

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 себестоимости производства автомобильных прототипов на примере болида «Формула Студент»

Студент

А.Ю. Шевченко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

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

Консультант

И.Ю. Усатова

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

Тольятти 2022

Аннотация

Расчет себестоимости производства автомобильных прототипов на примере болида «Формула Студент». Выпускная квалификационная работа. Тольяттинский Государственный Университет, 2022.

Описана методика расчета себестоимости гоночного болида класса «Формула Студент», посчитаны переменные и постоянные издержки.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 49 страниц, содержащей 12 таблиц, 14 рисунков и графической части, содержащей 6 листов.

Abstract

The international Formula Student project not only promotes the acquisition of practical skills in designing and building a prototype car, but also allows the engineering students to look at the production process from the point of view of economic costs. Of course, economic feasibility is one of the important components of such a complex task as designing a car.

As part of this final qualification work, an attempt was made to identify the main parts of business planning for automotive production, as well as the definition and calculation of variable and fixed costs. To do this, the materials and equipment used were listed, a production plan was developed, including the structure of the organization and deductions for wages for workers, and the costs of production operations were described. Thanks to the calculations done, it was possible to establish a break-even point for a company that produces racing cars and calculate the cost of production of one prototype.

The results of this work can be used as part of the required documents at the Business Plan Presentation and Cost and Manufacturing Report events at Formula Student competitions.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Концепция проекта «Формула Студент»	6
1.2 Понятие бизнес-плана при организации автомобильного производства	10
2 Экономическое обоснование организации производства и структура себестоимости производства автомобильного прототипа	13
2.1 Описание продукции.....	13
2.2 Описание технологического процесса изготовления	15
2.3 Организация и структура предприятия	23
2.4 Расчет материальных затрат.....	27
2.5 Расчет постоянных издержек	34
2.6 Ценообразование	36
2.7 Расчет точки безубыточности	38
2.8 Анализ конкурентов	41
Заключение.....	46
Список используемой литературы и используемых источников	47

Введение

На данный момент условия на рынке труда требуют от современного специалиста не только крепкой теоретической базы в конкретной области знаний, но и достаточного опыта, а также общего понимания экономической составляющей любого проекта, бизнеса или предприятия. На выработку именно таких компетенций направлен международный проект «Формула Студент», который позволяет обучающимся ВУЗов в кратчайшие сроки и на практике изучить принципы работы автомобильного предприятия во время разработки собственного автомобильного прототипа.

В рамках данной бакалаврской работы рассматривается последняя модель электроболида, спроектированного и построенного на базе центра машиностроения Тольяттинского государственного университета.

Цель работы заключается в том, чтобы описать структуру производства для данного прототипа, а также рассчитать себестоимость болида на электротяге. Цель обусловила постановку ряда задач, а именно: 1) описать специфику проекта «Формула Студент», 2) дать определение понятия «бизнес-план» в отношении автомобильного предприятия, 3) дать характеристику основного разрабатываемого продукта – гоночного болида класса «Формула Студент», 4) описать технологический процесс изготовления прототипа, 5) рассмотреть организацию и структуру будущего предприятия, 6) рассчитать материальные затраты, 7) рассчитать постоянные издержки предприятия, 8) описать ценообразование, 9) привести расчет точки безубыточности, 10) проанализировать существующих на рынке конкурентов.

Результаты данной работы могут быть использованы как часть требуемых документов для защиты дисциплин Business Plan Presentation и Cost and Manufacturing Report на соревнованиях «Формула Студент».

1 Состояние вопроса

1.1 Концепция проекта «Формула Студент»

На сегодняшний день международный студенческий проект «Формула Студент» является одним из наиболее популярных инженерно-гоночных соревнований среди студентов по всему миру [4]. Уникальность проекта объясняется, с одной стороны, образовательным аспектом, подразумевающим интегрирование работы над проектом в учебный процесс студентов-участников. С другой стороны, практико-ориентированная направленность проекта способствует выработке практических навыков у обучающихся, а также приводит к созданию продукта проекта – гоночного болида класса FSAE.

Основная деятельность в рамках проекта регулируется официальным регламентом Formula Student Rules, опубликованном на сайте немецких организаторов соревнований. На данный момент документ содержит семь разделов, в которых указаны требования к конструкции создаваемого студентами автомобиля, прописаны правила участия в этапах соревнований. Кроме прочего, регламентом установлено, что проект «Формула Студент» подразумевает участие студенческих команд в двух видах дисциплин: динамических и статических.

К динамическим испытаниям относится проверка скоростных характеристик и управляемости автомобиля на треке в рамках гоночных заездов. Для болидов разных классов (CV, EV, DV) количество и суть отведенных динамических дисциплин отличается в зависимости от особенностей конкретного класса. Все испытания проводятся на специально отведенном треке для заездов непосредственно во время соревнований. В соответствии с тем, насколько быстро пилоту удалось привести машину к финишу, за каждую дисциплину выставляются баллы (суммарно до 675 из 1000 баллов для классов CV и EV).

Остальные 325 баллов студенческая инженерная команда может заработать в ходе участия в статических дисциплинах, к которым относятся: презентация бизнес-плана (Business Plan Presentation Event), отчет о стоимости производства (Cost and Manufacturing Event) и защита дизайна конструкции (Engineering Design Event).

Если последнее из перечисленных испытаний направлено на проверку инженерных знаний и понимания студентами причин выбора тех или иных конструкторских решений при проектировании конкретного гоночного автомобиля, первые две дисциплины больше связаны с технико-экономическим обоснованием производства созданного прототипа.

Создание отчета о стоимости соотносится с целью максимально точно и подробно описать затраты на материалы и процессы, сопутствующие разработке и запуску в производство автомобиля. В ходе защиты дисциплины проверяется понимание командой производственных процессов, необходимых для создания гоночного болида, а также умение находить способы сделать производство менее затратным и более эффективным.

Для этого экономическим отделом студенческой команды создается три документа: 1) BOM (Bill of Material) – перечень всех материалов и покупных деталей, которые были использованы при изготовлении болида; 2) иллюстрирующие материалы – сборник чертежей и рисунков, отображающих детали, сборки и узлы автомобиля; 3) пояснительная записка – документ, содержащий информацию о выбранной модели подсчета искомых затрат. Все файлы предоставляются на рассмотрение судей и организаторов в установленные регламентом сроки. Максимальное количество баллов, которые можно заработать за отчет о стоимости производства, приводится к 100.

$$S_c = 95 \times \left(\frac{P_{team}}{P_{max}} \right), \quad (1)$$

где S_c – итоговый балл команды за дисциплину Cost and Manufacturing Report;

P_{team} – очки, выставленные команде на судействе;

P_{max} – наибольшее количество очков, выставленное команде, которая не участвует в финале.

