

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)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Расчет стоимости производственных процессов согласно регламенту FS Rules на примере болида Formula Student

Обучающийся

Н.А. Севастьянов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

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

Консультант

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

Тольятти 2022

Аннотация

В рамках данной выпускной бакалаврской работы была предпринята попытка рассчитать себестоимость производства автомобильного прототипа. В качестве примера была использована новая модель болида класса Formula Student.

В ходе работы была описана методика расчета себестоимости гоночного болида, произведена калькуляция переменных и постоянных издержек.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 54 страниц, содержащей 13 таблиц, 26 рисунков и графической части, содержащей 6 листов.

Abstract

Formula Student can be seen as a special educational project for students all over the world that both promotes practical skills in designing and allows the participants to look at the production process from the point of view of calculating costs, researching the market, etc. It is due to the fact that economic feasibility is undoubtedly considered as one of the crucial components of designing and building a real ready-to-race car.

This qualification work is dedicated to identifying the most important parts of business planning for automotive production and manufacturing, as well as the of fixed and variable costs. In compliance with this task, all of the necessary materials and equipment pieces were defined and listed, a detailed production plan was developed and further described, including the organization structure and for salary rates for workers, and the costs of manufacturing processes. According to the calculations, it was possible to find a break-even point for a company that produces Formula Student vehicles and calculate the cost of production of a car prototype.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	6
1.1 Описание проекта Formula Student	6
1.2 Бизнес-планирование в рамках организации автомобильного производства	11
2 Техничко-экономические показатели и структура себестоимости прототипа гоночного болида	14
2.1 Описание прототипа автомобиля	14
2.2 Технологический процесс	16
2.3 Организационная структура предприятия	27
2.4 Материальные затраты	31
2.5 Постоянные издержки	34
2.6 Точка безубыточности	38
2.7 Анализ конкурентов	42
Заключение	48
Список используемой литературы и используемых источников	49

Введение

«Сложившаяся на данный момент ситуация на рынке труда заставляет молодых специалистов не только набирать прочную теоретическую базу в конкретных областях знаний, но и обладать достаточным опытом и пониманием общеэкономических процессов, движущих проекты и бизнес» [19]. Международный проект Formula Student (с англ. «Формула Студент») направлен на развитие таких компетенций, которые позволили бы студентам самостоятельно заниматься разработкой автомобильных прототипов и изучать принципы работы инжиниринговых компаний в кратчайшие сроки.

В бакалаврской работе исследуется одна из последних моделей, разработанных и построенных в Центре машиностроения ТГУ, а именно прототип электрического болида.

Основная цель работы заключается в описании производственной системы автомобильного прототипа и расчете его себестоимости. Цель обусловила постановку следующих задач: 1) описать инженерный проект Formula Student; 2) определить понятие «бизнес-планирование» в рамках автомобильной индустрии; 3) описать разрабатываемый продукт – гоночный болид с электрической силовой установкой; 4) охарактеризовать технологический процесс производства; 5) предложить вариант организации предприятия; 6) рассчитать себестоимость; 7) найти точку безубыточности; 8) проанализировать конкурирующие продукты на рынке.

Результаты работы могут быть использованы при подготовке документов для защиты дисциплин «Презентация бизнес-плана» и «Отчет о затратах производства».

1 Состояние вопроса

1.1 Описание проекта Formula Student

«В настоящее время международный студенческий проект Formula Student стал одним из самых популярных инженерных соревнований среди студентов всего мира» [4]. «Уникальность этого проекта можно объяснить, с одной стороны, его образовательным аспектом, который заключается в том, что работа над проектом интегрирована в учебный процесс студентов-участников. С другой стороны, практическая направленность проекта способствует развитию практических навыков студентов и созданию конечного результата проекта – гоночного автомобиля FSAE» [19].

«Построенный болид, согласно техническому регламенту, не всегда гарантирует сто процентное участие в соревнованиях. Порядок регистрации на мероприятие утверждается организаторами, например, для регистрации на соревнования Formula Student Germany, которые являются одними из самых престижных в Европе, необходимо решить инженерные задачи на скорость в онлайн формате. Участники ранжируются по количеству набранных баллов и команды, попавшие под квоту, приглашаются на соревнования.

После регистрации, для команды наступает период подготовки к соревнованиям: окончательная сборка всех агрегатов и узлов болида, подготовка материалов для защиты статических дисциплин, а также проведение ряда испытаний» [9].

«Первым этапом соревнований является техническая инспекция, которая состоит из следующих подразделов» [8]:

- pre-inspection,
- accumulator inspection,
- electrical inspection,
- mechanical inspection,
- autonomous system inspection

- tilt test,
- vehicle weighing,
- noise test,
- brake test,
- post event inspection.

Чаще всего в прохождении технической инспекции принимает участие вся студенческая команда, которая занималась разработкой болида, что отражено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Прохождение технической инспекции

«Далее соревнования делятся на два основные части: статические и динамические дисциплины» [14].

Skidpad («восьмерка»). Трек для прохождения данной дисциплины состоит из двух кругов, образующих цифру «восемь». Пилоту необходимо последовательно обогнуть каждый круг по два раза, при этом судьями учитывается время второго прохождения круга.

Acceleration (ускорение). Задачей пилота является как можно быстрее пройти расстояние длиной 75 метров по прямой. При прохождении

дисциплины оцениваются скоростные характеристики болида и умение пилота поймать нужный момент сцепления колес с дорогой.

Autocross (автокросс). «Трек для автокросса включает как прямые участки, так и различные повороты, шпильки» [7]. В ходе дисциплины проверяется маневренность и скорость машины.

Endurance (гонка на выносливость). Данная дисциплина является одной из самых значимых на соревнованиях «Formula Student», так как направлена на проверку такого важного показателя как надежность конструкции построенного командой болида. Общая длительность гонки составляет 22 км, при этом каждый круг приблизительно равен 1 км. В отличие от остальных динамических дисциплин, на прохождение гонки на выносливость дается только одна попытка, на середине гонки пилоты меняются.

Efficiency (топливная эффективность). Проверка эффективности является составляющей гонки на выносливость и не предполагает прохождения каких-либо дополнительных динамических испытаний. После завершения гонки судьями замеряется расход топлива (в случае с болидом на двигателе внутреннего сгорания) или расход заряда аккумулятора (если болид электрический).

Ввиду специфики соревнований «Formula Student», а именно благодаря упору на образовательную составляющую данного проекта, значительное внимание уделяется и статическим дисциплинам, которые включают:

Business Plan Presentation Event (презентация бизнес-плана). На презентации бизнес-плана судьи выступают в роли потенциальных инвесторов. При этом перед участниками стоит задача убедить их в том, что просчитанная командой бизнес-модель является прибыльной, и проект заслуживает вложения инвестиций.

Cost and Manufacturing Event (отчет о стоимости производства). В ходе данной «дисциплины проверяется понимание командой производственных процессов, необходимых для создания гоночного болида, а также умение находить способы сделать производство менее затратным и более

эффективным» [6].

Engineering Design Event (защита дизайна конструкции). Защита дизайна конструкции считается одной из наиболее важных дисциплин, поскольку «направлена на проверку инженерных знаний, а также понимания студентами причин выбора тех или иных конструкторских решений при проектировании конкретного гоночного автомобиля» [24].

Во время прохождения дисциплины участники команды должны продемонстрировать отличные теоретические знания и умение обосновать свои решения касательно общей концепции болида и его систем в ходе разговора с судьями, в роли которых выступают ведущие инженеры и специалисты в области автомобилестроения.

Дисциплина оценивается по следующим категориям, представленным в таблице 1:

Таблица 1 – Распределение очков в Business Plan Presentation

Категория	Количество очков
Видео-презентация	10
Новизна	10
Содержание	20
Финансовая часть	10
Deep Dive Topic	10
Структура презентации	15
Подача	10
Ответы на вопросы	10
Общее впечатление	5
Всего:	100

Регламентом допускаются изменения в т.н. «разбалловке», однако основные категории остаются неизменными – большим количеством баллов оцениваются содержание и финансовая составляющая.

Стоит заметить, что экономические дисциплины всегда были неотъемлемой частью инженерного проекта Formula Student. Основателем движения в России является организатор команды МАДИ, который в 2005 году создал первую в стране студенческую инженерную команду, а уже на

следующий год коллектив впервые выехал на зарубежный этап Formula Student Germany. Огромной популярностью проект обзавестись не успел, тем не менее, спустя год появилась вторая команда – Московского политехнического университета. В 2007 году третьей российской командой стала группа студентов из Тольяттинского государственного университета, которая получила название Togliatti Racing Team.

Через год после создания команды ее участниками был собран первый гоночный болид Sprint 01. Автомобиль получился весьма уникальным: обвес полностью «из стеклопластика, разгон до 100 км/ч за 4 секунды, двигатель от мотоцикла Honda CBR 600 F4. Однако единственным существенным недостатком машины являлась ее большая масса – 380 кг. Несмотря на это команде удалось завоевать второе место на российских соревнованиях. Спустя год, уже в 2009 году, команда представила новый болид Sprint 01M, в котором была произведена модернизация конструкции» [12]. Это, в первую очередь, позволило облегчить машину до 310 кг. Другими нововведениями были установка новой подвески, оптимизация электропроводки, новый материал кузова.

После этого «команда пережила период застоя и только спустя пять лет был представлен новый болид под названием White Shark, который был спроектирован и построен в рекордно быстрые сроки» [15] – всего три месяца. Машина с двигателем от мотоцикла Honda CBR 600 RR весила 300 кг. В 2015 году команда сменила состав и продолжила развитие – в частности, был сконструирован новый автомобиль Black Bullet, масса болида равнялась 262 кг, разгон до 100 км/ч за 3 секунды. Машина удостоилась большого количества наград в разных номинациях, «на соревнованиях Formula Student Russia команда заняла третье место в общем зачете, получив кубок конструкторов» [13].

«Надежность и выносливость стали визитной карточкой команды, что было воплощено и в следующей разработке – болиде Violet Demon, построенном в 2017 году. Болид имел измененную форму кузова, двигатель

от мотоцикла KTM 200 Duke, яркофиолетовый окрас рамы и сниженную массу до 225 кг. Команда заняла 14 место из 50 в гонке на выносливость на международном этапе Formula Student Italy и 34 место в общем зачете в Венгрии. На соревнованиях 2018 года команда представила новый болид Black Scorpion. Появилось заднее антикрыло, улучшенная подвеска, двигатель от мотоцикла KTM 690 45 HP. В сентябре 2018 года на Formula Student Moscow команда заняла 1 место в дисциплинах Skidpad, Fuel Efficiency и получила 1 место в общем зачете. Улучшенные боковые и передние антикрылья появились на новом болиде Black Scorpion G.2, спроектированном по немецкому регламенту Formula Student Rules в 2019 году. Конструкторам команды удалось уменьшить общую массу машины до рекордных 245 кг» [22].

