 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 24) с длиной равной 400 мм</p>	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		<p>согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 25) с длиной равной 370 мм согласно эскизу заторцевать 1 трубу диаметром 25 мм (позиция 26) с длиной равной 530 мм согласно эскизу заторцевать 2 трубы диаметром 25 мм (позиция 27) с длиной равной 410 мм согласно эскизу заторцевать трубу диаметром 25 мм (позиция 28) с длиной равной 410 мм согласно эскизу.</p>	
025	Сборочная	закрепить все трубы в стапеле согласно модели.	Верстак, стапель
030	Сварочная	прихватить трубы согласно эскизу.	Сварочный аппарат
035	Сварочная	приварить трубы согласно эскизу с катетом сварочного шва в 2-3 мм.	
040	Контрольная	Проверить конструкцию на соответствие чертежам.	Штангенциркуль, рулетка

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

В наше время существует несколько видов технологической оснастки, которую можно было бы использовать для создания рамы гоночного болида. Выбор оснастки также зависит от типа производства. Для единичного производства обычно выбираются зажимы, распорки, стяжки и т.д. Для серийного производства оснастка может быть такой же, как и для единичного или же с использованием механизированного оборудования. В массовом производстве в основном используется автоматизированное оборудование [11, 12]. Главное требование оснастки - обеспечить заданную точность, затратив при этом минимальное количество денежных средств.

В рамках проекта "Формула Студент" для изготовления рамы болида можно использовать несколько вариантов технологической оснастки, среди которых универсальные разметочно-монтажные столы или же стапеля и кондукторы из различных материалов, таких как фанера или же сталь [13].

В нашем случае наиболее выгодным является последний вариант – разработка каркасно-сборочного стапеля. Выбирая между фанерным и стальным стапелем, выбор падает на стальной. Стапель из фанеры, конечно же, дешевле и проще в изготовлении, но он обладает рядом недостатков, таких как высокая пожароопасность, низкая долговечность и точность. Выбранный нами тип обладает рядом преимуществ сразу в нескольких направлениях, как технологическом, так и экономическом. Во-первых, по сравнению с универсальными сварочными столами, они обойдутся дешевле, даже, не смотря на то, что стапель необходимо проектировать и создавать отдельно под каждую новую раму. Помимо этого, каркасно-сборочный стапель не нужно разбирать или разваривать после сборки рамы, так как она легко из него вытаскивается. Этот факт позволяет использовать один и тот же стапель для сборки нескольких рам, что предполагает наше производство в проектируемом бизнес-плане. Во-вторых, так как стапель изготавливается специально под определенную модель рамы, то он

обеспечивает максимальную точность присоединения труб друг к другу. Тем самым избегаются большие погрешности и неточности при сварке [14].

Сам стапель представляет собой набор пластин, которые скрепляются или свариваются между собой с помощью различных пазов и сварки. Стапель состоит из нескольких пластин, одни из которых являются базирующими, а другие фиксирующими. Также в конструкции используются направляющие пластины, задающие направление труб. Данный вид технологической оснастки легко собирается и разбирается, поэтому после сборки рамы, можно его просто разобрать и сложить на хранение, пластины не займут много места, а при необходимости его можно вновь заново собрать. Помимо рамы, стапеля также можно использовать и для сборки других узлов гоночного автомобиля, например, кулаков или же рычагов подвески.

Наиболее подходящим материалом для создания является конструкционный материал Сталь 3, так как он является недорогим и технологичным [15].

Стапель для болида "Black Bullet" состоит из 12 базирующих пластин, на которых закрепляются 4 основные пластины (рисунок 3.1).

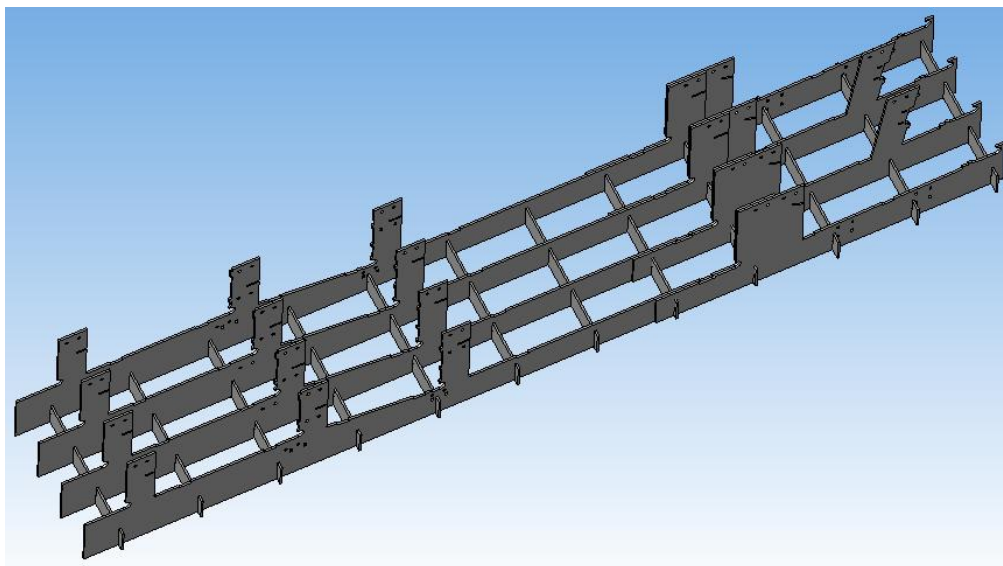


Рисунок 3.1 – Сетка стапеля для рамы автомобиля

Далее на основные пластины устанавливаются направляющие пластины, обеспечивающие нужный наклон и направление труб. Данные пластины

закрепляются в стапеле посредством пазов или же посредством сварки. После того, как стапель был полностью собран, в нем начинают собирать раму, начиная с установки основных дуг. Постепенно в стапеле сваривается вся рама автомобиля (рисунок 3.2).

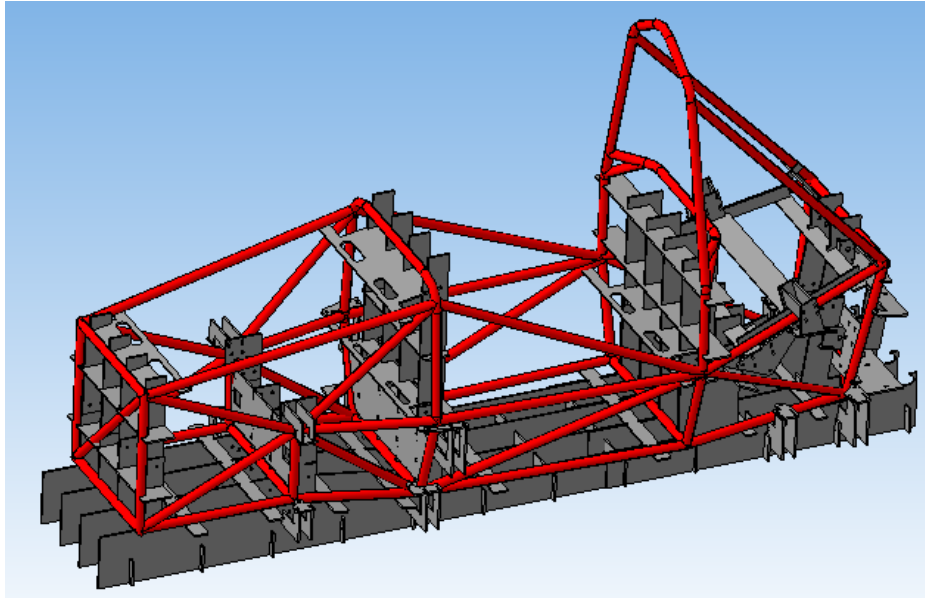


Рисунок 3.2 – Рама в стапеле

После того, как был завершен процесс сборки и сварки рамы, в стапеле закрепляются крепления кронштейнов и привариваются сами кронштейны, в которых сходятся точки подвески, рассчитанные ранее.

4 ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СТАПЕЛЯ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

В процессе сварки рамы происходит перераспределение напряжений, что приводит к короблению. Для того чтобы минимизировать данные изменения, необходимо перед изготовлением стапеля провести деформационный анализ модели для определения наиболее нагруженных мест, деформации и коэффициента запаса прочности. В ходе анализа на стапель моделируются нагрузки, получаемые им в процессе сварки.

Нагружение данной модели производилось в компьютерном комплексе «Autodesk Inventor». Во вкладке «Среды» создавался анализ напряжений, а в нем создавалось исследование. После чего пластинам стапеля задавался материал. Все пластины изготовлены из материала – сталь 3 [15].

После чего задаются силы, возникающие при сварке рамы. Силы задавались с расчетом того, что на пластину действует в целом сила в 500Н. Направление силы зависит от сварки и последующих деформаций. В каких-то случаях она была разбита на более мелкие составляющие. После того, как все силы и материал был задан – можно переходить к моделированию, нажав на специальную кнопку в интерфейсе программы.

В конечном итоге программа выдает результат моделирования сразу по нескольким составляющим, среди которых выбираются и оцениваются необходимые нам значения.

Одним из ключевых параметров, в максимальной степени влияющего на жесткость конструкции, является толщина стального листа (толщина пластин, из которых изготовлен стапель) [16, 17]. В рамках оптимизации конструкции было проведено исследование трех конструкций стапеля с толщинами пластин 3, 5 и 7 мм. Пластины толщиной 9 мм не использовались, так как они придают конструкции очень большой вес.

Результаты моделирования стапеля с толщиной пластин 3 мм представлены на рисунке 4.1. По результатам моделирования максимальная деформация конструкции стапеля составляет 2 мм, а минимальная – 0 мкм.