В соответствии с регламентом две или три системы автомобиля должны быть расписаны по форме детальной спецификации материалов (Detailed Bill of Material), то есть содержать не только материалы и покупные детали, но и оснастку (например, стапель для рамы), метизы и процессы для изготовления всех узлов. Кроме того, одна или две системы, расписанные по форме с расчетом себестоимости (Costed Bill of Material), должны отражать все сопутствующие затраты на покупку деталей или их изготовление. В случае несоответствия предоставленной документации реальному прототипу предусмотрено присуждение штрафных баллов: минус 5 за каждую отсутствующую сборку, минус 3 за каждую отсутствующую деталь, минус 1 за каждый отсутствующий процесс или материал.

Другой важной статической дисциплиной в соревнованиях «Формула Студент» является презентация бизнес-плана, в ходе которой команда студентов представляет судейской коллегии результаты исследования автомобильного рынка, предлагает способы ведения маркетинговой кампании и демонстрирует конкурентоспособные преимущества созданного ими прототипа гоночного автомобиля.

Судьи в данном случае выступают в роли потенциальных инвесторов, задача которых состоит в том, чтобы решить, насколько убедительным является предлагаемый командой бизнес-план. Все релевантные расчеты и показатели демонстрируются в ходе 10-минутной презентации, подготовленной участниками студенческой команды на английском языке и в соответствии с требованиями регламента. Максимально высокая оценка, которую можно получить за данную дисциплину, равняется 75 баллам.

$$S_b = 70 \times \left(\frac{P_{team}}{P_{max}} \right), \quad (2)$$

где S_b – итоговый балл команды за дисциплину Business Plan Presentation;

P_{team} – очки, выставленные команде на судействе;

P_{max} – наибольшее количество очков, выставленное команде, которая не участвует в финале.

При этом оцениваются следующие категории:

Таблица 1 – Распределение очков в Business Plan Presentation

Категория	Кол-во очков
Pitch Video	10
Novelty	10
Content	20
Finances	10
Deep Dive Topic	10
Demonstration and Structure	15
Delivery	10
Questions	10
General Impression	5
Итого:	100

Две экономические дисциплины – отчет о стоимости производства и презентация бизнес-плана – занимают важное место в рамках международных соревнований «Формула Студент». Организаторами проекта не исключается, но поощряется участие студентов различных направлений, в том числе экономических, что делает проект не только образовательным и практико-ориентированным, но и межпредметным. Безусловно, данный аспект отражает наблюдаемую в современных отраслях производства тенденцию к привлечению специалистов, обладающих уникальными междисциплинарными знаниями. Кроме того, неоспорима и потребность будущего инженера-проектировщика, создающего прототип автомобиля, в понимании не только динамических и прочностных характеристик разрабатываемой конструкции, но и сопутствующих ее производству затрат и издержек.

1.2 Понятие бизнес-плана при организации автомобильного производства

Расчет себестоимости производства автомобильного прототипа является неотъемлемой, но далеко не единственной частью составления бизнес-плана предприятия. Для правильного распределения затрат на создание продукции необходимо общее понимание бизнес-концепции и умение грамотно составлять бизнес-план.

Корректное и 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]. Процесс бизнес-планирования опирается на огромное количество смежных экономических дисциплин: экономику предприятия, финансы предприятия, менеджмент, маркетинг, управление проектами и многое другое. Одновременно с этим создание бизнес-плана требует исчерпывающего понимания о том, как создается выпускаемая предприятием продукция, то есть автомобиль.

Итак, планирование можно определить как *экономический метод управления, являющийся основным средством определения перспектив развития предприятия с учетом необходимых ресурсов и методов достижения поставленных целей*. При этом объектом бизнес-планирования можно назвать само предприятие и его деятельность. Целью выступает обеспечение успешного создания, функционирования и развития бизнеса.

Стоит, однако, уточнить, что не всегда детально составленный бизнес-план способствует успешности компании, поскольку в условиях большого количества сопутствующих факторов учет каждого из них, а также четкое следование плану зачастую представляется невозможным. С другой стороны, бизнес-планирование является достаточно гибким процессом, то есть не исключает внесения правок и изменений по ходу развития бизнеса.

К задачам составления бизнес-плана можно отнести следующее [11]:

1. *Оценка успешности развития конкретного предприятия или проекта.* 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.

2. *Определение ответственных лиц.* 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.

3. *Оценка возникновения рисков.* То, насколько предприятию удастся придерживаться установленного бизнес-плана, может предопределить возникновение (или отсутствие) различного вида сложностей. Так, при отставании от плана следует говорить о вероятности появления связанных с этим финансовых потерь. Зная об этой специфике возможно не только ведение достаточно точного прогнозирования, но и предотвращение некоторых сложностей на ранних этапах или определение источника их возникновения.

Перечисленные задачи способствуют сохранению контроля за выполнением этапов реализации проекта, своевременному выявлению и устранению ошибок в работе предприятия и, как следствие, повышению его эффективности и успешности. При этом надлежащее исполнение задач внутреннего контроля предприятий автомобильной промышленности ведет к

обеспечению доверия инвесторов, что немаловажно для дальнейшего развития бизнеса.

Кроме того, с понятием бизнес-плана 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].

В структуру бизнес-плана входят: резюме, описание компании и ее деятельности, план маркетинга и сбыта, операционный раздел с описанием производства и технологии, организационно-юридический раздел, а также финансовый план и управление рисками.

Выводы по разделу

В первом разделе данной работы была описана суть проекта «Формула Студент», которая заключается в том, что студенческая команда должна спроектировать и построить полностью готовый к гонкам болид в условиях ограниченного времени и бюджета. Помимо инженерной составляющей в проект входят такие статические дисциплины, как Cost and Manufacturing Event и Business Plan Presentation Event, которые направлены на проверку экономической целесообразности производства разработанных студентами прототипов.