1.2 Бизнес-планирование в рамках организации автомобильного производства

Калькуляция себестоимости прототипа автомобиля представляется крайне важной, однако не единственной частью при создании бизнес-плана для автомобильного предприятия. С целью грамотно распределить статьи затрат при разработке продукции нужно обладать пониманием протекающих бизнес-процессов и иметь представление о текущей ситуации на рынке [19].

«Рациональное планирование производства и продаж во многом позволяет избежать простоя производственных линий или перегруженности складских помещений готовой продукцией. Именно поэтому роль планирования на предприятиях, в том числе автомобильных, крайне велика» [16]. Бизнес-план как документ и бизнес-планирование как процесс, стоящий за его созданием, опираются на смежные экономические сферы, такие как экономика предприятия, финансовый план, менеджмент, маркетинговые стратегии, управление персоналом и т.д. Вместе с тем, создание бизнес-плана требует от специалиста достаточно широкого понимания о том, как именно

производится конкретный вид продукции.

С другой стороны, четко составленный бизнес-план не может являться гарантом успеха предприятия ввиду присутствия внушительного количества других факторов, также имеющих влияние. Зачастую учесть все эти факторы – невыполнимая задача. Стоит упомянуть, однако, что ввиду своей гибкости, бизнес-планирование все же «не исключает возможности вносить изменения по ходу развития бизнеса или усовершенствования продукта» [17].

«Составлению бизнес-плана соответствует ряд задач:

Оценка успешности развития проекта или предприятия. Оценивание достигнутых результатов ведется непрерывно и в контексте сравнения с намеченным ранее планом, что позволяет выявить, насколько ожидания от деятельности предприятия совпадают с реальностью. В случае отставания от графика целесообразно внести коррективы в работу компании или в сам план, а в некоторых случаях – зафиксировать убытки и выйти из проекта. Если же наблюдается опережение графика, то также предпринимается попытка подстроить график под новые показатели» [18].

«Определение организационной структуры. Поскольку создание автомобильного предприятия неизменно предполагает привлечения некоторого количества специалистов и управляющего персонала, видится логичным закрепление за каждым работником ряда задач, предусмотренных к исполнению. В зависимости от достигнутых результатов, т.е. ключевых показателей, возможно введение системы поощрений и наказаний за проделанную работу, что, в свою очередь, ведет к более успешному функционированию бизнеса» [20].

Обозначенные задачи помогают сохранять «выполнение этапов реализации любого проекта под контролем, а также способствуют выявлению и устранению ошибок в работе предприятия, что, в свою очередь, повышает его эффективность. С понятием бизнес-плана также связан особый временной фактор – горизонт планирования, к которому относятся короткие, средние и длинные сроки. Конечно, деление на периоды носит условный

характер и различается в разных странах. В России, например, ввиду изменчивости курса валют краткосрочный план составляется на один-два года» [15].

Выводы по разделу

В первом разделе работы был описан проект Formula Student, в рамках которого студенческие команды проектируют и собирают рабочий гоночный болид в условиях ограниченного времени (командам дается один год на разработку нового автомобиля) и бюджета. Помимо защиты конструкции автомобиля к проекту также относятся некоторые «статические» дисциплины: защита стоимости производства и презентация бизнес-плана. Подобные дисциплины призваны проверить знания студентов в области экономической обоснованности производства разработанных автомобильных прототипов.

Подготовка материалов для защиты бизнес-плана или так называемого ВОМ (Bill of Materials) требует четкого понимания основополагающих экономических понятий, а также структуры бизнес-плана как документа. Кроме того, следует не забывать об организации структуры предприятия и оценки возможных технологических рисков.

2 Технико-экономические показатели и структура себестоимости прототипа гоночного болида

2.1 Описание прототипа автомобиля

«В соответствии с регламентом проекта Formula Student, разработанный гоночный болид EScorpion относится к классу EV, то есть принадлежит к числу болидов с электрической силовой установкой. Основная концепция заключается в создании простой, но надежной и эффективной конструкции, обладающей большим запасом прочности несущих элементов. Представленный гоночный автомобиль принадлежит к линейке Scorpion, то есть был спроектирован и построен на базе болидов, разработкой которых команда Togliatti Racing Team занималась, начиная с 2018 года» [23].

Гоночный болид изображен на рисунках 2 и 3:



Рисунок 2 – Гоночный болид

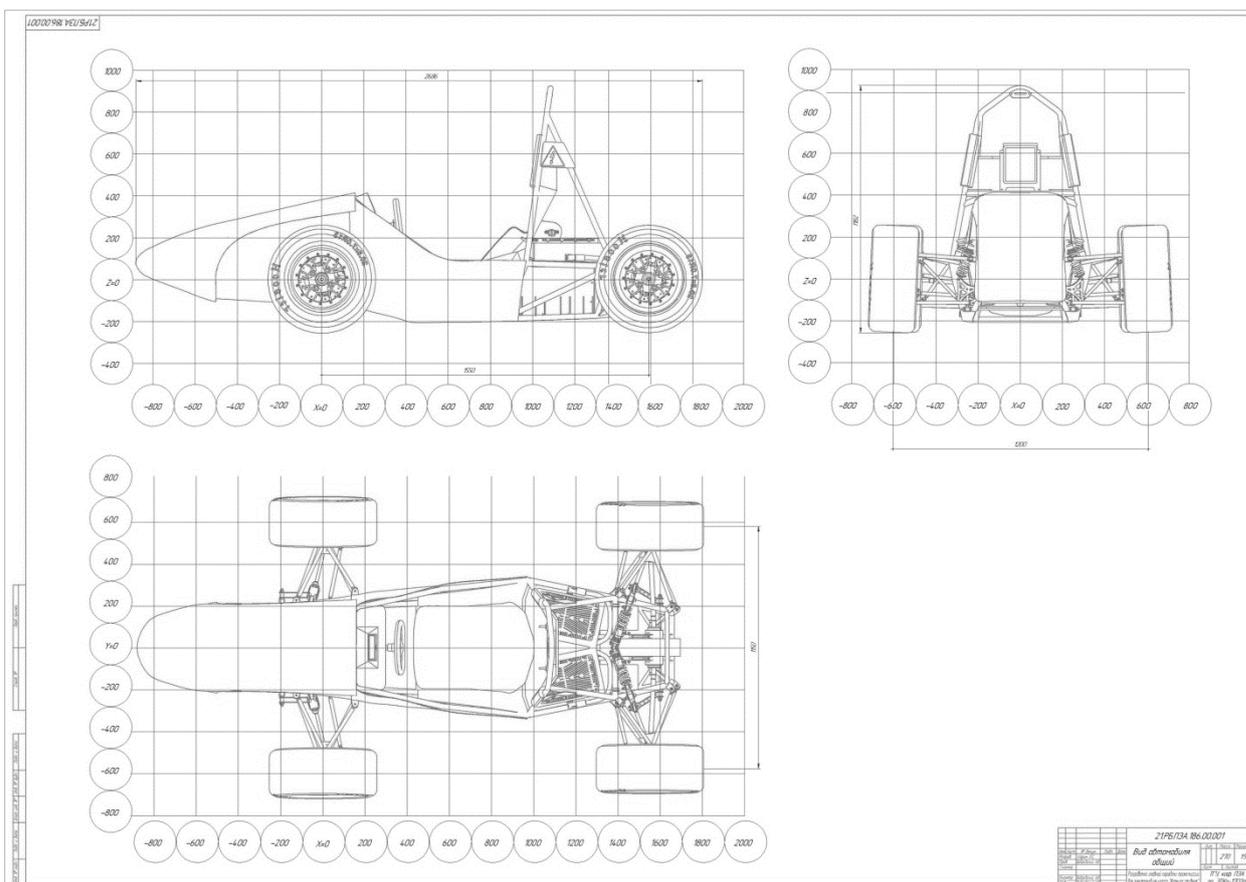


Рисунок 3 – Чертеж общего вида

«Предполагаемое предприятие будет работать над производством и продажей гоночных болидов класса Formula Student по направлениям B2B и B2C. В первом случае можно говорить о взаимодействии с картинговыми центрами, которые предлагают на прокат легкие карты и рассматривают возможность расширения бизнеса за счет приобретения/аренды гоночных болидов для езды по треку на открытом пространстве. В случае выхода на рынок B2C также следует рассматривать потребителей в контексте индустрии развлечений и подстраивать продукцию и маркетинговую кампанию под этот сегмент рынка» [19].

«Для расчета технологической себестоимости был использован поэлементный метод. Поэлементный метод определения технологической себестоимости включает расчет следующих статей затрат:

- затраты на основные материалы M (за вычетом отходов) или

- стоимость заготовки $S_{\text{заг}}$;
- заработная плата основных производственных рабочих Z_o ;
- заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков) Z_b ;
- амортизационные отчисления на оборудование и дорогостоящую оснастку с длительным сроком службы $A_{\text{отч}}$;
- затраты на инструмент $S_{\text{ин}}$;
- затраты на быстроизнашивающуюся технологическую оснастку $S_{\text{ос}}$;
- затраты на технологическую энергию $S_э$;
- затраты на обслуживание и ремонт оборудования S_p ;
- затраты на настройку инструментов вне станка для станков с ЧПУ S_n ;
- прочие затраты Pr .

Расчет затрат технологической себестоимости поэлементным методом сводится к суммированию перечисленных статей» [19].

2.2 Технологический процесс

Технологическим процессом называют некую систему последовательных действий, по выполнению которых можно прийти к нужному результату. Другими словами, к технологическому процессу относятся операции, которые нужно совершить, чтобы изготовить необходимую деталь.

После того, как подвеска рассчитана и оптимизирована, точки подвески переносятся в программы 3D моделирования (КОМПАС 3D, Autodesk Fusion 360) по координатам, полученным в программе «Lotus suspension analysis». Данные точки определяют конструкцию будущей пространственной рамы, так как крепления рычагов подвески для увеличения жесткости рамы должны быть размещены в узлах пространственной рамы. Так же, при соединении полученных точек пространственными линиями, получают направляющие для будущих рычагов и тяг подвески (рисунок 4).