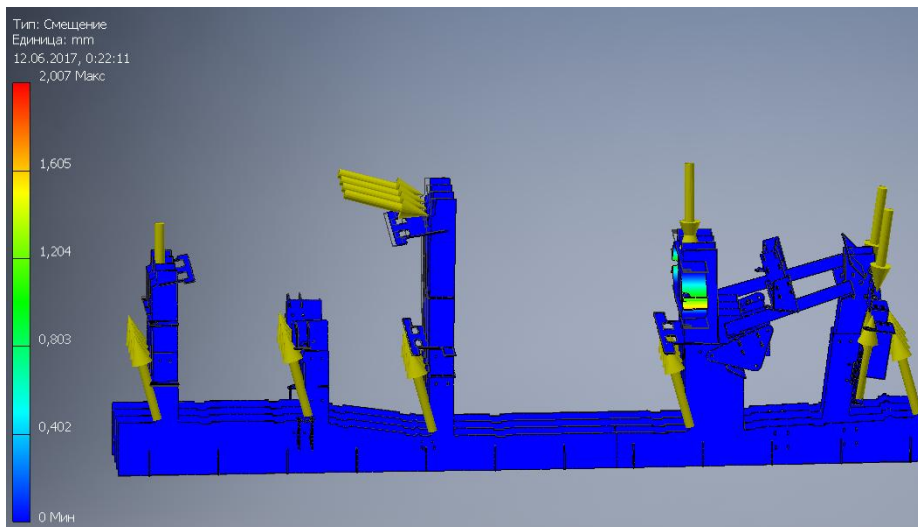


Рисунок 4.1 – Анализ деформации стапеля с толщиной пластин 3 мм

После чего был проведен деформационный анализ стапеля с толщиной пластин 5 мм. Результаты моделирования данной конструкции представлены на рисунке 4.2. По результатам моделирования максимальная деформация конструкции стапеля составляет 165 мкм, а минимальная – 1,5 мкм.

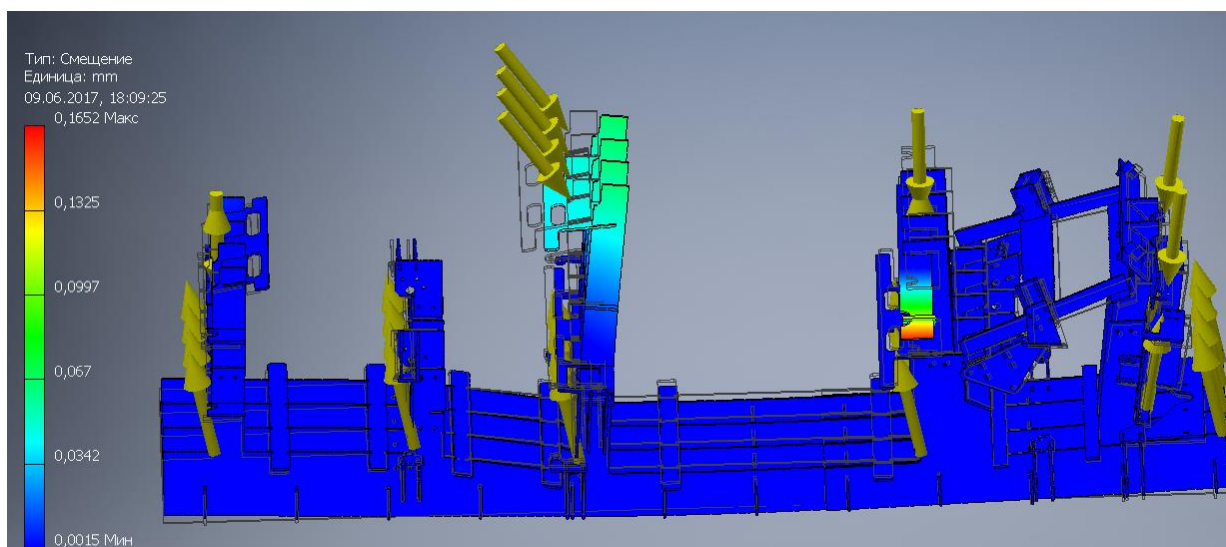


Рисунок 4.2 – Анализ деформации стапеля с толщиной пластин 5 мм

При моделировании нагрузки конструкции стапеля с толщиной пластин 7 мм (рисунок 4.3), результаты моделирования получились следующие: максимальная деформация конструкции стапеля составляет 143 мкм, а минимальная – 1,5 мкм.

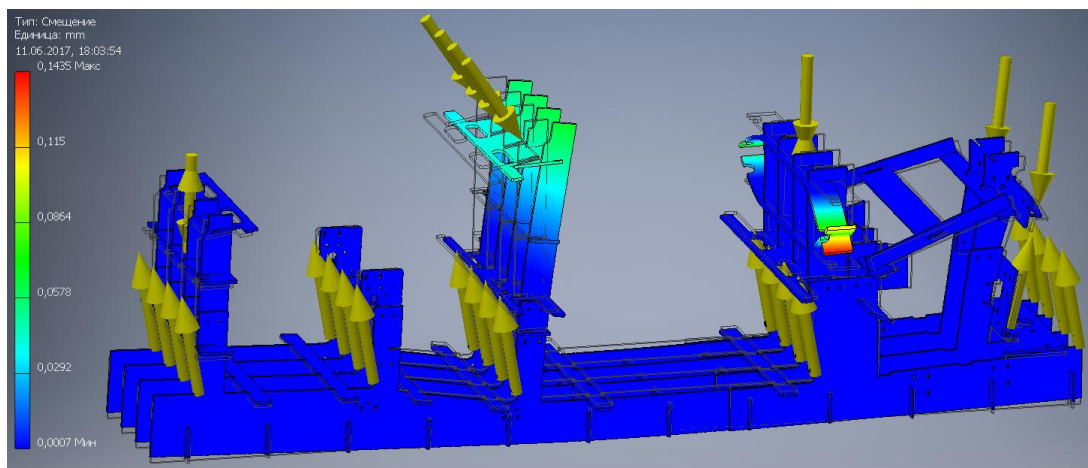


Рисунок 4.3 – Анализ деформации стапеля с толщиной пластин 7 мм

Следующий критерий исследования – коэффициент запаса прочности. Данный коэффициент показывает способность конструкции выдерживать нагрузки, превышающие расчетные. Наличие данного запаса обеспечивает надежность конструкции во избежание возможных ошибок проектирования, конструирования или эксплуатации. В результате нагружения стапеля с пластинами толщиной 3 мм, максимальный коэффициент запаса прочности составляет 15, а минимальный – 3,13 (рисунок 4.4).

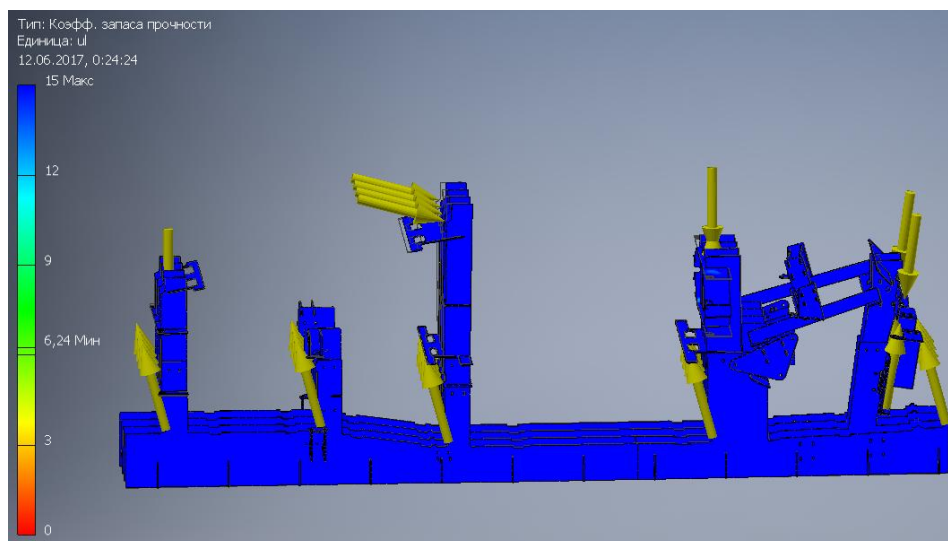


Рисунок 4.4 – Коэффициент запаса прочности стапеля с толщиной пластин 3 мм

При нагружении стапеля с пластинами 5 мм, максимальный коэффициент запаса прочности составляет 15, а минимального не существует (рисунок 4.5).