При подготовке презентации бизнес-плана и документов с перечнем затрат необходимо понимать базовые экономические понятия, знать структуру бизнес-плана и помнить, что к задачам его составления относятся оценка успешности предприятия, определение зон ответственности привлекаемых к работе специалистов и оценка возникновения рисков.

2 Экономическое обоснование организации производства и структура себестоимости производства автомобильного прототипа

2.1 Описание продукции

В рамках регламента FSAE разработанный гоночный болид EScorpion относится к классу EV (Electric Vehicle), то есть к классу болидов на электротяге. 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 команды Togliatti Racing Team 2018–2021 годов.

Технические характеристики болида, изображенного на рисунках 1 и 2:

- запас хода – 25 км,
- максимальная скорость – 130 км/ч,
- вес – 283 кг.



Рисунок 1 – Внешний вид продукта – гоночного болида EScorpion

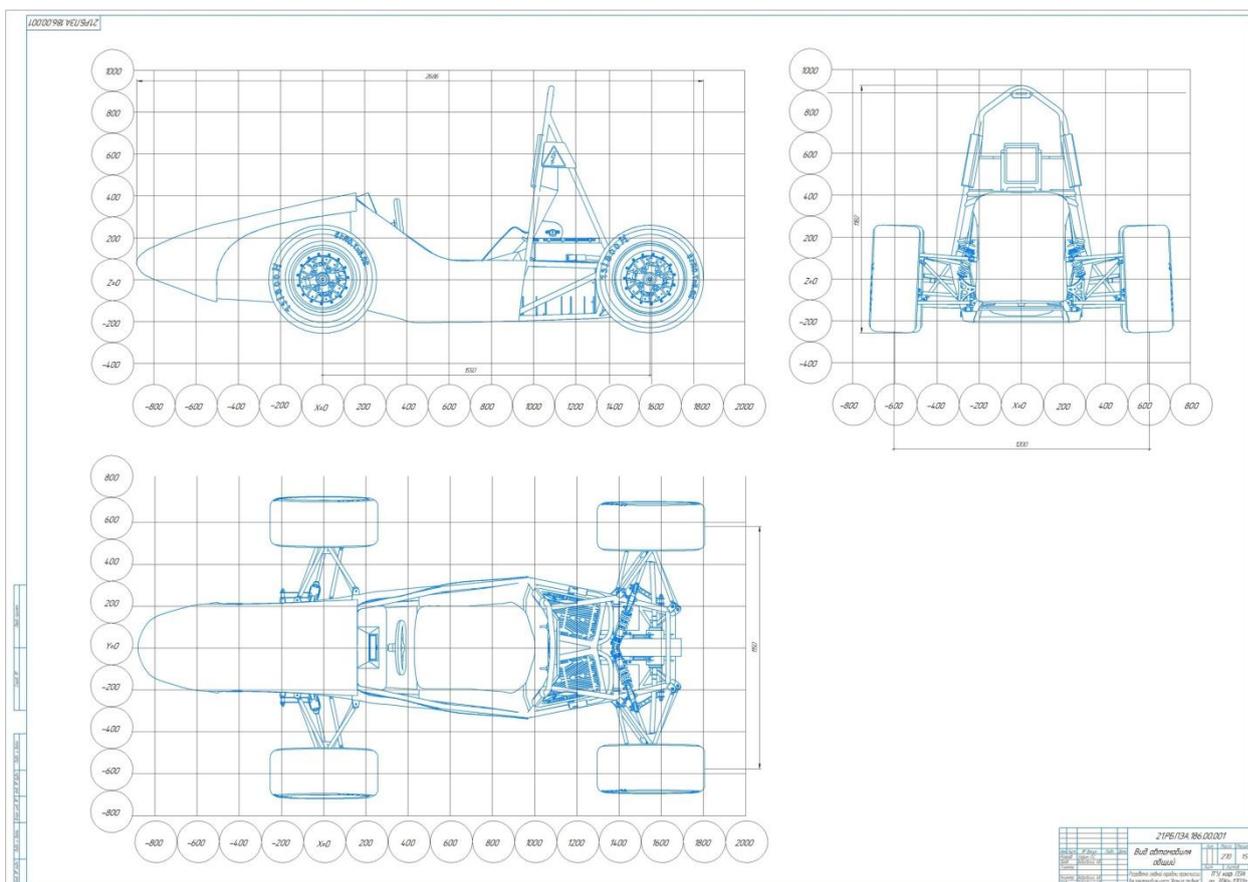


Рисунок 2 – Общий вид автомобиля

На предполагаемом предприятии планируется изготовление и сбыт представленных гоночных болидов по двум направлениям: В2В и В2С. В первом случае возможно взаимодействие с картинговыми компаниями, 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 В2С также следует рассматривать потребителей в контексте индустрии развлечений и подстраивать продукцию и маркетинговую кампанию под данный сегмент.

Для планирования производства и расчета стоимости выпускаемых на нем автомобилей необходимо учитывать такой показатель как объем выпуска, который напрямую связан с покупательской способностью в выбранном районе и спросом на конкретный вид продукции. В рамках

соревнований «Формула Студент» за основу чаще всего берется модель мелкосерийного производства с возможностью последующего масштабирования.

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

1. Затраты на основные материалы M (за вычетом отходов) или стоимость заготовки $S_{\text{заг}}$.
2. Заработная плата основных производственных рабочих Z_o .
3. Заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков) Z_v .
4. Амортизационные отчисления на оборудование и дорогостоящую оснастку с длительным сроком службы $A_{\text{отч}}$.
5. Затраты на инструмент $S_{\text{ин}}$.
6. Затраты на быстроизнашивающуюся технологическую оснастку $S_{\text{ос}}$.
7. Затраты на технологическую энергию $S_э$.
8. Затраты на обслуживание и ремонт оборудования S_p .
9. Затраты на настройку инструментов вне станка для станков с ЧПУ S_n .
10. Прочие затраты $Пр$.

Расчет затрат технологической себестоимости поэлементным методом сводится к суммированию перечисленных статей:

$$C_T = M + Z_o + Z_v + A_{\text{отч}} + S_{\text{ин}} + S_{\text{ос}} + S_э + S_p + S_n + Пр \quad (3)$$

2.2 Описание технологического процесса изготовления

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 3).



Рисунок 3 – Задний кулак болида EScorpion

В таблице 2 указаны операции по его изготовлению.