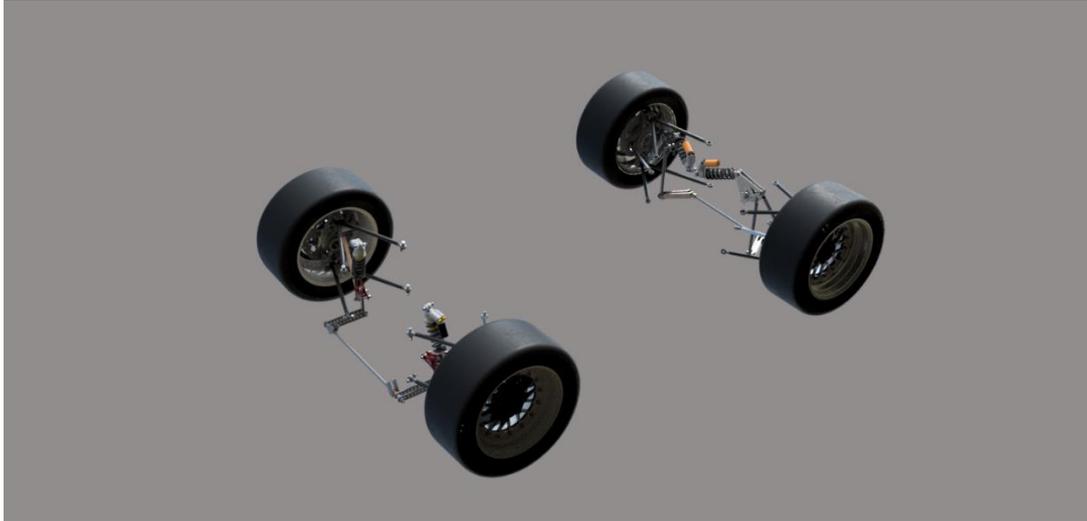


Рисунок 4 – 3D модель полной сборки подвески

Сначала проектируется конструкция рычагов подвески, далее опорные узлы. Гасящие и упругие элементы, а также стабилизаторы поперечной устойчивости komponуются после того, как будет разработана пространственная рама. Важно, чтобы в 3D модели учитывалось сжатие пружин в статическом положении с пилотом внутри болида, иначе рассчитанная геометрия не будет работать так, как было заложено при проектировании. Кулак в сборе показан на рисунках 5 и 6 ниже:

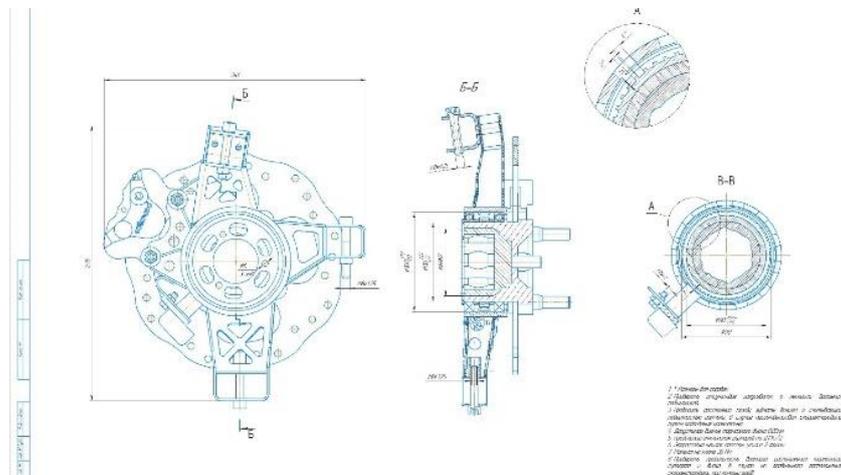


Рисунок 5 – Чертеж кулака

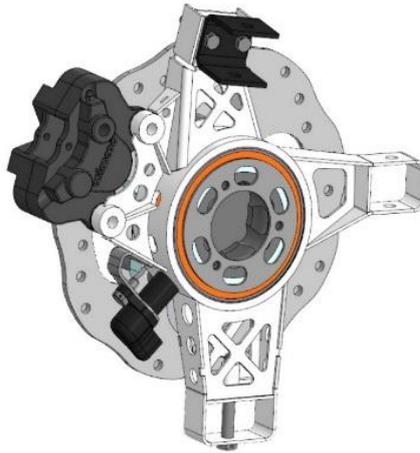


Рисунок 6 – Модель кулака

Опорный узел, или кулак (поворотный кулак, задний кулак) - сложная конструкция, которая должна: обеспечивать надежное крепление тормозной системы, обеспечивать посадку ступицы, обеспечивать передачу нагрузки с колес на рычаги подвески, обеспечивать правильность геометрии (угол кастора, угол шкворня, угол аккермана, плечо обкатки), обеспечивать передачу крутящего момента с двигателя на колеса, не изменяя углов установки колес.

Кроме того, каждый особо нагруженный узел подвергают искусственному нагружению в CAD- системах. На рисунке 8 изображено одно из таких нагружений в программе Autodesk Fusion 360. Важно, чтобы значения напряжений при высоких нагрузках не превышали предел текучести материала из которого изготовлена конструкция.

Таким образом, удалось снизить вес поворотных кулаков. Поворотные кулаки прошлого года весили 849 грамм и были выполнены из стали. Это надежная конструкция, однако очень тяжелая. Алюминиевый кулак этого года, выполненный из алюминия весит 714 грамм. Возможно, это недостаточно эффективное снижение веса. Однако удалось снизить практически 300 грамм неподрессоренной массы передней оси и преобрести

опыт в изготовлении нагруженных алюминиевых узлов.

«Для расчета трудовых затрат, а также для определения потребности предприятия в оборудовании, были прописаны операции, необходимые для изготовления каждого из узлов автомобиля. В качестве примера приведем описание изготовления заднего кулака (рисунок 7)» [19].



Рисунок 7 – Задний кулак болида

В таблице 2 указаны операции по его изготовлению, к которым относятся резка, торцевание, точение, расточка, лазерная резка, сверление, гибка, обработка на станке, установка в стапель, сварка, обезжиривание поверхности (подготовка детали к сварке), запрессовка. Перечисленные процессы актуальны для изготовления конкретного кулака – в случае изготовления той же детали для другой модели болида, операции могут различаться.

Таблица 2 – Технологический процесс изготовления заднего поворотного кулака

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование	Норма времени, мин
1	2	3	4	5
010	Резка	Разрезать круглую стальную трубу внешний диаметр 115 мм, внутренний диаметр 78 мм	Углошлифовальная машина	15
020	Торцевание	Торцевать трубу до длины 42,7 мм	Токарный станок	15
030	Точение	Сточить до внешнего диаметра 110 мм	Токарный станок	10
040	Расточка	Расточить до внутреннего диаметра 95 мм	Токарный станок	20
050	Лазерная резка	Разрезать стальную пластину 2 мм на 16 деталей	Лазерный станок	30
060	Сверление	Вырезать отверстия в заготовке	Лазерный станок	5
070	Гибка	Погнуть 4 стальные пластины по чертежу	Трубогиб	20
80	Обработка	Убрать заусенцы и обработать поверхности углошлифовальной машиной	Углошлифовальная машина	15
90	Резка	Отрезать 50 мм от стального прутка диаметром 20 мм	Углошлифовальная машина	5
100	Торцевание	Торцевать пруток с одной стороны	Токарный станок	3
110	Сверление	Рассверлить до внутреннего диаметра 8 мм	Токарный станок	15
120	Отрезка	Отрезать от заготовки 11 мм (x2)	Токарный станок	15
130	Резка	Отрезать 50 мм от стального прутка диаметром 10 мм	Углошлифовальная машина	5
140	Торцевание	Торцевать пруток с одной стороны	Токарный станок	3
150	Сверление	Рассверлить до внутреннего диаметра 6 мм	Токарный станок	15

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
160	Отрезка	Отрезать от заготовки 14 мм (x2)	Токарный станок	15
170	Резка	Отрезать 40 мм от стального прутка диаметром 12 мм	Углошлифовальная машина	5
1	2	3	4	5
180	Торцевание	Торцевать пруток с одной стороны	Токарный станок	3
190	Сверление	Рассверлить до внутреннего диаметра 7 мм	Токарный станок	15
200	Нарезание резьбы	Нарезать внутреннюю резьбу М8	Метчик	10
210	Отрезка	Отрезать от заготовки 14 мм	Токарный станок	5
220	Установка в стапель	Установка деталей кулака в стапель		120
230	Обезжиривание	Обезжирить поверхность перед сваркой	Углошлифовальная машина	3
240	Сварка	Сварить детали кулака, закрепленные в стапеле	Сварочный аппарат	60
250	Обработка	Удаление окалины и зачистка швов	Углошлифовальная машина	40
260	Расточка	Расточить до диаметра 100 мм на глубину 39,7 мм	Токарный станок	100
270	Лазерная резка	Вырезать форму заготовки внешний диаметр 86 мм, внутренний диаметр 80 мм (x2)	Лазерный станок	10
280	Точение	Сточить заготовки до длины 4,85 мм	Токарный станок	20
290	Лазерная резка	Вырезать форму заготовки сектора АБС внешний диаметр 96 мм, внутренний диаметр 80 мм	Лазерный станок	15
300	Запрессовка	Запрессовать подшипник 1	Пресс	5
310	Установка	Установить проставочное кольцо 1	—	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
320	Установка	Установить сектор АБС	—	1
330	Установка	Установить проставочное кольцо 2	—	1
340	Запрессовка	Запрессовать подшипник 2	Пресс	5
1	2	3	4	5
350	Лазерная резка	Вырезать форму заготовки внешний диаметр 105 мм, внутренний диаметр 94 мм	Лазерный станок	10
360	Установка	Установить приварное стопорное кольцо	—	2
370	Обезжиривание	Обезжирить поверхности перед сваркой	Углошлифовальная машина	2
380	Сварка	Точечно приварить стопорное кольцо	Сварочный аппарат	10

Подобным образом было дано описание остальным узлам гоночного болида. На основе этого были выявлены ключевые процессы, а также сопутствующая трудоемкость изготовления систем, отраженных в регламенте инженерного проекта Formula Student [13].

«Ниже указаны наименования оборудования, которое задействовано в производстве автомобиля, отражено фактическое время в эксплуатации. Для расчета коэффициента загрузки оборудования мы воспользовались формулой 1 ниже:

$$K_{tc} = \frac{T_f}{T_c}, \quad (1)$$

где K_{tc} – коэффициент загрузки оборудования;

T_f – фактический фонд рабочего времени оборудования, ч;

T_c – календарный фонд рабочего времени оборудования, ч.

Календарный фонд рабочего времени по формуле (2) составит» [11]:

$$Tc = A \times Ts \times Qs, \quad (2)$$

где A – количество рабочих дней в году, шт.;

Ts – длительность смены, ч;

Qs – количество смен, шт.