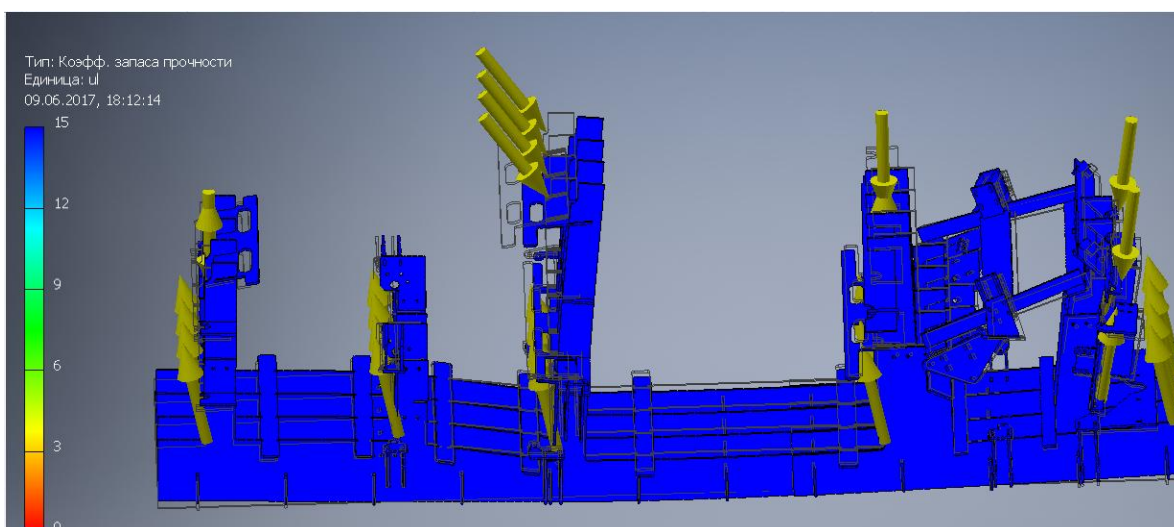


Рисунок 4.5 – Коэффициент запаса прочности стапеля с толщиной пластин 5 мм

На рисунке 4.6 изображены результаты моделирования стапеля с толщиной пластин 7 мм, где максимальный коэффициент запаса прочности составляет 15, а минимальный отсутствует (рисунок 4.6).

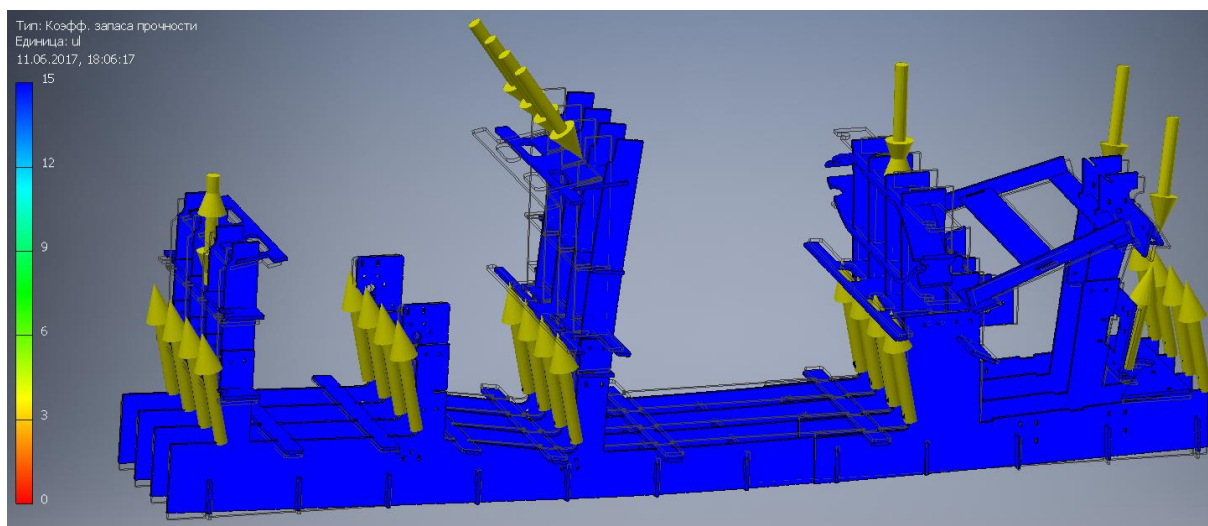


Рисунок 4.6 – Коэффициент запаса прочности стапеля с толщиной пластин 5 мм

Также во время модернизации учитывался и вес общей конструкции, так стапель с толщиной пластин 3 мм составил 80 кг, с толщиной пластин 5 мм – 145 кг, а с толщиной пластин 7 мм – 194 кг.

Погрешности сварки рамы составляет примерно 500 мкм, соответственно деформации, происходящие в конструкции стапеля во время сварки, не должны превышать одной трети поля допуска (≈ 170 мкм). Данное условие выполняется при нагрузке конструкций стапеля с толщиной пластин 5 мм и 7 мм. Но так как разница в весе конструкции слишком велика, примерно 50 кг, то целесообразней и технологичней использовать конструкцию стапеля с толщиной пластин 5 мм [18].

В итоге мы получаем конструкцию стапеля из материала Сталь 3 с толщиной пластин 5 мм. Данные характеристики обеспечивают необходимую точность для изготовления трубчатой рамы весом до 70 кг.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

Производственная деятельность организации, как и любой другой современный инженерный проект, строго регламентируется положениями по охране труда, нацеленными на сохранение жизни и здоровья всех её участников. При разработке внутренней документации учитывается зарубежный опыт в машиностроительной отрасли и самые актуальные нормативные документы РФ. На предприятии систематизированы все необходимые данные для поддержания культуры безопасности, каждый работник ознакомлен с инструкциями и периодически проходит тренинги, повышает квалификацию, что является основополагающими факторами при формировании безопасных условий труда на производстве.

На данном предприятии одними из ключевых работников являются сварщик, сборщик и резчик по металлу, их рабочая деятельность и будет рассматриваться с точки зрения безопасности.

Сварщик

Таблица 5.1 – Идентификация ОВПФ сварщика

Наим-ие профессии	Виды выполняемых работ	Перечень оборудования, инструмент	ОВПФ
1	2	3	4
Сварщик	Сварка встык Прихватывание	- Сварочный аппарат, - держатель электродов, - ручной инструмент (зубило, молоток), - измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник).	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части разрушившегося изделия, конструкции. Острые кромки; - повышенная запыленность и загазованность; - высокая температура

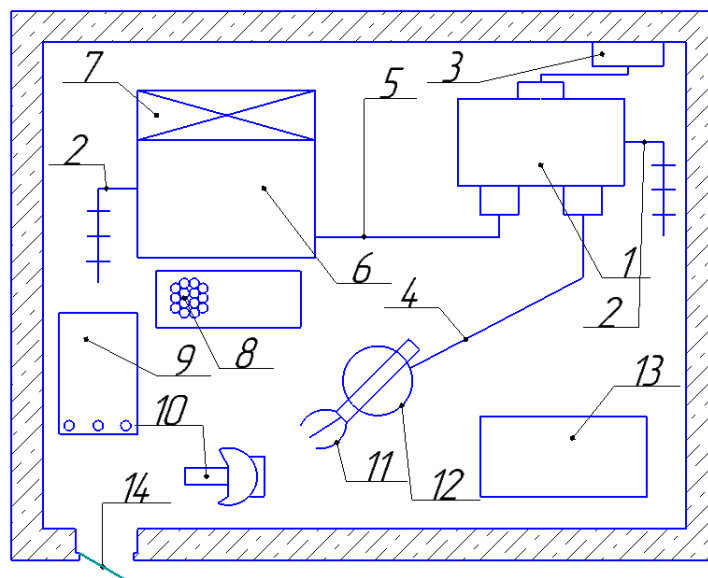
Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
			поверхностей; - повышенный уровень шума; - воздействие электрического тока; - искры, брызги расплавленного металла; - физические перегрузки
			<u>Химические:</u> - сварочные и другие аэрозоли, газы

Локальными нормативными актами для данного рабочего были определены следующие требования по технике безопасности:

- прежде чем сварить или зачистить сварной шов, необходимо выполнить подготовительную и сборочную операции;
- перед началом работы нужно убедиться в исправности и работоспособности всего необходимого оборудования, а также настроить его под определенные параметры;
- прохождение инструктажей и аттестация по соблюдению требований пожарной безопасности;
- участие в срезовых коллоквиумах по знанию охраны труда и пожарно-технического минимума;
- необходимость прохождения медицинских осмотров;
- обязательно соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- во время выполнения сварочных работ, необходимо руководствоваться инструкцией по пожарной безопасности и по охране труда.

Организация рабочего места сварщика представлена на рисунке 5.1:



1 - источник питания дуги; 2- заземление; 3 - пускатель источника питания; 4 и 5 - прямой и обратный токопроводящие провода; 6 - стол; 7 - вентиляция; 8 - коврик; 9 - электроды; 10 - щиток; 11 - электродержатель; 12 - стул; 13 - ящик для отходов; 14 - дверной проем

Рисунок 5.1 – Организация рабочего места сварщика

К основным задачам сварщика относятся:

- выполнять сварку в любом пространственном положении сварочного шва для всех материалов, из которых может быть изготовлена конструкция;
- прихватывать конструкции и ее элементы всеми видами сварочного шва, за исключением потолочного;
- выполнять наплавки деталей, а также износившихся инструментов из углеродистых и конструкционных сталей;
- с помощью сварки и зачистки устранять наружные дефекты материала (метала);
- резать простые детали с помощью дуговой сварки;
- после сварки, необходимо проконтролировать точность присоединения и ширину сварочного шва с помощью специальных измерительных приборов. Помимо этого, также необходимо замерить габариты полученной конструкции, согласно рабочему чертежу.