Таблица 2 – Технологический процесс изготовления заднего поворотного кулака гоночного болида

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

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
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
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

Продолжение таблицы 2

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
320	Установка	Установить сектор АБС	—	1
330	Установка	Установить проставочное кольцо 2	—	1
340	Запрессовка	Запрессовать подшипник 2	Пресс	5

Продолжение таблицы 2

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 были описаны остальные узлы автомобиля, из чего удалось выделить основные операции и трудоемкость для изготовления каждой из систем, прописанных в регламенте соревнований Formula Student.

В таблице 3 приведены все наименования оборудования, необходимые для производства гоночного автомобиля, с указанием фактического времени работы. Для расчета коэффициента загрузки оборудования использовалась формула 4.

$$K_{tc} = \frac{T_f}{T_c}, \quad (4)$$

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 (5) составляет:

$$T_c = A \times T_s \times Q_s, \quad (5)$$

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

T_s – длительность смены, ч;

Q_s – количество смен, шт.

Из расчета, что в 2022 году 247 календарных рабочих дней, предприятие работает в одну смену, а длительность смены составляет 8 часов, получаем:

$$T_c = 247 \times 8 \times 1 = 1976 \text{ часов}$$

Рассчитанные коэффициенты загрузки для разных наименований оборудования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициент загрузки оборудования

Наименование	Фактический фонд рабочего времени, мин	Коэффициент загрузки
Токарный станок	$(258 + 3620) \cdot 100 = 387800$	196,26
Лазерный станок	$(70 + 1120) \cdot 100 = 119000$	60,22
Сварочный аппарат	$(70 + 1090) \cdot 100 = 116000$	58,70
Углошлифовальная машина	$(90 + 1325) \cdot 100 = 141500$	71,61
Гибочный станок по листовому металлу	$(20 + 120) \cdot 100 = 14000$	7,09
Трубогибочный станок	$387 \cdot 100 = 38700$	19,59
Гидравлический пресс	$45 \cdot 100 = 4500$	2,28
Фрезерный станок с ЧПУ	$1885 \cdot 100 = 188500$	95,39
Точильный станок	$120 \cdot 100 = 12000$	6,07
Сверлильный станок	$360 \cdot 100 = 36000$	18,22

Поскольку коэффициент загрузки для токарного станка превысил 100%, предприятию потребуется два станка данного наименования. Коэффициент загрузки гибочного, трубогибочного, точильного и сверлильного станков, а также гидравлического прессы является недостаточным, из-за чего выгоднее использовать аутсорсинг вместо закупки оборудования.

Таким образом, средний коэффициент загрузки оборудования равен 80,35%, что отражено в рисунке 4. Таким образом, можно сделать вывод, что оборудование используется достаточно эффективно.

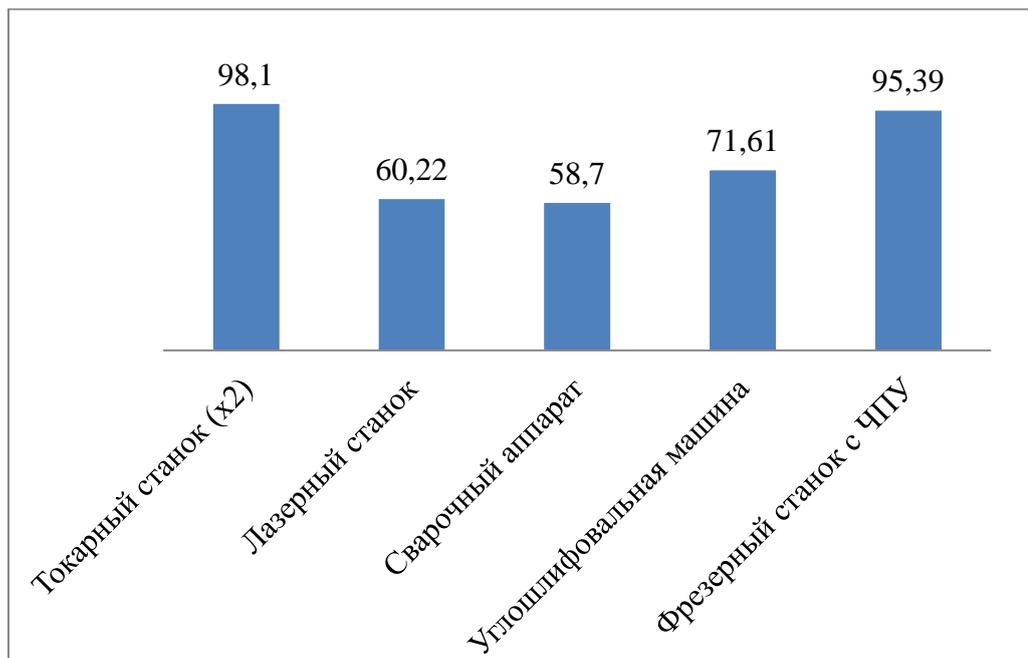


Рисунок 4 – Средний коэффициент загрузки оборудования

Поскольку для расчета постоянных издержек потребуется такой показатель, как отчисления на амортизацию, рассчитаем амортизацию для перечисленного оборудования в год, используя формулу 6.

$$D = IC \times V_{year} / V_{total}, \quad (6)$$

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

IC – изначальная стоимость единицы оборудования, руб.;