Поскольку в текущем году установлено двести сорок семь рабочих дней, а описываемое предприятие работает только в одну смену (длительность смены считать 8 ч), фонд рабочего времени составит [12]:

$$Tc = 247 \times 8 \times 1 = 1976 \text{ ч}$$

Рассчитанные коэффициенты загрузки для оборудования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет коэффициента загрузки оборудования

Наименование	Фактический фонд рабочего времени	Ktc
Токарный станок	388000 мин	196,36
Лазерный станок	119500 мин	60,48
Сварочный аппарат	117500 мин	59,46
Углошлифовальная машина	142300 мин	72,01
Гибочный станок по листовому металлу	15100 мин	7,64
Трубогибочный станок	39200 мин	19,84
Гидравлический пресс	4900 мин	2,48
Фрезерный станок с ЧПУ	189000 мин	95,65
Точильный станок	12300 мин	6,22
Сверлильный станок	36400 мин	18,42

«Так как коэффициент загрузки токарного станка превысил 100%, предприятию потребуется два станка данного наименования. Коэффициент загрузки гибочного, трубогибочного, точильного и сверлильного станков, а также гидравлического пресса является недостаточным, из-за чего выгоднее

использовать аутсорсинг вместо закупки оборудования» [10].

«Средний коэффициент загрузки равняется около 53,89%, как показано на рисунке 8. Таким образом, можно сделать вывод, что оборудование используется эффективно» [20].

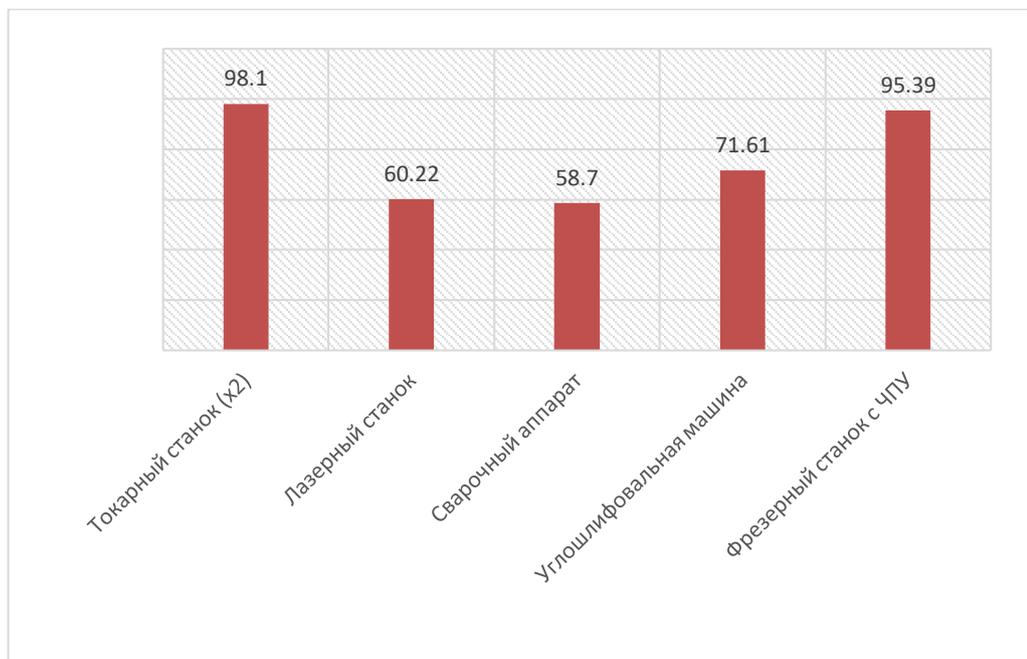


Рисунок 8 – Коэффициент загрузки оборудования

Для расчета такого вида издержек, как постоянные, потребуется знать объем отчислений на амортизацию. «Произведем соответствующий расчет для оборудования за год с помощью формулы 3.

$$D = IC \times V_{year} / V_{total}, \quad (3)$$

где D – размер амортизации оборудования в год, руб.;

IC – изначальная стоимость единицы оборудования, руб.;

V_{year} – объем производства за 1 год, ед.;

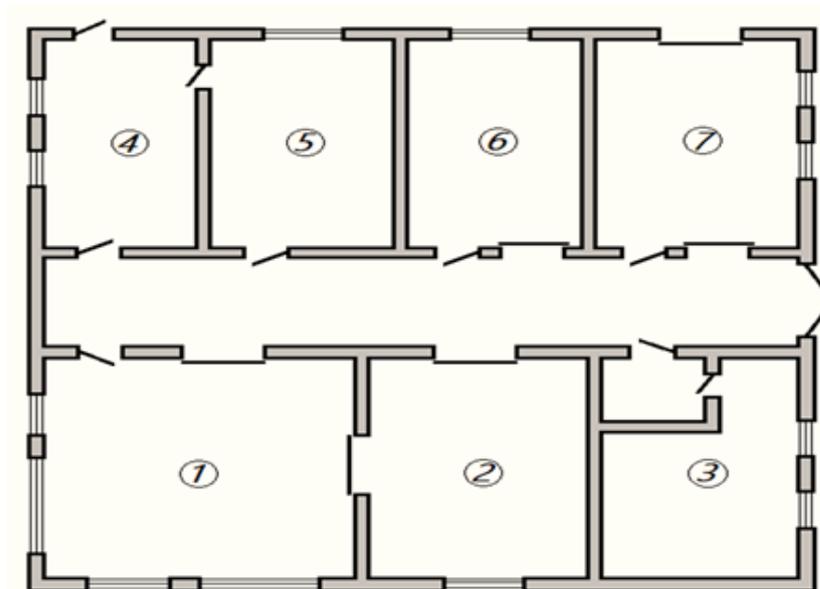
V_{total} – ожидаемый объем производства за срок эксплуатации оборудования, руб.

Результат расчетов представлен в таблице 4 отражающей объем отчислений на амортизацию оборудования» [1].

Таблица 4 – Отчисления на амортизацию

Оборудование	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.	Продолжительность эксплуатации	Размер амортизационных отчислений, руб.
Токарный станок 2 шт.	235680	2	471360	7	67337
Лазерный станок для резки металла	3537420	1	3537420	7	505346
Сварочный аппарат	33900	1	33900	7	4843
Углошлифовальная машина	1800	1	1800	7	257
Широкоуниверсальный фрезерный станок с ЧПУ	1155000	1	1155000	7	165000
Итого:					742783

«Для упомянутых наименований оборудования потребуется цех (производственное помещение) площадью 390 м², которое условно было разбито на несколько зон, как показано на рисунке 9 ниже» [2]:



Производственные помещения: 1 – зона сборки (83 м²), 2 – зона механической обработки (54 м²), 3 – зона покраски (48 м²), 4, 5 – проектировочная (97 м²), 6 – зона работы с карбоном (49 м²), 7 – складское помещение (68 м²).

Рисунок 9 – Внутренний вид производства

«Затраты на аренду производственной площади рассчитывались по формуле (4):

$$Z_n = C \times S_n \times n_m, \quad (4)$$

где Z_n – затраты на аренду помещения, руб.;

C – цена аренды за 1 м², руб.; $C = 225$ руб.;

S_n – площадь помещения, м²; $S_n = 400$ м²;

n_m – количество месяцев, за которые рассчитывается аренда; $n_m = 12$.

Таким образом, годовая аренда производственного помещения составит» [19]:

$$Z_n = 225 \times 400 \times 12 = 1080000 \text{ руб.} = 15429 \$$$

2.3 Организационная структура предприятия

Предприятие по производству гоночных автомобилей мы можем поделить на три рабочих сектора:

Отдел финансово-хозяйственной деятельности (Financial department), включая «руководителя отдела (head of department), специалиста по логистике (logistician), бухгалтера (accountant), маркетолога (marketing specialist), менеджеров (managers)» [9].

Производственный отдел (Production department), включая руководителя отдела (head of department), сварщика (welder), оператора лазерного станка (laser machine operator), операторов токарного станка (lathe machine operators), механика (mechanic), оператора фрезерного станка (milling machine operator).

«Технический отдел (Technical department), включая руководителя отдела (head of department), инженеров (engineers) и проектировщика (designer).

Согласно плану предприятия, все три отдела, включая глав отделов, подчиняются главному директору (Chief Executive Officer) [8]. Наглядная структура компании представлена на рисунке 10» [19].

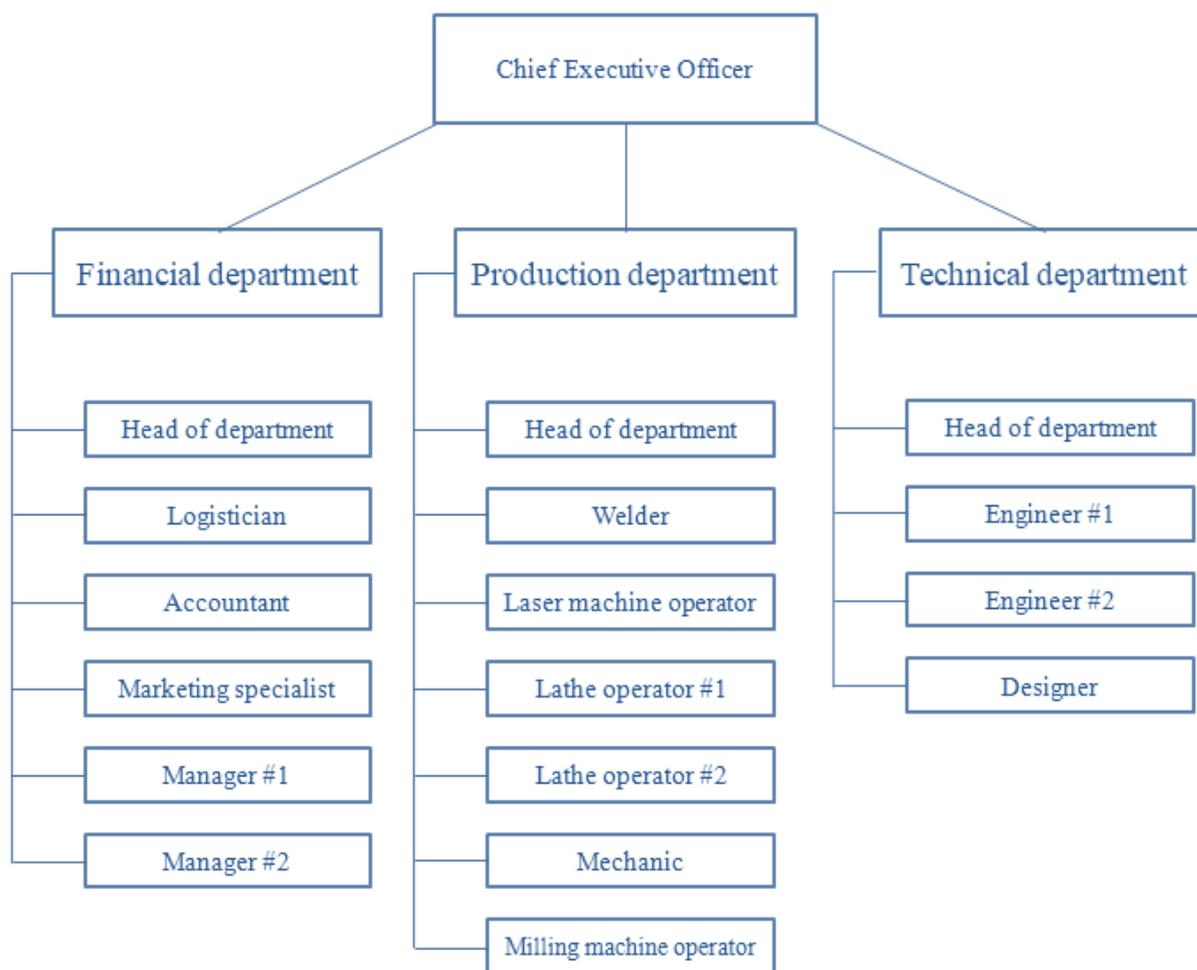


Рисунок 10 – Организация предприятия

«Чтобы определить потребность компании в рабочих, была произведена калькуляция коэффициента загрузки персонала, аналогичная по своему принципу расчету коэффициента загрузки оборудования (формула (4)).