Сборщик

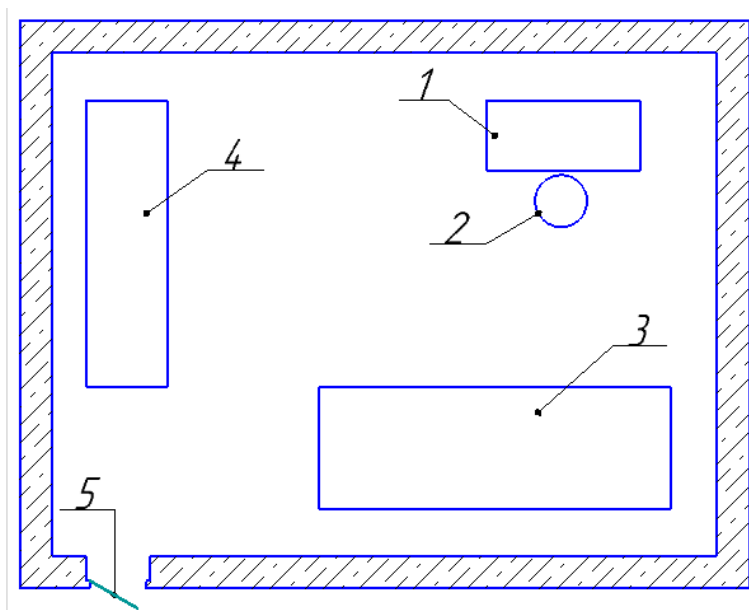
Таблица 5.2– Идентификация ОВПФ сборщика

Наим-ие профессии	Виды выполняемых работ	Перечень оборудования, инструмент	ОВПФ
Сборщик	Сборка конструкции относительно чертежей и моделей	- верстак - ручной инструмент (зубило, молоток), - измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник).	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части разрушившегося изделия, конструкции. Острые кромки; - повышенный уровень шума; - физические перегрузки

Локальными нормативными актами для данного рабочего были определены следующие требования по технике безопасности:

- прохождение инструктажей и аттестация по соблюдению требований пожарной безопасности;
- участие в срезовых коллоквиумах по знанию охраны труда и пожарно-технического минимума;
- необходимость прохождения медицинских осмотров;
- обязательно соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- соблюдение правил эксплуатации оборудования;
- выполнение только порученной работы, запрещено передавать работу другим работникам, без официального разрешения;
- при обнаружении поломки - сообщать начальству, не пытаться чинить самостоятельно.

Организация рабочего места сборщика представлена на рисунке 5.2 [19]:



1 - рабочий стол; 2 - стул; 3 - верстак; 4 - шкаф для инструментов; 5 - дверной проем.

Рисунок 5.2 – Организация рабочего места сборщика

К основным задачам сборщика относятся:

- монтаж деталей или узлов конструкции в стапеле согласно рабочему чертежу или модели;
- контроль точности размещения деталей с ориентиром на чертежи и измерительные инструменты;
- разметка или написание примечаний по дальнейшей работе с данной конструкцией (например, для сварщика).

Слесарь

Таблица 5.3– Идентификация ОВПФ слесаря

Наим-ие профессии	Виды выполняемых работ	Перечень оборудования, инструмент	ОВПФ
1	2	3	4
Слесарь	Резка и заторцовка труб согласно	- верстак - ручной инструмент (зубило, молоток),	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части

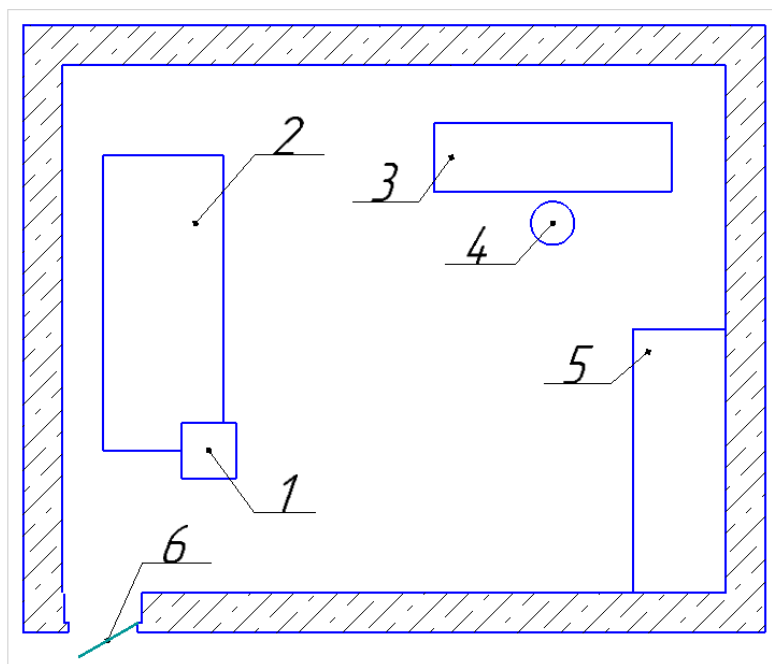
Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	эскизу	- слесарные тиски - измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник).	разрушившегося изделия, конструкции. Острые кромки; - повышенный уровень шума;
			- физические перегрузки; - локальная вибрация.

Локальными нормативными актами для данного рабочего места были определены следующие требования по технике безопасности:

- прохождение инструктажей и аттестация по соблюдению требований пожарной безопасности;
- участие в срезовых коллоквиумах по знанию охраны труда и пожарно-технического минимума;
- необходимость прохождения медицинских осмотров;
- обязательно соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- запрещено выполнение указаний, если они противоречат правилам охраны труда;
- при обнаружении неисправности - необходимо сразу же прекратить работу и доложить об этом стоящему выше;
- выполнение работы только в специальном защитном снаряжении;
- проверка всего оборудование перед началом работы;
- проверка утечки воздуха перед началом любой работы;
- проверка исправности всего опорного и фиксирующего оборудования перед началом работы.

Организация рабочего места слесаря-резчика представлена на рисунке 5.3:



1 - слесарные тиски; 2 - верстак; 3 - рабочий стол; 4 - стул; 5 - шкаф для инструментов; 6 - дверной проем.

Рисунок 5.3 – Организация рабочего места сварщика

К основным задачам слесаря-резчика относятся:

- резка по металлу на ножницах или же на станках;
- резка разносортного металла любой марки;
- заторцовка труб согласно рабочим чертежам
- контроль точности проделанной работы с помощью измерительных инструментов;
- наладка оборудования и задание ему необходимых параметров для более точной резки.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

6.1 Общие положения

Бизнес-презентация в Формуле Студент - это презентация для гипотетических инвесторов или же производителей. Задача презентации - описать финансовую, маркетинговую и производственную части проекта. Презентация должна связать воедино все факторы, которые будут влиять на конкурентоспособность и технологичность конструкции и все риски, которые заключены в этой бизнес идее. Должны быть представлены технические аспекты конструкции автомобиля для усиления или поддержки требования производительности. Участники должны показать понимание рынка и целевого клиента. Кроме того, они должны показать, как их дизайн/конструкция вписывается в ожидаемый рынок, и как он будет завершен в бизнес-модели. Участники должны убедить судей (гипотетических инвесторов), что их прототип и связанное с ним понятие представляет собой прибыльное предприятие для производителя/инвестора, и что это просто привлекательный и стоящий объект для инвестиций [20].

В ходе разработки бизнес-презентации было выделено 4 основные категории: анализ рынка, характеристики продукта, операционный и производственный план, а также финансы.

Так как официальный язык соревнований английский, то соответственно вся отправляемая и предлагаемая организаторам информация на английском языке. Из-за этого некоторые фрагменты работы будут публиковаться на иностранном языке.

6.2 Концепция бизнес-плана

Вся работа начинается с расчета краткой концепции бизнес-плана (Business Logic Case), который необходимо отправить организаторам (судьям) этапа соревнований заранее до указанного срока (dead line). Данная концепция состоит из следующих пунктов (рисунок 6.1):

- target selling price (целевая цена продажи) - 26 500\$;
- target vehicle production price (целевая себестоимость автомобиля)–20 000\$;
- target production volume (объем выпуска) - 100\$;
- target annual profit (целевая ежегодная прибыль) - 650 000\$.

Target Selling Price	26 500 \$
Target Vehicle Production Cost	20 000 \$
Target Production Volume (from Table 1)	100
Target Annual Profit	650 000 \$

Рисунок 6.1 – Таблица из концепции бизнес-плана

Так как проект зарубежный, ценовой вопрос должен быть понятен всем, поэтому все цены указываются в долларах.

Пункты "целевая цена продажи" и "объем выпуска" связаны между собой с помощью графика и таблицы, которые были предоставлены FSAE (рисунок 6.2).

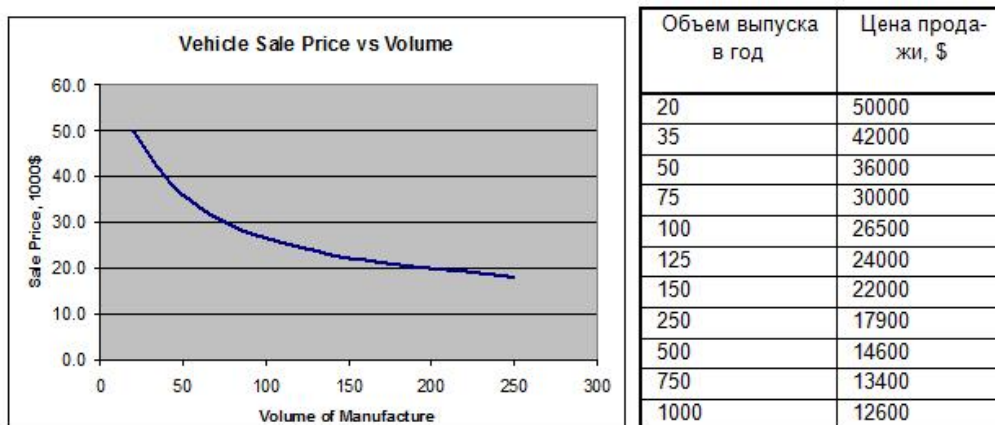


Рисунок 6.2 – График и таблица для выбора цены продажи и объёма выпуска

Выбрав цену продажи, получается объем выпуска. В данном случае цена продажи - 26 500\$, а объем выпуска - 100. Цена продажи выбирается с ориентиром на цены конкурентов, выявленных в ходе приблизительного анализа рынка.