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

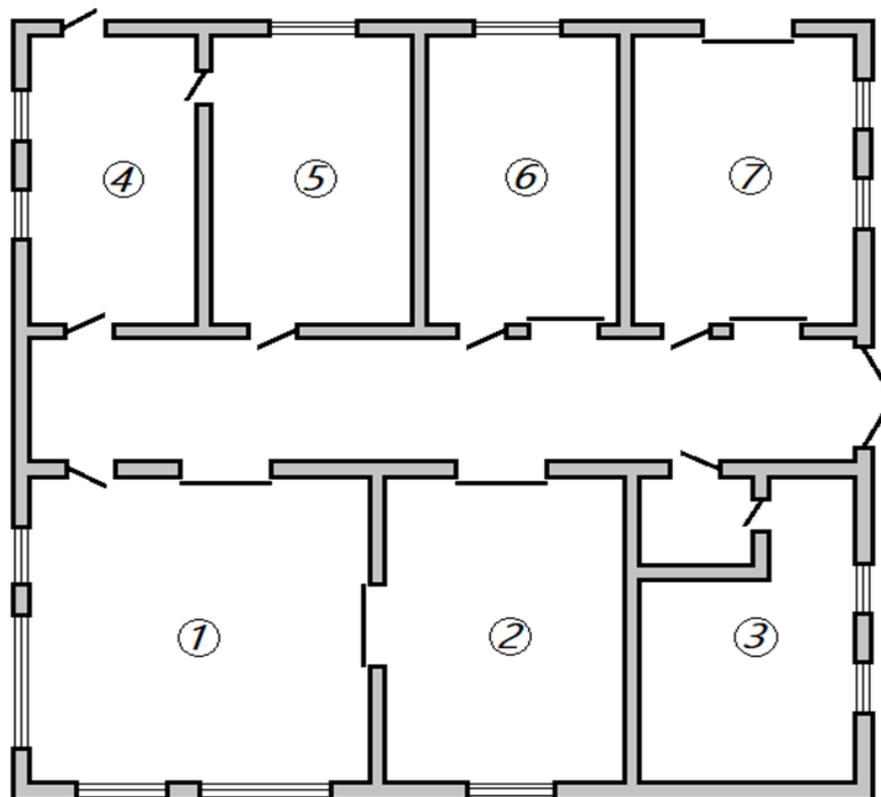
V_{total} – ожидаемый объем производства за срок эксплуатации оборудования, руб.

Результат расчета размера амортизационных отчислений для оборудования представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Амортизация оборудования

Оборудование	Стоимость, \$	Продолжительность эксплуатации	Размер амортизационных отчислений, \$
Токарный станок MetalMaster MasterTurn 2860G 17031 (x2)	$3\,928 \cdot 2 = 7\,856$	7	1 122
Лазерный станок для резки металла SEKIRUS P2602M-3015L 750 Вт	58 957	7	8 422
Сварочный аппарат Foxweld Мастер 250 Проф 5950	565	7	81
Углошлифовальная машина DEKO DKAG650W	32	7	5
Широкоуниверсальный фрезерный станок с ЧПУ Stalex MUF 1200 Servo	19 250	7	2 750
Итого:			12 380

Для расположения перечисленного оборудования было выбрано производственное помещение общей площадью 400 м^2 , включающее семь основных зон, как показано на рисунке 5.



Производственные помещения: 1 – зона сборки ($83,09 \text{ м}^2$), 2 – зона механической

обработки (54,31 м²), 3 – зона покраски (48,34 м²), 4, 5 – проектировочная (97,41 м²), 6 – зона работы с карбоном (48,86 м²), 7 – складское помещение (67,99 м²).

Рисунок 5 – Внутренний вид производства

Затраты на аренду производственной площади рассчитывались по формуле (7).

$$Z_n = C \times S_n \times n_m, \quad (7)$$

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:

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

2.3 Организация и структура предприятия

Предприятие по производству гоночных болидов было решено разбить на три основных отдела:

Business and financial performance – отдел финансово-хозяйственной деятельности, куда вошли: руководитель отдела, специалист по логистике, бухгалтер, маркетинговый специалист, менеджеры.

Production department – производственный отдел, куда вошли: руководитель отдела, сварщики, маляр, механики, сборщики.

Technical department – технический отдел, куда вошли: руководитель отдела, инженеры и проектировщик.

Согласно плану предприятия, все три отдела подчиняются главному директору. Наглядная структура компании представлена на рисунке 6.

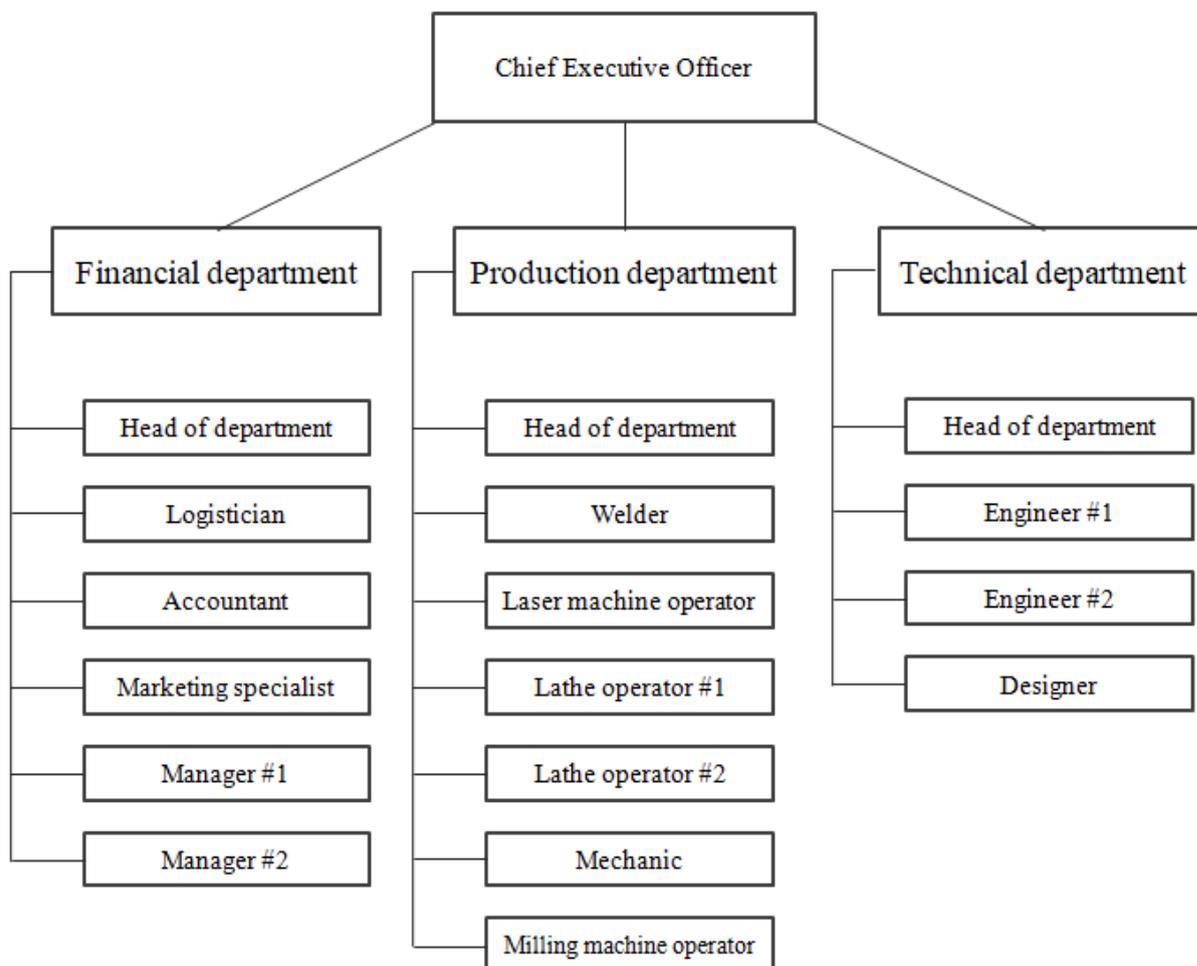


Рисунок 6 – Структура компании

Для того чтобы определить потребность предприятия в рабочих технического отдела, был посчитан коэффициент загрузки персонала аналогично расчету коэффициента загрузки оборудования по формуле (4).