Понимая полную трудоемкость изготовления одного гоночного болида и объем выпуска продукции за один год, мы можем перечислить коэффициенты загрузки для основных работников предприятия, как показано в таблице 5» [7].

Таблица 5 – Коэффициент загрузки персонала

Работник	Фактический фонд рабочего времени, мин	Коэффициент загрузки
Сварщик	123500	62,50
Оператор лазерного станка	124700	63,11
Токарь	386080	195,38
Слесарь	142400	72,06
Оператор фрезерного станка	189650	95,98

«За основу фонда заработной платы была взята оплата труда работников, предоставляющих свои услуги сдельно, то есть по расценкам, и повременщиков, которые работают по установленному тарифу. При повременной системе заработной платы расчет идет по формуле 5:

$$Z_o = Ч_{ст\ ср} \times t_{техн} \times (1+\alpha) \times (1+\beta), \quad (5)$$

где $Ч_{ст\ ср}$ – средняя тарифная ставка основных производственных рабочих в данном технологическом процессе, руб./ч;
 $t_{техн}$ – трудоемкость технологического процесса, ч;
 α – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;
 β – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (34,2%).

Так, расчет заработной платы для сварщика будет выглядеть следующим образом» [6]:

$$Z_o = 55,42 \times 1933 \times (1+0,15) \times (1+0,342) = 165328,88 \text{ рублей}$$

«Подобным образом была вычислена заработная плата остальных рабочих (оператора лазерного станка, токарей, слесаря и оператора фрезерного станка) с учетом тарифных ставок и трудоемкости

технологических процессов, результаты представлены в таблице 6» [19].

Таблица 6 – Заработная плата персонала

Работник	Средняя тарифная ставка, руб./ч	Трудоемкость технологического процесса, ч	Заработная плата, руб.
Сварщик	55,42	1933	165328,88
Оператор лазерного станка	62,03	1983	189834,37
Токарь #1	57,70	3232	287804,46
Токарь #2	57,60	3232	287804,46
Слесарь	55,42	2358	201679,00
Оператор фрезерного станка	62,05	3142	300883,47
Итого:			1433334,64

В таблице 7 прописан размер заработной платы основных штатных сотрудников, исходя из потребности предприятия в кадрах.

Таблица 7 – Заработная плата сотрудников

Наименование должности	Заработная плата в месяц, руб.	Заработная плата в год, руб.
Директор	80000	960000
Руководитель отдела финансово-хозяйственной деятельности	50000	600000
Специалист по логистике	35000	420000
Бухгалтер	35000	420000
Маркетинговый специалист	35000	420000
Управляющий	35000	420000
Руководитель производственного отдела	50000	600000
Руководитель технического отдела	50000	600000
Инженер-проектировщик	35000	420000
Инженер-конструктор	35000	420000
Проектировщик	35000	420000
Итого:		5700000

Можно сделать вывод о том, какой объем финансирования уходит в год на отчисления рабочему персоналу предприятия.

2.4 Материальные затраты

«В соответствии с пунктом регламента соревнований Formula Student S 2.4.4» [21], «разработанный для участия в проекте гоночный болид следует условно разбивать на следующие системы:

- тормозная система,
- двигатель,
- рама и обвес,
- электрокомпоненты,
- рулевая система,
- подвеска,
- колеса,
- сборка и финальная отделка» [18].

«Каждый из узлов можно далее разбить на отдельные сборки и детали, которые могут быть как покупными, так и изготовленными самостоятельно. В случае если узел состоит из покупных деталей, при подсчете стоимости узла были просуммированы цены деталей с учетом крепежных устройств. При самостоятельном изготовлении учитывались все сопутствующие расходы на материалы и их доставку» [19].

«Потребность в основных материалах определяется исходя из их плановых норм расхода на единицу продукции. По формуле (6) была рассчитана стоимость для всех узлов автомобиля» [6]:

$$M = G \times C_m \times (1 + k_{т.з.}) - G_{от} \times C_{от}, \quad (6)$$

где G – расход материала на единицу изделия, кг;

C_m – цена единицы измерения массы материала, руб./кг;

$K_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные затраты (0,05–0,15);

$G_{от}$ – масса реализуемых отходов, кг;

$C_{от}$ – цена отходов за единицу измерения, руб./кг.

Результаты расчетов отражены в таблице 8. «Ввиду того, что документация для соревнований Formula Student предоставляется на английском языке и с использованием иностранной валюты, все цены в таблице указаны в долларах США, на момент расчетов был взят курс доллара, равный 60 российским рублям» [19].

Таблица 8 – Расходные материалы

Система	Деталь	Цена, \$	Кол-во	Стоимость, \$
1	2	3	4	5
Тормозная система	Баланс бар	13,04	1	13,04
	Тормозные диски	310,87	4	1 243,48
	Тормозная жидкость	22,28	1	22,28
	Тормозной контур	104,49	1	104,49
	Тормозной цилиндр	378,70	2	757,39
	Тормозные колодки	11,00	8	88,00
	Суппорта	173,16	4	692,64
	Ограничитель давления	0,76	1	0,76
	Крепежка	5,80	1	5,80
Итого:	2 927,88			
Электрическая система	Стоп-сигнал	8,63	1	8,63
	BSPD	180,13	1	180,13
	Приборная панель	10,38	1	10,38
	Инверторы	774,08	2	1 548,16
	Блок предохранителей	40,32	1	40,32
	Высоковольтная батарея	5 292,75	1	5 292,75
	Световой индикатор	0,56	3	1,68
	Низковольтная батарея	21,51	1	21,51
	Звуковой сигнал	1,05	1	1,05
	Система контроля аккумуляторной батареи	1 087,19	1	1 087,19
	Тормозной переключатель	5,40	1	5,40
	Кнопки приборной панели	2,01	2	4,02
Модуль CAN	3,12	1	3,12	

	Зарядник	949,29	1	949,29
	Блок управления	23,64	3	70,92
	IMD	496,13	1	496,13
	DC-DC	114,13	1	114,13
	Проводка	185,79	1	185,79
	Главный переключатель	160,52	1	160,52
	Кнопки выключения	5,37	3	16,11
	Реле	40,79	1	40,79
	Сенсоры	312,12	1	312,12
	TSAL	48,23	1	48,23
Итого:	10 598,37			
Двигатель и трансмиссия	Приводные валы	102,76	2	205,52
	Цепь, защита цепи	33,33	1	33,33
	Охлаждающая жидкость	3,91	1	3,91
	Трубопровод охлаждающей жидкости	7,97	1	7,97
	Гранаты	37,39	4	149,57
	Мотор	950,00	2	190,00
	Расширительный бачок	3,58	1	3,58
	Звезды	26,23	2	52,46
Итого:	813,05			
Рама и обвес	Рама	189,60	1	189,60
	Обвес	130,43	1	130,43
	Эпоксидная смола	93,75	1	93,75
	Отвердитель	28,00	1	28,00
	Краска	5,36	1	5,36
	Педаль газа	23,19	1	69,57
	Педаль торможения	18,70	1	18,70
	Рычаг переключения передач	5,80	1	5,80
	Аттенюатор	304,35	1	304,35
	Пол	30,43	1	30,43
Итого:	875,99			
Рулевая система	Кардан		1	
	Рулевая рейка	710,87	1	710,87
	Рулевой вал	60,87	1	60,87
	Руль	12,59	1	12,59
	Быстросъемная муфта	278,93	1	278,93
	Рулевые тяги	11,41	1	11,41
	Кронштейны руля	4,50	1	4,50
Итого:	1 079,17			
Подвеска	Амортизаторы	718,25	4	2 873,00
	А-образные рычаги	21,45	8	171,60
	Пружины	66,13	4	264,52
	Кулаки передние	143,62	2	287,24
	Кулаки задние	185,65	2	371,30
	Стабилизаторы подвески	25,86	2	51,72
	Коромысла	10,14	4	40,56
	Пулроды	13,20	2	26,40
	Пушроды	13,20	2	26,40
	Реактивные тяги подвески	12,46	2	24,92

Итого:	4 137,66			
Колеса и шины	Колеса	253,49	4	1 013,97
	Шины	268,84	4	1 075,36
	Ступицы передние	13,77	2	27,54
	Ступицы задние	22,46	2	44,93
	Зажимные гайки	0,20	16	3,20
	Шпильки крепления колеса	0,15	16	2,40
	Шток клапана	0,10	4	0,40
Итого:	2 167,80			
Сборка и отделка	Ремни безопасности	510,00	1	510,00
	Стенка	21,74	1	21,74
	Подголовник	49,28	1	49,28
	Обивка главной дуги	32,22	2	64,43
	Сиденье	38,78	1	38,78

«Распределение стоимости по системам можно представить в круговой диаграмме (рисунок 11) следующим образом» [2]:

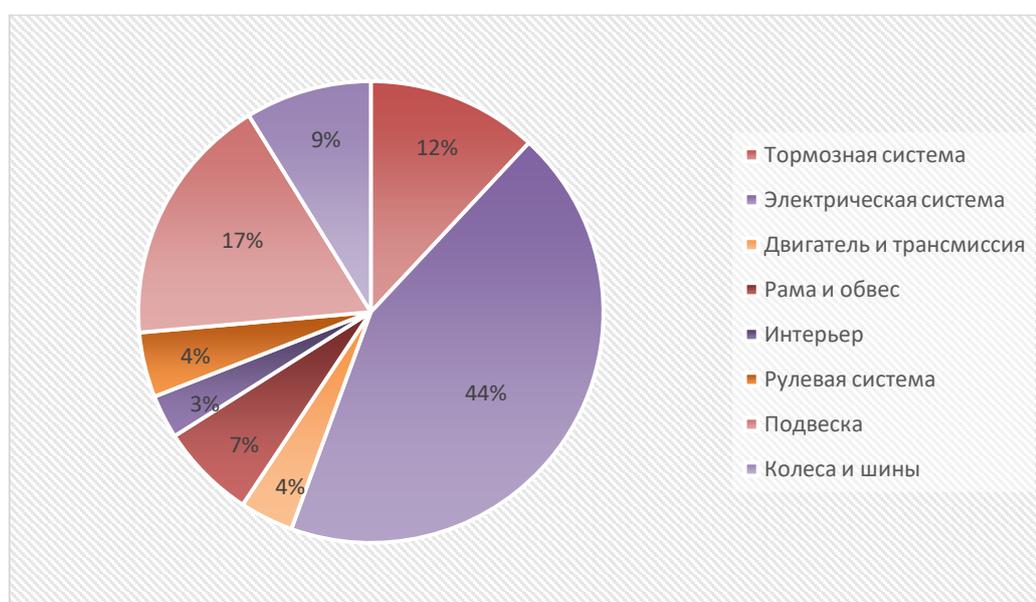


Рисунок 11 – Распределение расходов

«Значительная часть себестоимости приходится на электрическую систему, а также на подвеску, тормозную систему, шины и раму» [3].

2.5 Постоянные издержки

«Для расчета себестоимости прототипа будем оперировать несколькими основными показателями. Из затрат на материалы и на процессы изготовления каждой из систем, мы уже установили, что переменные издержки на одну машину составляют один миллион семьсот пятьдесят тысяч рублей [5].

Для расчета затрат была использована формула 7» [19]:

$$S_{э} = n \times N_i \times Ц_{э} \times k_t \times k_N \times k_w, \quad (7)$$

где n – количество единиц оборудования, ед.;

N_i – мощность, кВт;

$Ц_{э}$ – цена 1 кВт электроэнергии, руб./кВт·ч;

k_t – коэффициент загрузки по времени;

k_N – коэффициент загрузки по мощности;

k_w – коэффициент сетевых потерь.

Данные по затратам представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на технологическую электроэнергию

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	N_i , кВт	$Ц_{э}$, руб./кВт·ч	k_t	k_N	k_w	Затраты на электроэнергию, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Токарный станок	2	2,2	3,55	0,98	0,75	1,05	12,05
Лазерный станок для резки металла	1	1,5	3,55	0,6	0,75	1,05	2,52
Сварочный аппарат	1	3,5	3,55	0,59	0,75	1,05	5,77
Углошлифовальная машина	1	1,5	3,55	0,72	0,75	1,05	3,02
Широкоуниверсальный фрезерный станок с ЧПУ	1	1,5	3,55	0,95	0,75	1,05	3,98
Итого:							27,34

«С учетом календарного фонда рабочего времени общие годовые затраты на технологическую электроэнергию по формуле 8 составят» [19]:

$$Z_э = S_э \times Tc \quad (8)$$

$$Z_э = 27,34 \times 1976 = 54\,023 \text{ руб.} = 772 \$$$

«Примем также, что на аутсорсинг в год уходит 245 000 рублей или 3 500 \$, а на внепроизводственные расходы уходит 90 000 рублей или 1 286 \$.

Прочие общепроизводственные затраты рассчитывались по формуле 9» [19]:

$$Pr = Z_o \times k_{оп}, \quad (9)$$

где $k_{оп}$ – коэффициент, учитывающий прочие общепроизводственные затраты, отнесенные к заработной плате основных производственных рабочих, либо к сумме основной заработной платы производственных рабочих и затрат, связанных с работой оборудования соответственно; $k_{оп} = 0,20$.

$$Pr = 1425763,11 \times 0,20 = 285152,62 \text{ руб.} \approx 4074 \$$$

Постоянные издержки складываются из оплаты аутсорса, электроэнергии, тепловой энергии, материальных затрат и работ, а также аренды, зарплаты рабочим и прочих нужд перечислены в таблице 10 ниже.

Таблица 10 – Составляющие постоянных издержек

Наименование	Затраты, руб.
1	2
Аутсорсинговые услуги	1013760
Электроэнергия	123600

Продолжение таблицы 10

1	2
Тепловая энергия	110340
Материалы и работа	43202580
Прочие нужды	50400
Аренда	912960
Зарплата статичных работников	5171760
Итого:	50585400

Так, суммарное количество издержек составит почти 160 тыс. долларов.

Зная переменные и постоянные издержки, которые «сопровождают предложенное нами в рамках данной работы производство гоночных автомобилей, можем провести расчет по формуле 10.

$$C = V_{ед} \times N + F, \quad (10)$$

где C – себестоимость объема выпуска продукции, руб.;

$V_{ед}$ – переменные затраты на единицу продукции, руб.;

N – объем выпуска продукции в натуральном выражении, ед.;

F – постоянные затраты на объем выпуска продукции, руб.

Таким образом, себестоимость объема выпуска равняется» [19]:

$$C = 1751935 \times 100 + 11116630 = 186310130 \text{ руб.}$$

Тогда себестоимость единицы продукции (удельные затраты) можно определить по формуле 11:

$$C_{ед} = V_{ед} + \frac{F}{N}, \quad (11)$$

где $C_{ед}$ – себестоимость единицы продукции, руб.

Себестоимость гоночного автомобиля будет равняться:

$$C_{ед} = 1751935 + \frac{11116630}{100} = 1863101,3 \text{ руб.}$$

«Следовательно, с увеличением объема производства удельные затраты на единицу продукции снижаются, поскольку постоянные затраты распределяются на большее число единиц произведенной продукции и, наоборот, сокращение объема производства ведет к росту удельных затрат» [2].

«Для расчета продажной цены была заложена маржа в размере 10% и использована формула 12» [19]:

$$C_{ед} = V_{ед} / (1 - MC), \quad (12)$$

где $C_{ед}$ – цена единицы продукции, руб.;

MC – маржа.

Так, итоговая цена для потребителя будет равняться:

$$C_{ед} = 1751935 / (1 - 0,1) = 1946594,44 \text{ руб.} = 27\,808 \$$$

2.6 Точка безубыточности

«Из расчета, что переменные издержки на машину составляют около 1 миллиона 750 тысяч рублей или примерно двадцать пять тысяч долларов, можем найти точку безубыточности (таблица 11). Расчет был произведен по формулам 13 и 14:

$$TC = F + V, \quad (13)$$

где TC – общие издержки, \$;

F – постоянные издержки, \$;

V – переменные издержки, \$.

$$PR = P - TC, \quad (14)$$

где PR – прибыль на единицу продукции, \$;

P – доход с продаж, \$» [1].

Таблица 11 – Данные точки безубыточности

Кол-во машин, шт.	Постоянные издержки, руб.	Переменные издержки, руб.	Общие издержки, руб.	Продажи, руб.	Прибыль, руб.
1	2	3	4	5	6
0	9528540	0	9528540	0	-9528540
1	9528540	1501680	11030220	1668480	-9361740
2	9528540	3003360	12531900	3336960	-9194940
3	9528540	4505040	14033580	5005440	-9028140
4	9528540	6006720	15535260	6673920	-8861340
5	9528540	7508400	17036940	8342400	-8694540
6	9528540	9010080	18538620	10010880	-8527740
7	9528540	10511760	20040300	11679360	-8360940
8	9528540	12013440	21541980	13347840	-8194140
9	9528540	13515120	23043660	15016320	-8027340
10	9528540	15016800	24545340	16684800	-7860540
11	9528540	16518480	26047020	18353280	-7693740
12	9528540	18020160	27548700	20021760	-7526940
13	9528540	19521840	29050380	21690240	-7360140
14	9528540	21023520	30552060	23358720	-7193340
15	9528540	22525200	32053740	25027200	-7026540
16	9528540	24026880	33555420	26695680	-6859740
17	9528540	25528560	35057100	28364160	-6692940
18	9528540	27030240	36558780	30032640	-6526140
19	9528540	28531920	38060460	31701120	-6359340
20	9528540	30033600	39562140	33369600	-6192540
21	9528540	31535280	41063820	35038080	-6025740

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
22	9528540	33036960	42565500	36706560	-5858940
23	9528540	34538640	44067180	38375040	-5692140
24	9528540	36040320	45568860	40043520	-5525340
25	9528540	37542000	47070540	41712000	-5358540
26	9528540	39043680	48572220	43380480	-5191740
27	9528540	40545360	50073900	45048960	-5024940
28	9528540	42047040	51575580	46717440	-4858140
29	9528540	43548720	53077260	48385920	-4691340
30	9528540	45050400	54578940	50054400	-4524540
31	9528540	46552080	56080620	51722880	-4357740
32	9528540	48053760	57582300	53391360	-4190940
33	9528540	49555440	59083980	55059840	-4024140
34	9528540	51057120	60585660	56728320	-3857340
35	9528540	52558800	62087340	58396800	-3690540
36	9528540	54060480	63589020	60065280	-3523740
37	9528540	55562160	65090700	61733760	-3356940
38	9528540	57063840	66592380	63402240	-3190140
39	9528540	58565520	68094060	65070720	-3023340
40	9528540	60067200	69595740	66739200	-2856540
41	9528540	61568880	71097420	68407680	-2689740
42	9528540	63070560	72599100	70076160	-2522940
43	9528540	64572240	74100780	71744640	-2356140
44	9528540	66073920	75602460	73413120	-2189340
45	9528540	67575600	77104140	75081600	-2022540
46	9528540	69077280	78605820	76750080	-1855740
47	9528540	70578960	80107470	78418560	-1688910
48	9528540	72080640	81609180	80087040	-1522140
49	9528540	73582320	83080860	81755520	-1355340
50	9528540	75084000	84612540	83424000	-1188540
51	9528540	76585680	86114220	85092480	-1021740
52	9528540	78087360	87615900	86760960	-854940
53	9528540	79589040	89117580	88429440	-688140
54	9528540	81090720	90619260	90097920	-521340
55	9528540	82592400	92120940	91766400	-354540
56	9528540	84094080	93622620	93434880	-187740
57	9528540	85595760	95124300	95103360	-20940
58	9528540	87097440	96625980	96771840	145860
59	9528540	88599120	98127660	98440320	312660
60	9528540	90100800	99629340	100108800	479460