Пункт "целевая себестоимость автомобиля" рассчитывается исходя из следующих составляющих:

- стоимость автомобиля (с опорой на отчёт о стоимости (cost report));
- амортизация оборудования, делённая на объём продаж;
- годовая зарплата работникам, делённая на объём продаж.

Последний пункт "целевая ежегодная прибыль" рассчитывается по следующей формуле: (целевая цена продажи - целевая себестоимость) · объём выпуска.

После данного расчёта заполняются оставшиеся поля в форме Business Logic Case: анализ рынка, стратегия компании, планы производства и таблица с техническими характеристиками автомобиля (рисунок 6.3).

Key Design Features		Key Performance Targets	
Chassis/Body Type	Steel tube, carbon fiber body	Accn. 0-75 Metres	4.5 sec
Power train type	IC engine	Lateral Accn. (g)	0.8 g
Power / engine	600cc, 70bhp	Fuel Economy	11L/100km
Target weight, kg	260 kg		

Рисунок 6.3 – Таблица технических характеристик

Работа над данным документом заканчивается после того, как он будет отправлен судьям соревнований. Далее начинается создание подробного бизнес-плана с указанием заработной платы и требуемого оборудования; требуемых инвестиций; аренды или постройки помещения, его внешних и внутренних концепций; расчёта точки безубыточности и коэффициента возврата (ROI). Часть из перечисленных аспектов рассчитывается ещё перед отправкой VLC, так как данные документа напрямую связаны с этими расчётами.

Бизнес презентация в Формуле Студент состоит из нескольких частей:

- анализ рынка (market analysis);
- характеристики автомобиля (product characteristics);

- производственный процесс и оперативный план (manufacturing process and operational plan);
- финансы (finances).

По каждому разделу проделывается отдельная работа, затрагивающая определённую сферу деятельности. Так как официальный язык соревнований - английский, то вся информация публикуется и переводится на иностранный язык. Именно поэтому дальнейшие примеры будут представлены на английском языке с русским пояснением.

6.3 Анализ рынка

В анализе рынка необходимо выделить группы (категории) людей, для которых будет выпускаться продукт, составить профиль приблизительного покупателя, а также провести анализ конкурентов, т.е. найти конкурентов и проанализировать их характеристики с характеристиками нашего продукта. Желательно, чтобы продукт выглядел выигрышнее на их фоне, иначе все сравнение бессмысленно с точки зрения рекламных целей.

В ряде размышлений и взвешивании плюсов и минусов, было решено, что наш продукт подходит двум категориям людей: любителям и полупрофессионалам (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Категории потенциальных клиентов

Любители	Полупрофессионалы
Работает	В поисках контрактов
Оплачивает своими деньгами	Частичная спонсорская поддержка
Низкие/средние навыки вождения	Средние/высокие навыки вождения

Далее следует выбор конкурентов и сравнение их характеристик с характеристиками нашего продукта. В качестве конкурентов были выбраны: Caterham 7, Morgan 3 wheeler и Formula 4.

Сравнивались самые популярные характеристики автомобиля, которые в наибольшей степени будут интересны потенциальным покупателям: скорость,

мощность, вес, ускорение и цена. Результат работы приведен в таблице 6.2 и рисунках 6.4 и 6.5.

Таблица 6.2 – Сравнительные характеристики конкурентов

Характеристики	Black Bullet	Caterham 7	Morgan 3	Formula 4
Скорость, м/с	200	160	185	180
Ускорение, с	3,9	6,91	8	–
Мощность, hp	85	80	110	150
Вес, кг	260	490	795	495
Цена, \$	26 500	21 500	35500	34 000

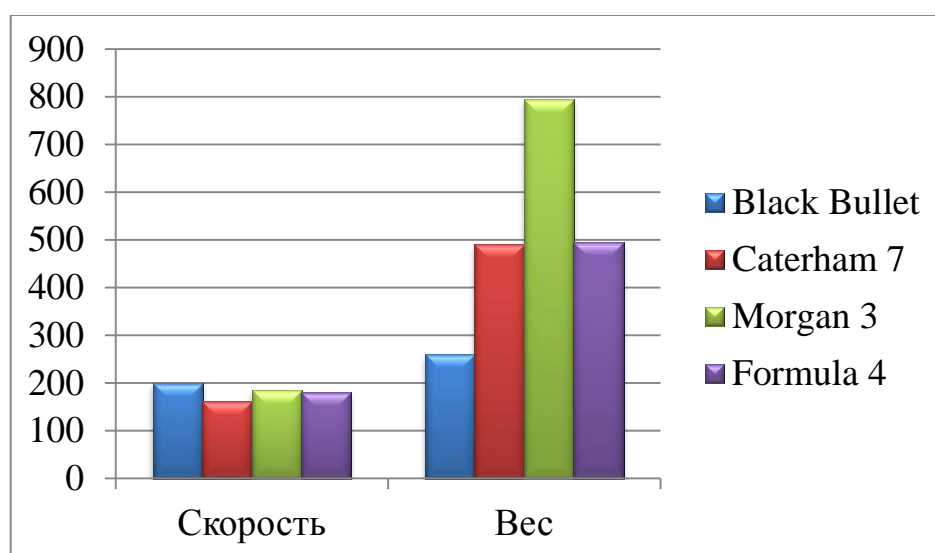


Рисунок 6.4 – Сравнение характеристик «скорость» и «вес»

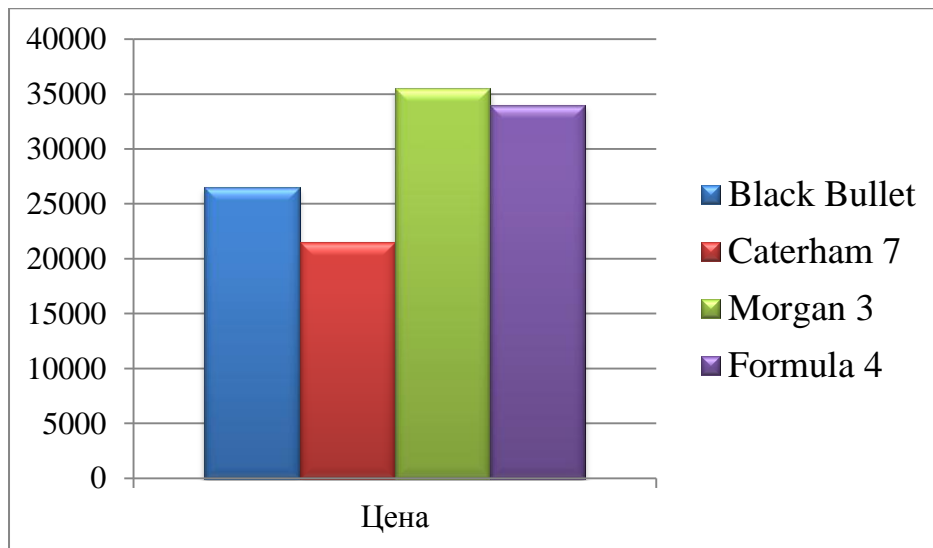


Рисунок 6.5 – Сравнение характеристики «цена»

6.4 Характеристики продукта

При продаже продукта, в нашем случае гоночного автомобиля, необходимо осветить его технические характеристики и познакомить покупателей с конструкцией основных деталей автомобиля. В нашем случае говорится о педальном узле, дифференциале, рулевой и подвеске, объясняя достоинства конструкции каждого узла (рисунок 6.6).



Рисунок 6.6 – Узлы автомобиля

Помимо деталей автомобиля важно упомянуть и о характеристиках, которые будут важны для покупателя, таких как: удобное управление, максимальная скорость, ускорение, безопасность и мощность (рисунок 6.7).



Рисунок 6.7 – Характеристики автомобиля

Помимо этого покупателям также необходимо предоставить и дополнительные сервисы, чтобы сделать компанию более выгодной на фоне других, в сервисы вошли:

- выбор любого цвета рамы и кулаков;
- персональные условия гарантии;
- персональная доставка (за отдельную доплату);
- персональный техник.

6.5 Процесс производства и операционный план

6.5.1 Производственный процесс

Данный раздел включает в себя план здания и план производства, где осуществляется сборка; управление рисками; структуру компании; необходимый персонал, необходимое оборудование и его амортизация.

Одна из главных задач - выбрать оптимальную компоновку помещения для удовлетворения всех производственных нужд с обеспечением максимального удобства работников и логистических служб. Здание состоит из двух так

называемых блоков: административного здания и производственного, которое состоит из помещений для покраски различных деталей автомобиля, механических работ, помещения для сборки и зала-хранилища. (рисунок 6.8)

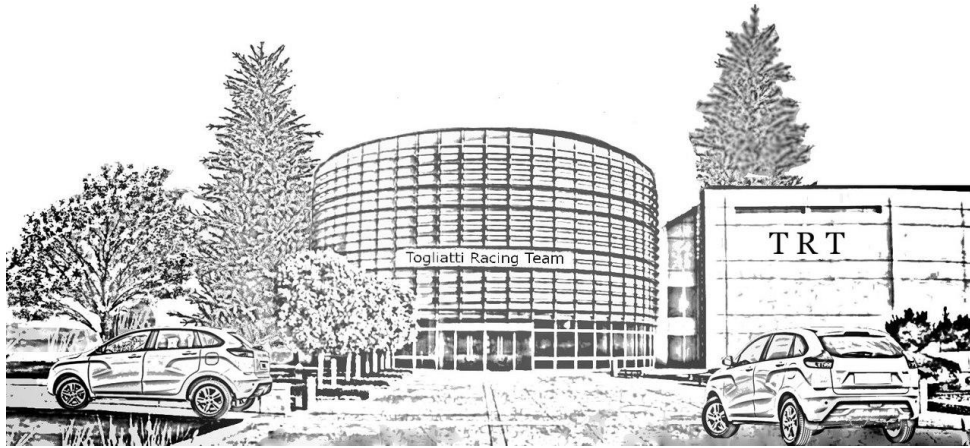


Рисунок 6.8 – Внешний вид производства

Основной процесс работы проходит в помещении сборки (assembly room), где находится своеобразная линия сборки. Часть механических работ (резка, гибка, шлифовка и т.д.) проходят в помещении для механических работ (mechanic works), для покраски рамы, кулаков и других деталей машины есть специальная покрасочная комната (painting room).