Зная трудоемкость изготовления одного автомобиля и объем выпуска в год, можем перечислить коэффициенты загрузки для основных работников предприятия в таблице 5.

Таблица 5 – Коэффициент загрузки персонала

Работник	Фактический фонд рабочего времени, мин	Коэффициент загрузки
Сварщик	116000	58,70
Оператор лазерного станка	119000	60,22
Токарь	387800	196,26
Слесарь	141500	71,61
Оператор фрезерного станка	188500	95,39

В основе фонда заработной платы лежит прямой фонд заработной платы, включающий оплату труда сдельщиков по расценкам и повременщиков по тарифу. При повременной системе заработной платы:

$$Z_o = Ч_{ст\ ср} \times t_{техн} \times (1+\alpha) \times (1+\beta), \quad (8)$$

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%).

Таким образом, расчет заработной платы для сварщика будет выглядеть следующим образом:

$$Z_o = 54,43 \times 1933 \times (1+0,15) \times (1+0,342) = 162375,52 \text{ руб.}$$

Аналогично была вычислена заработная плата остальных рабочих (оператора лазерного станка, токарей, слесаря и оператора фрезерного станка) с учетом средних показателей по тарифным ставкам и трудоемкости технологических процессов, результаты представлены в таблице б.

Таблица 6 – Заработная плата рабочих

Работник	Средняя тарифная ставка, руб./ч	Трудоемкость технологического процесса, ч	Коэффициент α	Коэффициент β	Заработная плата, руб.
Сварщик	54,43	1933	0,15	0,342	162375,52
Оператор лазерного станка	62,04	1983	0,15	0,342	189864,98
Токарь #1	57,60	3232	0,15	0,342	287305,67
Токарь #2	57,60	3232	0,15	0,342	287305,67
Слесарь	54,43	2358	0,15	0,342	198076,29
Оператор фрезерного станка	62,04	3142	0,15	0,342	300834,98
Итого:					1425763,11

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

Таблица 7 – Заработная плата всех сотрудников предприятия

Работник	Заработная плата в месяц, руб.	Заработная плата в месяц, \$	Заработная плата в год, \$
1	2	3	4
Генеральный директор	80 000	1 159	13 913
Руководитель отдела финансово-хозяйственной деятельности	50 000	725	8 696
Специалист по логистике	35 000	507	6 087
Бухгалтер	35 000	507	6 087
Маркетинговый специалист	35 000	507	6 087
Менеджер #1	35 000	507	6 087
Менеджер #2	35 000	507	6 087
Руководитель производственного отдела	50 000	725	8 696
Сварщик	см. таблицу 6		2 320
Оператор лазерного станка	см. таблицу 6		2 712
Токарь #1	см. таблицу 6		4 104
Токарь #2	см. таблицу 6		4 104
Слесарь	см. таблицу 6		2 830
Оператор фрезерного станка	см. таблицу 6		4 298

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Руководитель технического отдела	50 000	725	8 696
Инженер #1	35 000	507	6 087
Инженер #2	35 000	507	6 087
Проектировщик	35 000	507	6 087
Итого:			117 761

Таким образом, 117 761 \$ в год необходимо отчислять рабочему персоналу предприятия.

2.4 Расчет материальных затрат

Согласно пункту S 2.4.4 регламента соревнований «Формула Студент» [20], разработанный для участия в проекте гоночный болид следует условно разбивать на следующие системы:

- тормозная система,
- двигатель,
- рама и обвес,
- электрическая система,
- рулевая система,
- подвеска,
- колеса и шины,
- сборка и отделка.

Каждая из систем разбивается 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.

Потребность в основных материалах определяется исходя из их

плановых норм расхода на единицу продукции.

$$M = G \times C_m \times (1 + k_{т.з.}) - G_{от} \times C_{от}, \quad (9)$$

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.

По формуле (9) была рассчитана стоимость для всех узлов автомобиля, результаты 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 70 российским рублям.

Таблица 8 – Перечень расходных материалов для прототипа EScorpion

Система	Деталь	Цена, \$	Кол-во	Стоимость, \$
1	2	3	4	5
Тормозная система	Баланс бар: закаленная сталь, ШС 3 шт., шайбы M10 4 шт., гайки M10 2 шт.	13,04	1	13,04
	Тормозные диски, сталь 4 мм	310,87	4	1 243,48
	Тормозная жидкость	22,28	1	22,28
	Бачок тормозной жидкости	–	2	вкл. в стоимость тормозного цилиндра
	Тормозной контур 5.63 м, хомуты 27 шт.	104,49	1	104,49
	Тормозной цилиндр, втулки 2 шт.	378,70	2	757,39
	Тормозные колодки	11,00	8	88,00
	Суппорта, болты M8 8 шт.	173,16	4	692,64

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
	Ограничитель давления, кронштейн сталь 2 мм, сварные болты М6 2 шт., гайки М6 2 шт., шайбы М6 2 шт.	0,76	1	0,76
	Крепежка: тройные адаптеры 3 шт., фитинги 9 шт., адаптеры 7 шт., шайбы 3/8 15 шт., шайбы 7/16 2 шт., крепление адаптера сталь 1.5 мм, болты М6 2 шт., гайки М6 2 шт., шайбы М6 2 шт.	5,80	1	5,80
Итого:				2 927,88
Электрическая система	Стоп-сигнал	8,63	1	8,63
	BSPD, корпус BSPD и кронштейн	180,13	1	180,13
	Приборная панель	10,38	1	10,38
	Инверторы с шинами медь 3x20 мм, болты М6 2 шт., шайбы М6 4 шт., гайки М6 2 шт.	774,08	2	1 548,16
	Блок предохранителей	40,32	1	40,32
	Высоковольтная батарея: сегменты 4 шт., корпус батареи, ячейки 396 шт., шины медь 3x20 мм и 3x25 мм, вентилятор 2 шт., силовой предохранитель, крепежные детали 3д-печать	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, коннектор, болты М3 8 шт., блок питания	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: главная коса (38 проводов), коса 1 (33 провода), коса 2 (9 проводов)	185,79	1	185,79
	Главный переключатель: LVMS, корпус переключателя, кронштейн 2 шт.	160,52	1	160,52