«Из таблицы видно, что компания выйдет на чистую прибыль после

продажи 58 автомобилей или после 7 месяцев работы с объемом выпуска 100 автомобилей в год. Для указания продажной цены мы исходили из того, чтобы цена оставалась конкурентоспособной на рынке гоночных автомобилей с похожими характеристиками. Таким образом, график точки безубыточности (рисунок 12) можно представить следующим образом» [19]:

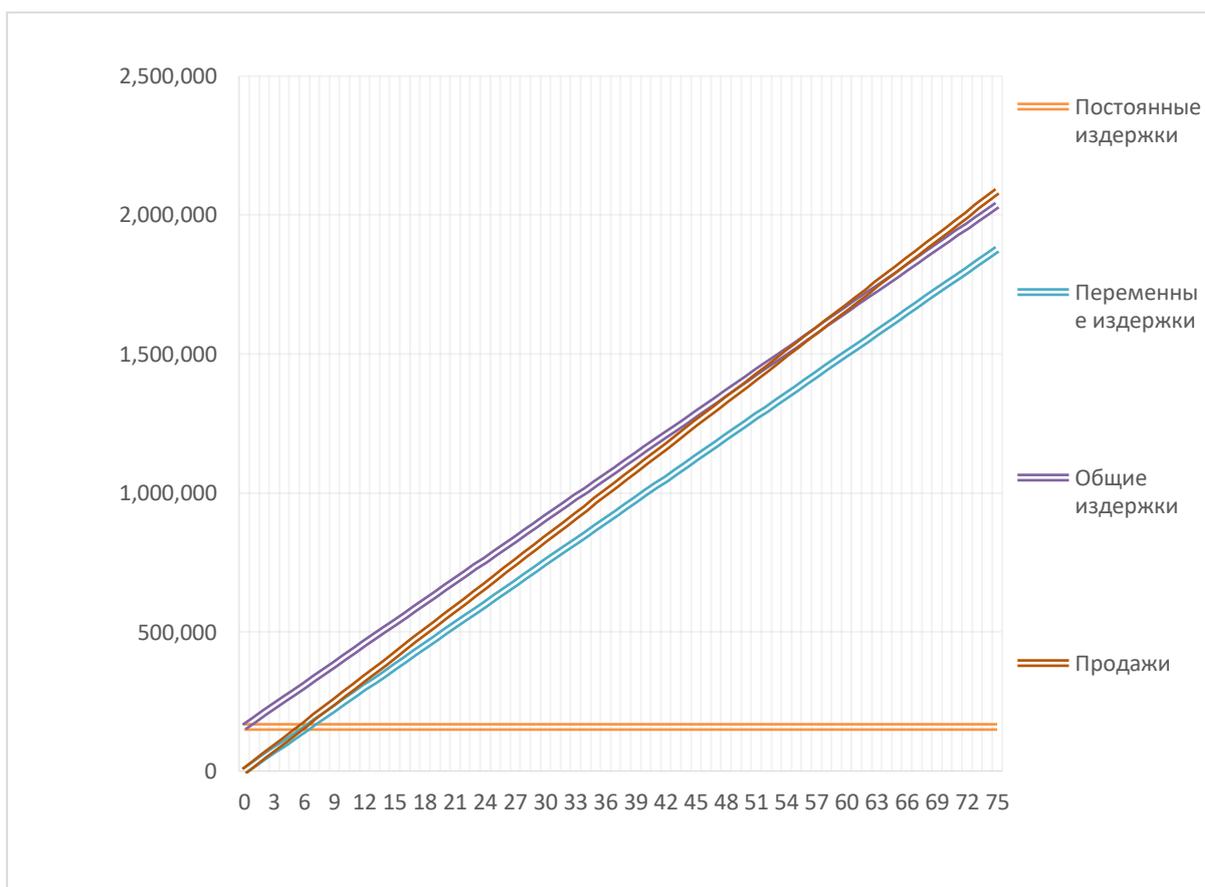


Рисунок 12 – График точки безубыточности

«Итак, принимая во внимание различные факторы производства, нам удалось рассчитать себестоимость производства гоночного болида класса «Формула Студент», а также определить, когда предприятие сможет выйти на чистую прибыль. К переменным издержкам на одну машину мы отнесли стоимость использованных материалов и затраты на произведенные операции; к постоянным издержкам были отнесены затраты на заработную плату сотрудников, аренду помещения, амортизацию, электричество,

аутсорсинговые услуги, а также внепроизводственные расходы за год работы производства. Общие затраты складываются из суммы данных показателей» [1].

2.7 Анализ конкурентов

Для сравнения были взяты два легких прокатных карта сторонних компаний (рисунки 13 и 14). Данные карты были выбраны за счет похожих ходовых характеристик и наличия электропривода.

1. Модульный электрический карт.



Рисунок 13 – Конкурент №1

2. Безопасный электрический карт с двумя электромоторами.



Рисунок 14 – Конкурент №2

Сравнительный анализ конкурентов может проводиться с учетом различных параметров, это обычно зависит от специфики конкретного продукта. В случае с автомобильным транспортом, в частности, гоночными болидами и легким картингом, разумнее всего будет рассматривать эти транспортные средства с точки зрения таких параметров, как максимально достигаемая скорость, запас хода на одном зарядке аккумулятора, емкость батареи, мощность моторов, время на одну полную зарядку батареи, масса и стоимость. Это указано в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительные характеристики конкурентов

Характеристика	Разработка «гоночный болид»	Конкурент №1	Конкурент №2	Конкурент №3
Макс. скорость	196 км/ч	218 км/ч	212 км/ч	187 км/ч
Разгон	3.7 с	3.3 с	3.8 с	6.2 с
Мощность	61 л.с.	152 л.с.	158 л.с.	108 л.с.
Масса	236 кг	492 кг	543 кг	498 кг
Цена	27650 US \$	38890 US \$	47820 US \$	34415 US \$

На циклограмме на рисунке 15 наглядно показано, насколько каждый из продуктов преобладает теми или иными конкурентными преимуществами.

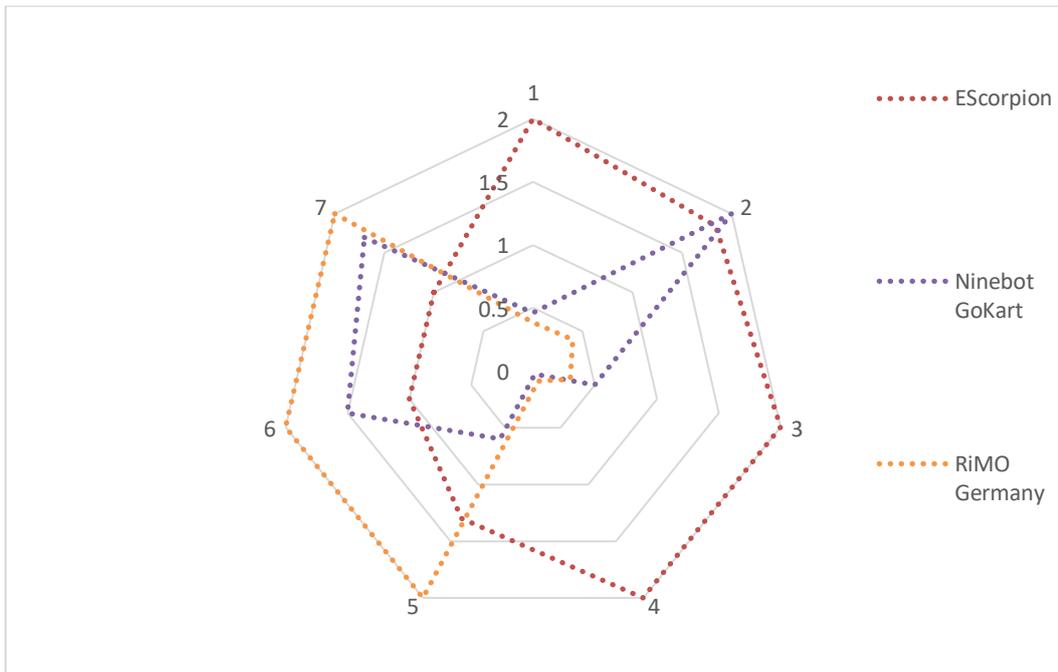


Рисунок 15 – Сравнение конкурентов

Были проанализированы косвенные конкуренты, что отражено на рисунках 16–18.