После того как сборка и все механические работы были завершены, машина перевозится в комнату хранения через специальные большие раздвижные ворота, откуда уже передается заказчикам (рисунок.6.9)

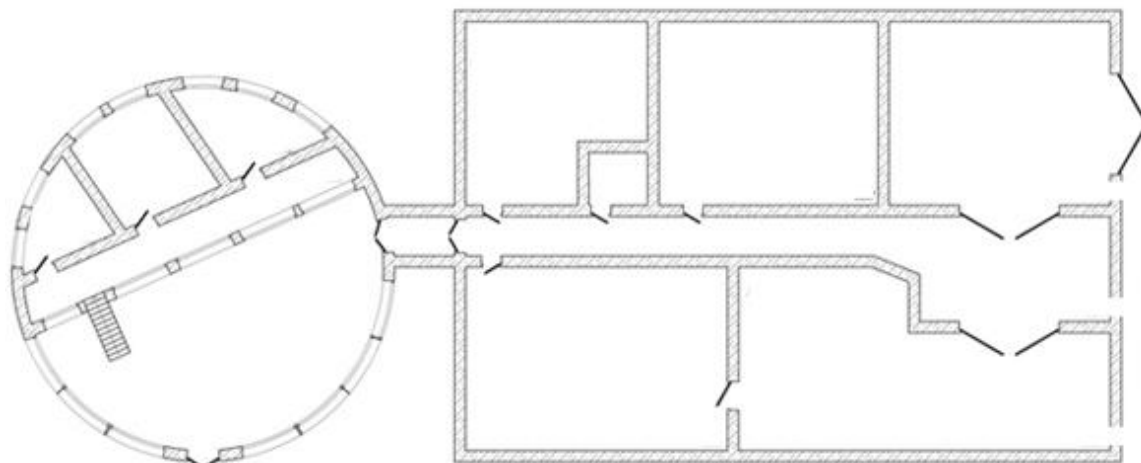


Рисунок 6.9 – Внутренний вид производства

Общая площадь здания составляет 800 м². Так как рассматривается единичное производство автомобилей, то покупка такого здания является очень затратной, в связи с этим принимается решение об аренде такого помещения.

Предположим, что аренда 1 м² стоит 500 рублей, соответственно 800 м² обойдутся в 400 000 рублей, а за год в 4 800 000 рублей.

6.5.2 Операционный план

Следующий этап - это операционный план. Анализ рисков, способы снижения вероятности их происхождения, цели компании. Как известно, всех рисков избежать невозможно, но всегда можно их минимизировать, если вовремя составить план. В итоге было выделено 9 основных операционных стратегий:

1. Усовершенствования в области технических стандартов на нашем предприятии
2. Сокращение географической концентрации риска
3. Выбор нескольких предметов снабжения, на которые мы можем положиться в случае чрезвычайной ситуации
4. Анализ рынка и улучшение продукта
5. Работа с несколькими банками во избежание банкротств банков и сохранения активов (CashReserve)
6. Периодический плановый внутренний аудит
7. Проверка приобретённого продукта
8. Анализ и диагностика инновационных технологий
9. Контроль качества продукции

А среди основных целей компании были выделены:

1. Укрепить позиции на рынке
2. Зарекомендовать себя как качественный бренд
3. Выйти на международный рынок

4. Не отставать от времени (по мере возможности вводить в действие новые нововведения)
5. Продавать как можно больше продуктов (не менее 100 единиц в год) для реализации бизнес-плана.

6.5.2 Структура компании

Следующий подпункт - это структура компании. Любое предприятие не может существовать просто так, у него обязательно должен быть руководитель, начальники отделений и работники. Все это отражено в схеме на рисунке 6.10.

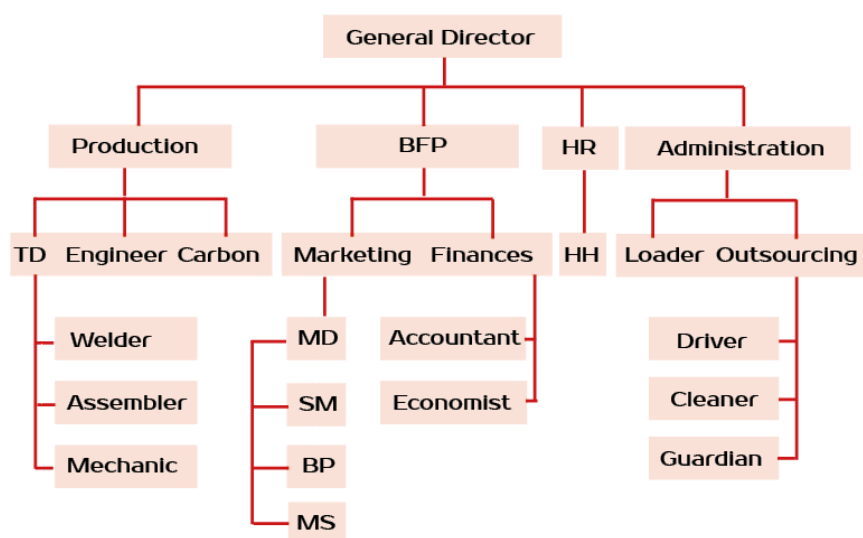


Рисунок 6.10 – Структура компании

- BFP - Business and Financial Performance
- TD - Технический директор
- MD - Маркетинговый директор
- SM - Менеджер по продажам
- BP- Бизнес-планер
- MS - Специалист по маркетингу
- HR - Отдел кадров

Следующий этап - подбор и найм персонала, а также распределение его заработной платы. Здесь главное оказаться в той "золотой середине", о которой

говорят: если наймёте больше работников - они будут сидеть без дела, меньше - не успеете закончить в срок.

После предварительных расчётов, прикидок и анализа получается следующая таблица с персоналом и его заработной платой (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Заработная плата работников предприятия

Наименование	Количество	Зарплата, \$
Генеральный директор	1	2013,51
Маркетинг		
Маркетинговый директор	1	987,53
Менеджер по продажам	1	504,21
Бизнес-планнер	1	502,48
Маркетинговый специалист	1	429,41
Финансы		
Бухгалтер&Экономист	1	453,29
Отдел кадров		
Специалист по найму	1	433,53
Производство		
Технический директор	1	1123,82
Сварщик	4	3037,44
Сборщик	4	2744,28
Инженер	2	1647,48
Специалист по карбону	2	5132,56
Электрик	2	1845,52

ИТОГО (за год): 174 833,4\$

Помимо этого необходимо закупить оборудование, которое будет использоваться для создания нашего продукта. Часть более дорогого оборудования можно использовать посредством аутсорсинга. Помимо этого, стоит учесть, что некоторое оборудование понадобится в нескольких

экземплярах одновременно, соответственно стоит заказать сразу несколько единиц. В итоге составляется список оборудования с указанием его количества, стоимости и долговечности (таблица 6.4)

Таблица 6.4 – Список оборудования [21, 22]

Наименование	Количество	Стоимость, \$	Долговечность
Сварочный аппарат	4	600	21
Сварочный стол	2	8800	20
Клепальный аппарат	2	100	8
Поршневой компрессор	2	300	9
Стол для работы	2	1 500	23
Шиномонтажный станок	1	1 500	15
Станок для балансировки колес	1	1 500	17
Покрасочная камера	1	36 000	20
Компьютер	7	7000	8
Оборудование для карбона	2	1400	16

ИТОГО: 57350 \$

Кроме того, существует амортизация оборудования. В данном случае амортизация - процесс постепенного износа оборудования. В соответствии со скоростью износа стоимость этих материальных активов понемногу включается в себестоимость продукции – это называется амортизационными отчислениями. Для расчета амортизации используются данные из таблицы 6.4, а также коэффициент, рассчитанный по формуле 6.1 .

$$\frac{1}{\text{количество}} = k_a \quad (6.1)$$

Пример расчета коэффициента по данной формуле на примере сварочного аппарата: $\frac{1}{21} = 0,047$

После этого считаются амортизационные отчисления для каждого вида оборудования по формуле 6.2.

$$k_a \cdot \text{стоимость} = \text{амортизационные отчисления} \quad (6.2)$$

Пример расчета коэффициента по данной формуле на примере сварочного аппарата: $0,047 \cdot 600 = 28,2\$$

После всех проведённых расчётов, данные сводятся в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизационные отчисления [23, 24]

Наименование	k_a	Отчисления, \$
Сварочный аппарат	0,047	28,2
Сварочный стол	0,05	440
Клепальный аппарат	0,125	12,5
Поршневой компрессор	0,111	33,3
Стол для работы	0,043	64,5
Шиномонтажный станок	0,067	100,5
Станок для балансировки колес	0,058	87
Покрасочная камера	0,05	1800
Компьютер	0,125	875
Оборудование для карбона	0,0625	87,5

ИТОГО по амортизации: 3488,5 \$

6.6 Финансы

Финансы - это один из самых важных пунктов во всей бизнес-презентации. Задача данного раздела - убедить будущих инвесторов в том, что продукт и предприятие действительно прибыльная кампания. Показать и рассказать им, что их деньги не будут потрачены впустую и не сгорят.