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
	Кнопки выключения	5,37	3	16,11
	Реле: реле охлаждающего вентилятора, реле батареи, реле IMD, модуль реле	40,79	1	40,79
	Сенсоры: датчик тока 2 шт., сенсор Холла 1 шт., датчик скорости вращения колес 4 шт., датчик давления тормозной жидкости 1 шт., APPS 1 шт., датчик угла поворота руля 1 шт.	312,12	1	312,12
	TSAL: индикатор TSAL, плата, плата измерения напряжения, плата индикатора TSAL	48,23	1	48,23
Итого:				10 598,37
Двигатель и трансмиссия	Приводные валы	102,76	2	205,52
	Цепь, защита цепи, натяжитель цепи, пластина натяжителя цепи сталь 5 мм	33,33	1	33,33
	Охлаждающая жидкость	3,91	1	3,91
	Трубопровод охлаждающей жидкости: 2 м, внешний диаметр 17 мм	7,97	1	7,97
	Гранаты	37,39	4	149,57
	Мотор, корпус моторов, кронштейны корпуса, гайки М8 2 шт., болты М5 6 шт., гайки М5 6 шт., кронштейны моторов алюминий, болты М10 3 шт.	950,00	2	190,00
	Расширительный бачок, кронштейн бачка сталь 1.5 мм	3,58	1	3,58
	Радиатор, кронштейны радиатора профильная труба сталь 10x10x1 мм, насос 2 шт., кронштейны насоса сталь 4 мм, коннектор адаптера 2 шт.	166,71	1	166,71
	Вентиляторы радиатора	–	2	вкл. в стоимость радиатора
	Звезды	26,23	2	52,46
Итого:				813,05
Рама и обвес	Рама: главная дуга сталь 25x2.5 мм с 5 гибами, передняя дуга сталь 25x2.5 мм с 4 гибами, трубы сталь 68 шт.	189,60	1	189,60
	Обвес: носовая часть карбон 3 слоя, основной обвес карбон 3 слоя	130,43	1	130,43

Продолжение таблицы 8

	Эпоксидная смола	93,75	1	93,75
	Отвердитель	28,00	1	28,00
	Краска	5,36	1	5,36
	Педаля управления ускорением: рычаг педали алюминий 4 мм, корпус педали 3д-печать, кронштейн сталь 2 мм, болт М8 2 шт., гайка М8 2 шт., шайба М8 2 шт., болт М6 1 шт., гайка М6 2 шт., шайба М6 2 шт., болт М5 2 шт., шайка М5 2 шт., шайба М5 2 шт., болт М4 1 шт., гайка М4 1 шт., шайба М4 1 шт., пружина 2 шт., втулка 2 шт.	23,19	1	69,57
	Педаля торможения: рычаг педали алюминий 5 мм, корпус педали 3д-печать, кронштейн сталь 3 мм, болт М8 6 шт., гайка М8 6 шт., шайба М8 6 шт., болт М6 2 шт., гайка М6 2 шт., шайба М6 2 шт.	18,70	1	18,70
	Рычаг переключения передач	5,80	1	5,80
	Аттенюатор и передняя перегородка сталь 1.5 мм, болты М8 8 шт., шайбы М8 16 шт.	304,35	1	304,35
	Пол: рифленый алюминий 3 мм, карбон 3 слоя пластины 2 шт., алюминий 0.5 мм, кронштейны сталь 1.5 мм, болты М5 14 шт., сварная гайка М5 14 шт., клепка 5 шт.	30,43	1	30,43
Итого:				875,99
Рулевая система	Кардан		1	
	Рулевая рейка, кронштейн сталь 3 мм 2 шт., болт М6 4 шт., гайка М6 4 шт., шайба М6 4 шт.	710,87	1	710,87
	Рулевой вал труба сталь 20x2 мм, переходная втулка стальной пруток 25 мм 1 шт.	60,87	1	60,87
	Руль карбон, накладки 3д-печать 2 шт., рулевой тормоз 3д-печать, болт М5 3 шт., гайка М5 3 шт., болт М4 2 шт., пружина 2 шт.	12,59	1	12,59
	Быстросъемная муфта и втулка стальной пруток 25 мм 1 шт.	278,93	1	278,93

Продолжение таблицы 8

	Рулевые тяги труба сталь 14x1.5 мм 2 шт., втулка стальной пруток 4 шт., ШС 4 шт., болт М8 2 шт., гайка М8 2 шт., шайба М8 2 шт., коническая втулка стальной пруток 8 шт.	11,41	1	11,41
	Кронштейны руля: труба сталь 16x2 мм 2 шт., труба сталь 46x4 мм 1 шт., подшипник 42x30x7 мм 2 шт., проставочное кольцо труба сталь 46x4 мм 1 шт., стопорное кольцо 2 шт.	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, рым-болт 4 шт., кронштейн сталь 2 мм 4 шт., гайка дюймовая 4 шт.	510,00	1	510,00
	Файервол алюминий 0.5 мм пластина 2 шт., кронштейн сталь 1 мм, клепка 26 шт.	21,74	1	21,74
	Подголовник: пластина рифленый алюминий 2 мм, энергопоглощающий материал, кронштейны сталь 1 и 2 мм 4 шт., профильная труба 10x10x1 мм, болт М5 2 шт., сварная гайка М5 2 шт., клепка 6 шт.	49,28	1	49,28

Продолжение таблицы 8

	Обивка главной дуги, хомуты 4 шт.	32,22	2	64,43
	Сиденье карбон 4 слоя, кронштейн профильная труба сталь 16x16 мм, втулка сталь внешний диаметр 12 мм с внутренней резьбой 2 шт., болт M8 4 шт., вварная гайка M8 2 шт.	38,78	1	38,78
Итого:				684,23
Итого стоимость всех материалов:				23 284,15