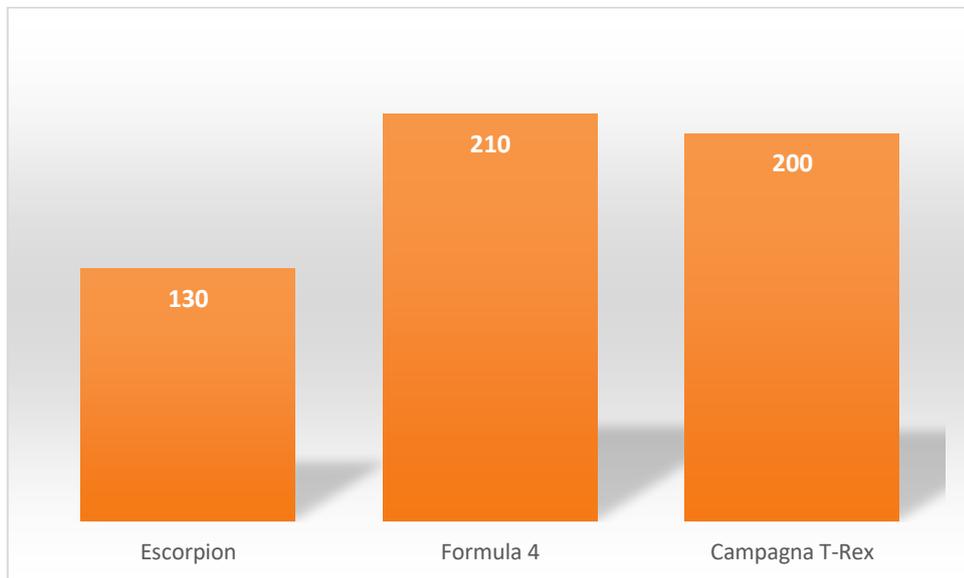


Рисунок 16 – Сравнение максимальной скорости

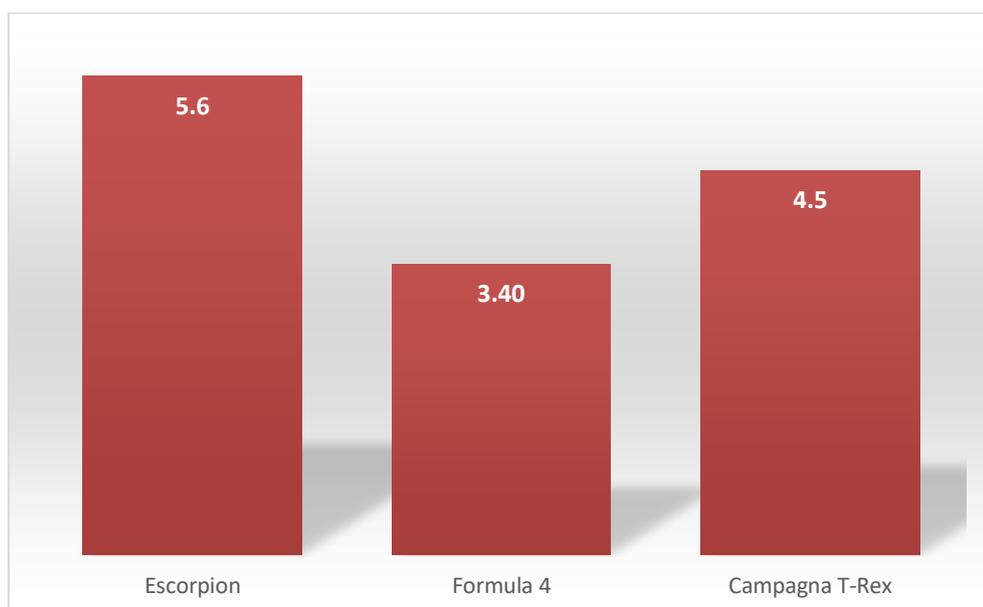


Рисунок 17 – Сравнение скорости разгона

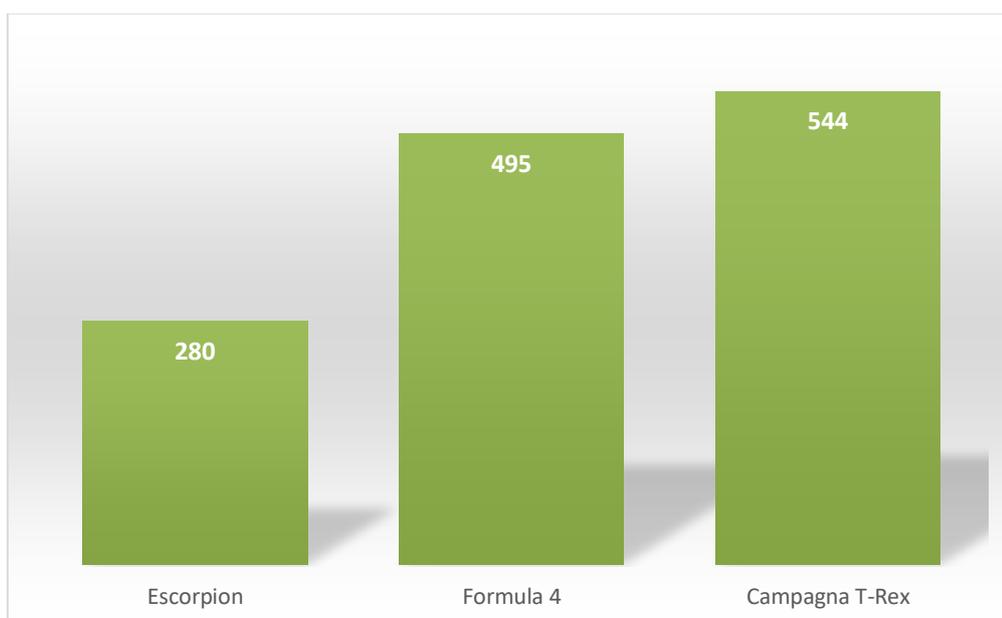


Рисунок 18 – Сравнение массы

Из рисунков видим, что предлагаемый продукт легче аналогов по массе, однако уступает им по скорости.

Выводы по разделу

Во втором разделе бакалаврской работы были рассмотрены основные характеристики гоночного болида, рассмотрен «технологический процесс

изготовления на примере заднего поворотного кулака, рассмотрена возможная структура автомобилестроительного предприятия с приведением заработных плат для сотрудников, рассчитаны переменные и постоянные издержки.

Помимо заработной платы работников к постоянным издержкам мы отнесли расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, амортизацию оборудования, затраты на технологическую энергию, аутсорсинг, внепроизводственные расходы и прочие общепроизводственные затраты. К переменным издержкам на один автомобиль могут быть отнесены расходы на материалы и производственные процессы по изготовлению. На основе вычисленных издержек была рассчитана себестоимость и цена гоночного болида для итогового потребителя» [19].

«Компании, предлагающие продукт с иными характеристиками или полностью другой продукт, но который подходит для нашей целевой аудитории, являются косвенными конкурентами компании.

Покупая спортивно-гоночный автомобиль, потенциальный покупатель может обратить внимание на мотоциклы, багги и трициклы т.к. они тоже подходят для спортивной езды на треке, для участия в соревнованиях и для оттачивания навыков вождения гоночной техники, но они являются более универсальными в отличии от спортивно-гоночного болида. В качестве косвенных конкурентов были отобраны:

1. Yamaha YZF-R1M – полноценный спортивный мотоцикл с литровым двигателем и с электронно-регулируемыми амортизаторами Ohlins;
2. BRP SPYDER F3 S – универсальный городской родстер с отличным классическим дизайном и комфортным посадочным местом;
3. BRP CANAM X RS – мотовездеход со спортивным двигателем и регулируемой спортивной подвеской» [12].

Сравнение с косвенными конкурентами показано в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнение с косвенными конкурентами

Характеристика	Разработка «гоночный болид»	Конкурент №1	Конкурент №2	Конкурент №3
Макс. скорость	196 км/ч	175 км/ч	190 км/ч	290 км/ч
Разгон	3.7 с	4.3 с	4.7 с	2.9 с
Мощность	61 л.с.	197 л.с.	120 л.с.	198 л.с.
Масса	236 кг	725 кг	372 кг	201 кг
Цена	27650 US \$	41500 US \$	30500 US \$	33210 US \$

«С помощью гистограмм мы сравнили основные характеристики нашего продукта и продуктов конкурентов и пришли к выводу, что продукт нашей компании имеет высокую конкурентоспособность так как большинство из его характеристик по показателям лучше конкурентов» [9].

Заключение

«Междисциплинарный проект Formula Student направлен не только на приобретение студентами практических навыков в сфере проектирования, но также позволяет будущему инженеру рассмотреть процесс производства с точки зрения экономических затрат и вложений. Такая всесторонняя направленность проекта обусловлена тем, что перед современным специалистом стоит задача не только предложить инженерное решение, но экономически обосновать целесообразность его внедрения в производство.

В рамках данной выпускной квалификационной работы были описаны основные составляющие бизнес-планирования автомобильного производства, а также была предпринята попытка расчета переменных и постоянных издержек на примере производства гоночного автомобиля класса Formula Student.

В первом разделе подробно рассматривается специфика инженерных соревнований с позиции дисциплин «защита себестоимости производства» и «презентация бизнес-плана», дается определение понятия бизнес-планирования.

Во втором разделе приводится описание основной продукции – прототипа гоночного болида, а также список использованных материалов и необходимого оборудования. Кроме того, расписывается план производства, включающий структуру организации и отчисления на заработную плату рабочим, и расходы на производственные операции» [19].

Список используемой литературы и используемых источников

1. Васильева Г.А., Кожевникова Т.И. Связь издержек, цен, объемов производства и их влияние на прибыль // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2010. С. 77.
2. Васюхин О.В., Основы ценообразования – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 110 с.
3. Волкова, Е.И., Двоеглазова, Н.А. Методика расчета бизнес-презентации в рамках проекта FormulaStudent // Сборник трудов 5-го всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты». 2017. С 198 – 204.
4. Головин Д.В. Организационная структура команды «Формула Студент» // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №01 (55). С. 56–58.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
6. Догузов Г.Т. Анализ мирового рынка и производства легковых автомобилей в современных условиях // Московский экономический журнал. 2021. №7. С. 379–386.
7. Дмитриев В.А., Бабордина О.А., Ахматов В.А. Экономическое обоснование выбора технологического процесса механической обработки: метод. указ. к практич. занятиям, курсовому и дипломному проектированию. – Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 51 с.
8. Епишкин В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобили и автомобильный сервис») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 199 с.

9. Клепиков, В.В. Основы технологии машиностроения: учебник / В. В. Клепиков [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.

10. Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – Электрон.дан. – М. : Машиностроение, 2007. – 304 с.

11. Курилова А.А. Экономические процессы внутреннего контроля как элемента финансового механизма управления на предприятии автомобильной промышленности // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2014. №2. С. 34–37.

12. 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.

13. 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. – С.-П. [и др.] : Лань, 2010. - 512 с

14. Пайкович П.Р. Ценовая политика компании // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2021. №2(52). С. 106–111.

15. Плеханов Д.А., Заверский С.М., Чуркина Н.М. Особенности стратегического планирования: на примере стратегии развития автомобильной промышленности // Российское предпринимательство. 2015. №16 (24). С. 1–18.

16. Прокудин Д.А. О планировании продаж на предприятиях автомобильного бизнеса: структура планирования // Вестник университета. 2017. С. 1–5.

17. 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. – Т. : ТГУ, 2013.

- 51 с.

18. Ткачев А.Г., Шубин И.Н. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 112 с.

19. Шевченко А.Ю. Расчет себестоимости производства автомобильных прототипов на примере болида «Формула Студент». 2022. 49 с.

20. Business Plan FEE Prague Formula 2018 [Электронный ресурс] // URL: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/79318/F3-BP-2018-SzelesMarek-Szeles-Marek-Bc-final.pdf?sequence=-1&isAllowed=y> (дата обращения: 23.04.2022).

21. Formula Student Germany [Электронный ресурс] // URL: <https://www.formulastudent.de/> (дата обращения: 10.05.2022).

22. Gimeno D. Business plan to implement a Formula Student Academy [Электронный ресурс] // URL: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/350392/memory-tfg-daniela-valentina-garcia-gimeno.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 28.02.2022).

23. Mihailidis A., Samaras Z., Nerantzis I. The design of a Formula Student race car: a case study [Электронный ресурс] // URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1243/09544070JAUTO1080> (дата обращения: 18.02.2022).

24. Student Events of SAE [Электронный ресурс] // URL: <http://students.sae.org/cds/formulaseries/> (дата обращения: 14.04.2022).