Данный раздел состоит из нескольких подпунктов, которые включают в себя:

- необходимые инвестиции;
- источник инвестиций;
- работа с инвесторами;

— расчёт точки безубыточности и коэффициента ROI.

6.6.1 Инвестиции и инвесторы

Необходимые инвестиции - здесь необходимо подробно расписать, на что нужны денежные средства, какая сумма и как она будет использоваться. Обычно все необходимые ресурсы подразделяются на два основных типа: производственные и маркетинговые. После анализа, сбора и апробации данных, получается следующий результат (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Необходимые инвестиции

Наименование	Необходимо, \$
Для производства	
Оборудование	58 700
Производственные расходы	2 000 000
Для маркетинга	
Реклама	150 000
Доставка	150 000

ИТОГО: 2 358 700\$

Следующий шаг - это источники инвестиций. Здесь необходимо указать, из каких частей получается необходимая сумма инвестиций, кто вкладывает в проект и в каких долях. В нашем случае помимо собственных вложений (own money) мы прибегаем к займу в банке (bank loan) и деньгам инвесторов. Почти всегда сумма, которая запрашивается у инвесторов, должна превышать сумму, взятую в банке, так как банк просто не выдаст больших кредитов на только ещё будущее предприятие.

Итак, получается, что собственных денег затрачивается 20%, в банке - 30%, а у инвесторов запрашиваются оставшиеся 50% необходимых средств.

Помимо этого, необходимо также рассчитать, как долго и какую сумму денег необходимо будет выплачивать банку. Берем самый средний вариант: 3 года, 12%. После несложных вычислений получается 321 204,8\$. Именно такую

сумму необходимо выплачивать банку первые три года, после чего кредит будет уплачен.

Все результаты расчётов лучше всего отобразить с помощью диаграммы, выделив красным цветом ту часть диаграммы, которая предназначена для инвесторов (рисунок 6.11).

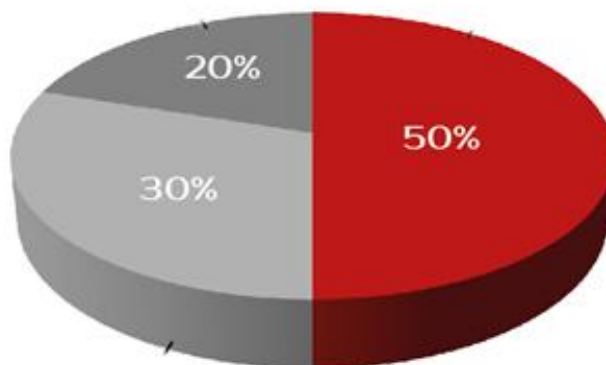


Рисунок 6.11 – Отображение долей инвестиций

Для инвесторов важным пунктом является то, как именно будет осуществляться сотрудничество между предприятием и самими инвесторами.

Экономическая часть заканчивается предоставлением расчётов точки безубыточности (BEP) и коэффициента ROI.

6.6.2 Расчёт точки безубыточности

Расчёт точки безубыточности. Данный расчёт показывает, через какое время предприятие начинает приносить прибыль, то есть, через какое время полученная прибыль будет выше затрачиваемой. Это важная часть для инвесторов, ведь они получают процент с этих денег.

Данный расчёт состоит из двух составляющих: постоянные и переменные издержки (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Затрачиваемые средства

Наименование	Затраты, \$
1	2
Постоянные издержки	
Аренда	82 500
Амортизация	3 488,5
Зарплата статичным работникам	82 339,08
Банковская выплата	321 204,8
ИТОГО: 504 867,64 \$	
Переменные издержки	
Зарплата производственному отделу	Отражено в табл. 1.8
Себестоимость	Отражено в табл. 1.8

С помощью представленных значений создаётся таблица (таблица 6.8), например в Е-хсел, на основе которой строится график, показывающий, когда именно предприятие начинает приносить прибыль (рисунок 6.12).

Таблица 6.8 – Данные точки безубыточности

Кол-во	Постоянные затраты	Переменные затраты	Общие затраты	Продажа
1	2	3	4	5
0	504 867,64	0	504867,64	0
20	504 867,64	430000	934867,64	530000
25	504 867,64	537500	1042367,64	662500
35	504 867,64	752500	1257367,64	927500
50	504 867,64	1075000	1579867,64	1325000

Продолжение таблицы 6.8

1	2	3	4	5
75	504 867,64	1612500	2117367,64	1987500
100	504 867,64	2150000	2654867,64	2650000
120	504 867,64	2580000	3084867,64	3180000
150	504 867,64	3225000	3729867,64	3975000
180	504 867,64	3870000	4374867,64	4770000
200	504 867,64	4300000	4804867,64	5300000

График точки безубыточности состоит из 4 линий: постоянных затрат, переменных, общих затрат и прибыли, полученной с продаж.

Пересечение линии общих затрат с прибылью - есть искомая точка безубыточности. Начиная с этого периода времени, предприятие начинает приносить чистую прибыль. В данном случае после продажи 100-105 автомобилей предприятие выходит на чистую прибыль. То есть, примерно через год своего существования (так как планируемый объем выпуска – 100 единиц) инвесторы смогут вернуть часть своих затрат [20].

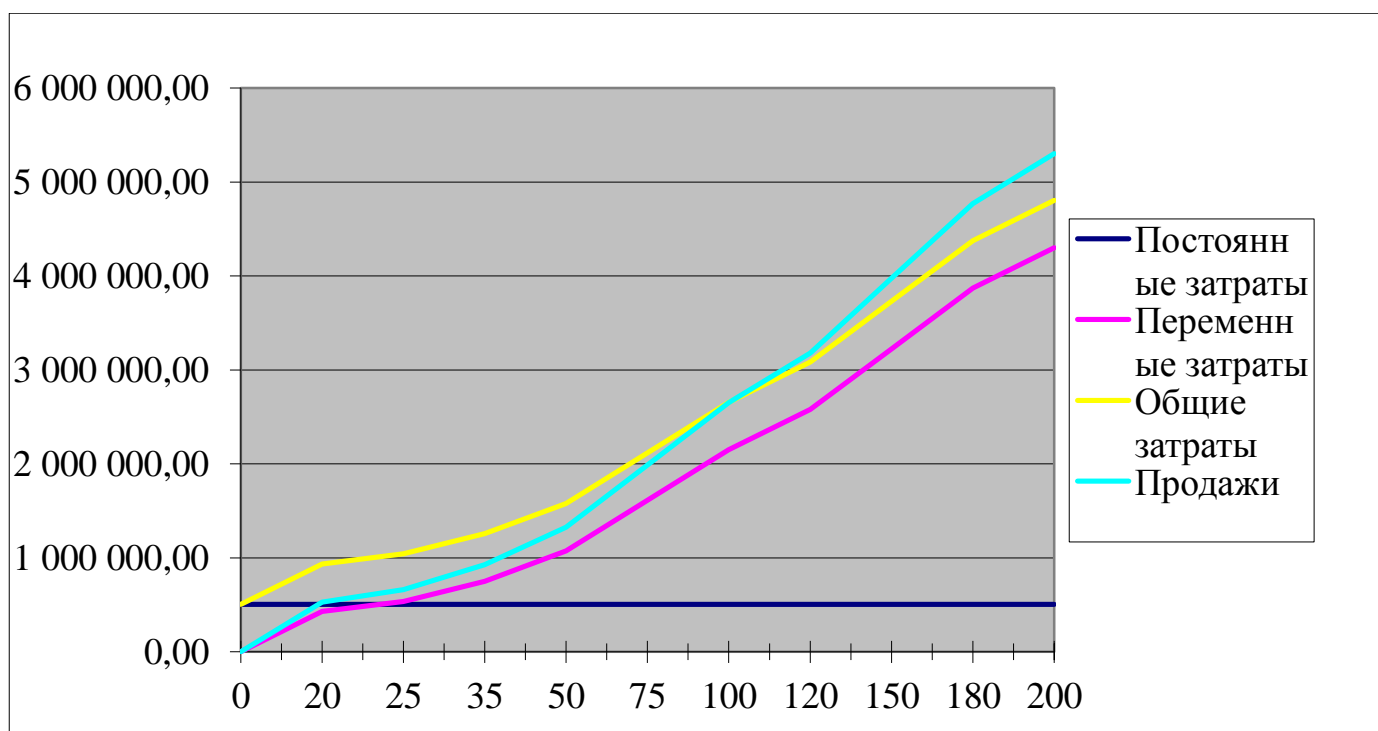


Рисунок 6.12 – График точки безубыточности

6.6.3 Расчёт коэффициента возврата (ROI)

После того, как расчёт точки безубыточности был завершён, необходимо посчитать коэффициент ROI, что расшифровывается как *return on investments* (коэффициент окупаемости инвестиций). В данном случае он показывает, какой процент денег вернётся с каждого затрачиваемого доллара. По нашим расчётам получается, что с каждого затрачиваемого доллара инвесторы вернут себе ещё + 27%.

Коэффициент ROI рассчитывается по формуле (6.3):

$$ROI = \frac{\text{доход} - \text{себестоимость}}{\text{инвестиции}} \cdot 100\% \quad (6.3)$$

В нашем случае мы имеем:

- доход равен 2 650 000\$;
- себестоимость равна 2 000 000\$;
- инвестиции равны 2 358 700 \$.

Подставляя все значения в формулу, получается, что коэффициент ROI равен 27%.

Далее нужно продемонстрировать инвесторам, почему же им выгоднее вкладывать деньги в наше производство, а не в какое-либо другое или же банк. На рисунке 6.13 изображен график развития вложений инвесторов: в банк и производство. Согласно результатам графика (рисунок 6.13) уже через 2,5 года выручка инвесторов при вложении в предприятие становится больше, по сравнению с получаемой выручкой в банке.

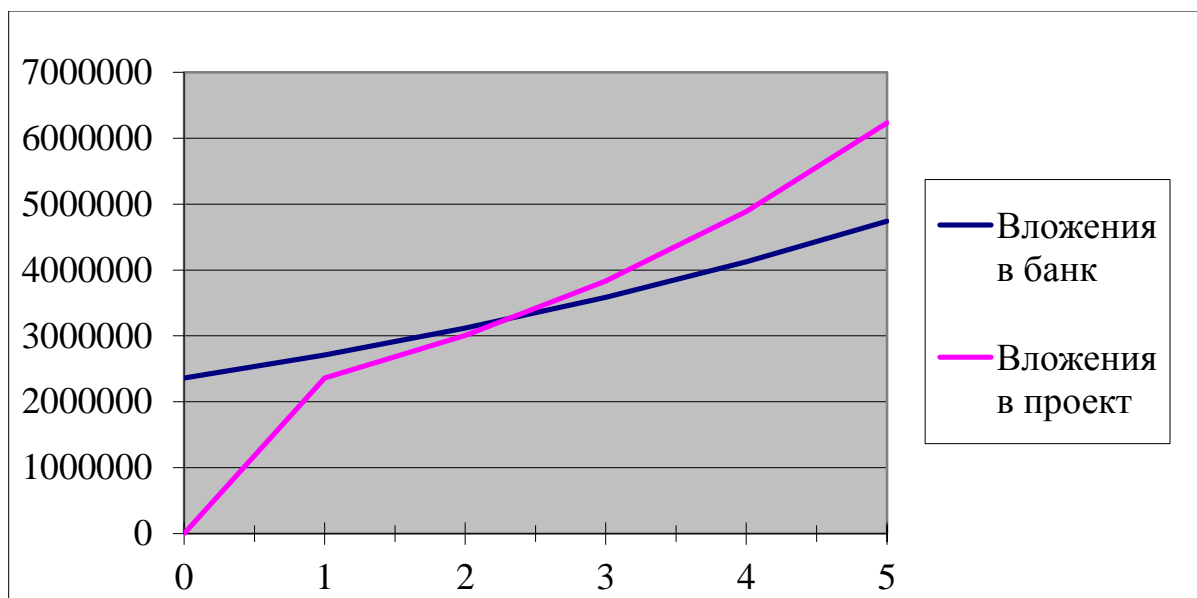


Рис. 6.13 – Сравнения вложений в банк и предприятие

В итоге мы имеем высококачественный продукт, небольшое производство, поддержку инвесторов, цену продукта в 26 500\$ и период окупаемости - 1 год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены требования, которые предъявляются к конструкции рамы гоночного автомобиля класса Формула Студент. Была предложена технология разработки трубчатой рамы для гоночного автомобиля класса Формула Студент. Была разработана и оптимизирована технологическая оснастка для изготовления рамных конструкций. Конструкция рамы удовлетворяет всем техническим требованиям.

Предложен бизнес-план по реализации производства автомобилей класса Формула Студент с объемом производства 100 единиц в год, рассчитана точка безубыточности проекта и коэффициент возврата инвестиций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. <https://www.formulastudent.de/>
2. <http://students.sae.org/cds/formulaseries/>
3. Pat Clarke, "Technical Introduction for New Teams", 2014
4. <http://www.fsaeonline.com/>
5. <https://www.formulastudent.de/>
6. Волкова, Е.И., Шерстобитова О.О. «Разработка пространственной рамы для гоночного болида BlackBullet» / VII выпуск журнала "Точная наука".-2017.- 18-20 с.
7. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб.пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 361с.
8. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
9. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
10. Расторгуев, Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
11. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
12. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб.для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

13. Шерстобитова, О.О., Мошко, Д.А.«Разработка модульной каркасно-сборочной технологической оснастки для производства элементов спортивно-гоночных автомобилей» / Ежегодный сборник трудов "Студенческие инженерные проекты".-2017. – 205-207 с.
14. Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 304 с
15. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
16. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб.для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
17. Технология машиностроения : учеб.пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
18. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
19. Петрова, М.С. Охрана труда на производстве и в учебном процессе: учеб.пособие. [Текст] / М.С. Петрова – М.: ЭНАС, 2006.-232с.
20. Волкова, Е.И., Двоеглазова, Н.А.«Методика расчёта бизнес-презентации в рамках проекта FormulaStudent» / Ежегодный сборник трудов "Студенческие инженерные проекты".-2017. – 198-204с.
21. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах Т2 (Под ред. А.Г. Косиловой 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с., ил.).
22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.3. - 8-е изд. Перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестоковой. [Текст] / В.И. Анурьев. - М.: Машиностроение, 2001 . - 864 с.

23. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.
24. Капова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 –«Автомобиле и тракторостроение» всех форм обучения [Текст] / В.Г. Капова. -Тольятти: ТГУ, 2007. –63 с.
25. Оформление документов на технологические процессы обработки резанием: Метод.указания/Сост.МихайловА.В.-Тольятти: ТолПИ, 1993.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация рамы гоночного болида «Black Bullet»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Детали</i>						
Справ. №	Перв. примен.	1	17.БР.ОТМП.15.02.001	Передняя дуга	1	
		2	17.БР.ОТМП.15.02.002	Главная дуга	1	
		3	17.БР.ОТМП.15.02.003	Задняя распорка главной дуги	2	
		4	17.БР.ОТМП.15.02.004	Передняя распорка передней дуги	2	
		5	17.БР.ОТМП.15.02.005	Задняя распорка главной дуги	2	
		6	17.БР.ОТМП.15.02.006	Вертикальная труба передней перегородки	2	
		7	17.БР.ОТМП.15.02.007	Передняя часть переднего основания	2	
		8	17.БР.ОТМП.15.02.008	Задняя часть переднего основания	2	
		9	17.БР.ОТМП.15.02.009	Нижний элемент боковой конструкции	2	
		10	17.БР.ОТМП.15.02.010	Заднее основание	2	
		11	17.БР.ОТМП.15.02.011	Задняя труба	1	
		12	17.БР.ОТМП.15.02.012	Диагональная труба задней секции	2	
		13	17.БР.ОТМП.15.02.013	Нижняя распорка главной дуги	2	
		14	17.БР.ОТМП.15.02.014	Диагональный элемент боковой конструкции	2	
		15	17.БР.ОТМП.15.02.015	Верхний элемент боковой конструкции	2	
		16	17.БР.ОТМП.15.02.016	Опора передней перегородки	2	
		17	17.БР.ОТМП.15.02.017	Задняя нижняя диагональная опора передней перегородки	2	
		18	17.БР.ОТМП.15.02.018	Передняя нижняя диагональная	2	
17.БР.ОТМП.15.02.000						
Изм./Лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Волкова Е.И.			Лит.	Лист
Проб.		Козлов А.А.				1
Н.контр.		Виткалов В.Г.			Листов	
Утв.		Логинов Н.Ю.			2	
Обоснование инвестиций в организацию производства спортивно-гоночных автомобилей класса "Формула Студент"					ТГУ, ТМБ-1301	

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация технологической оснастки

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Справ. №	Подп. и дата	
				<i>Детали</i>					
		1	17.БР.ОТМП.15.03.001	Передняя базирующая пластина	4				
		2	17.БР.ОТМП.15.03.002	Поперечина передней перегородки	2				
		3	17.БР.ОТМП.15.03.003	Направляющая передних распорок	1				
		4	17.БР.ОТМП.15.03.004	Дополнительная пластина для передней перегородки	4				
		5	17.БР.ОТМП.15.03.005	Опорная пластина	12				
		6	17.БР.ОТМП.15.03.006	Крепление передней подвески	2				
		7	17.БР.ОТМП.15.03.007	Дополнительная пластина для передней дуги	4				
		8	17.БР.ОТМП.15.03.008	Поперечина передней дуги	2				
		9	17.БР.ОТМП.15.03.009	Направляющая передних распорок	1				
		10	17.БР.ОТМП.15.03.010	Направляющая распорок	1				
		11	17.БР.ОТМП.15.03.011	Поперечное крепление	1				
		12	17.БР.ОТМП.15.03.012	Средняя перегородка	1				
		13	17.БР.ОТМП.15.03.013	Дополнительная пластина для главной дуги	4				
		14	17.БР.ОТМП.15.03.014	Поперечина главной дуги	2				
		15	17.БР.ОТМП.15.03.015	Направляющая защитной конструкции	1				
		16	17.БР.ОТМП.15.03.016	Задняя направляющая	1				
		17	17.БР.ОТМП.15.03.017	Заднее крепление кронштейнов	4				
		18	17.БР.ОТМП.15.03.018	Крепление передней точки двигателя	2				
		19	17.БР.ОТМП.15.03.019	Направляющая задней трубы	2				
			17.БР.ОТМП.15.03.000						
Изм./Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Волкова Е.И.						Лит.	
Проб.		Козлов А.А.						1	
Н.контр.		Виткалов В.Г.						Листов	
Утв.		Логинов Н.Ю.						2	
Обоснование инвестиций в организацию производства спортивно-гоночных автомобилей класса "Формула Студент"							ТГУ, ТМБ-1301		

Копировал

Формат А4