Распределение стоимости по системам можно представить в круговой диаграмме (рисунок 7) следующим образом:

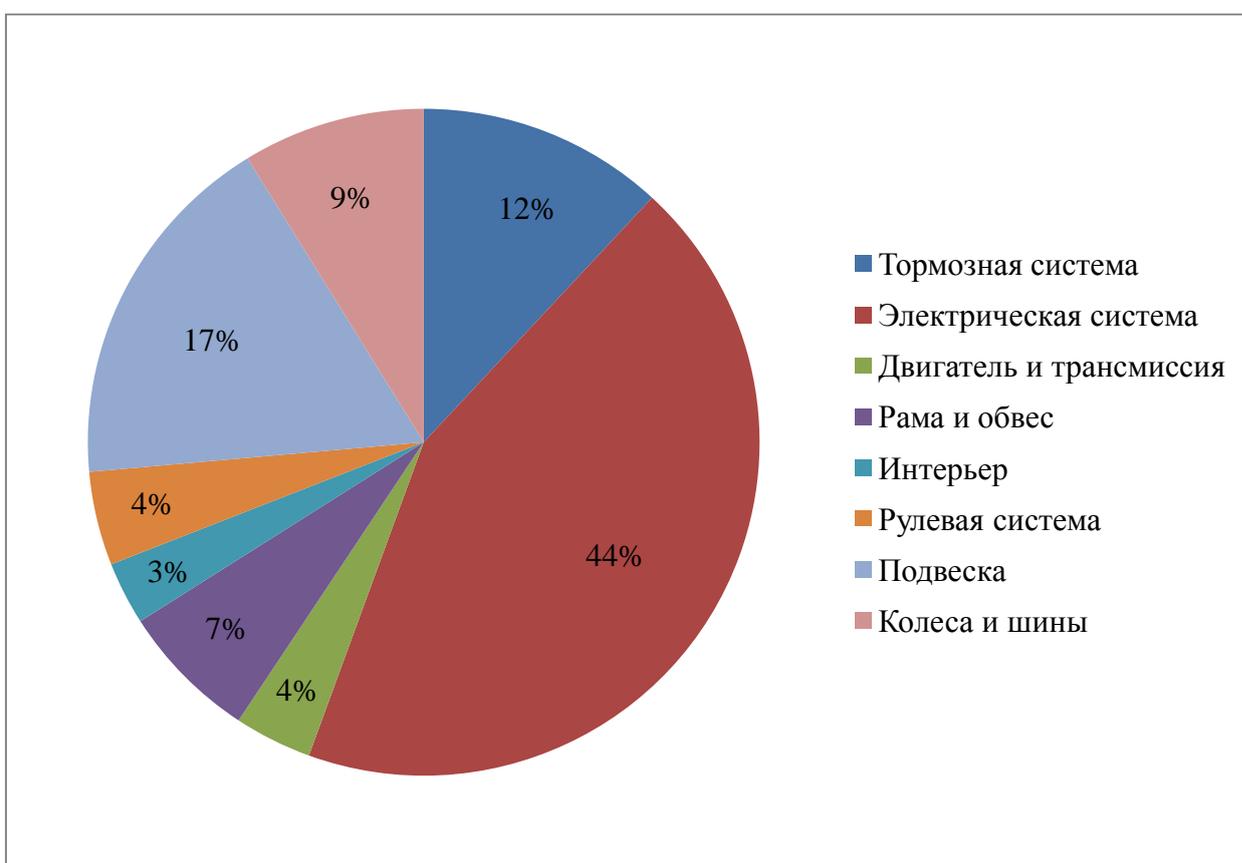


Рисунок 7 – Распределение расходов на производство систем автомобиля

Значительная часть себестоимости приходится на электрическую

систему, а также на подвеску, тормозную систему, шины и раму.

2.5 Расчет постоянных издержек

Для расчета себестоимости прототипа мы 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 1 751 935 рублей.

Чтобы узнать размер постоянных издержек необходимо сложить годовые затраты на заработную плату постоянных сотрудников, аренду помещения, амортизацию, электричество, аутсорсинговые услуги, а также внепроизводственные расходы.

Снова обратимся к списку используемого на производстве оборудования, чтобы высчитать необходимое количество электроэнергии и ее стоимость. Для расчета затрат была использована формула:

$$S_{\text{э}} = n \times N_i \times C_{\text{э}} \times k_t \times k_N \times k_w, \quad (10)$$

где n – количество единиц оборудования, ед.;

N_i – мощность, кВт;

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

k_t – коэффициент загрузки по времени;

k_N – коэффициент загрузки по мощности;

k_w – коэффициент сетевых потерь.

Таблица 9 – Затраты на технологическую электроэнергию

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	N_i , кВт	$C_{\text{э}}$, руб./кВт·ч	k_t	k_N	k_w	Затраты на электроэнергию, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Токарный станок MetalMaster	2	2,2	3,55	0,98	0,75	1,05	12,05

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8
Лазерный станок для резки металла SEKIRUS P2602M-3015L 750 Вт	1	1,5	3,55	0,6	0,75	1,05	2,52
Сварочный аппарат Foxweld Мастер 250 Проф 5950	1	3,5	3,55	0,59	0,75	1,05	5,77
Углошлифовальная машина DEKO DKAG650W	1	1,5	3,55	0,72	0,75	1,05	3,02
Широкоуниверсальный фрезерный станок с ЧПУ Stalex MUF 1200 Servo	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 составят:

$$Z_э = S_э \times T_c \quad (11)$$

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

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:

$$Pr = Z_o \times k_{оп}, \quad (12)$$

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;
 $k_{оп} = 0,20$.

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

Все факторы, из которых складываются постоянные издержки, перечислены в таблице 10.

Таблица 10 – Составляющие постоянных издержек

Наименование	Сумма в год, \$
Основная заработная плата рабочих	117 761
Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади	15 652
Амортизация оборудования	12 380
Затраты на технологическую энергию	772
Прочие общепроизводственные затраты	4 074
Аутсорсинг	3 500
Внепроизводственные расходы	1 286
Итого:	158 809

Так, суммарное количество издержек составит 158 809 \$.

2.6 Ценообразование

Зная переменные и постоянные издержки, которые сопровождают предложенное нами в рамках данной работы производство гоночных автомобилей, можем вычислить себестоимость объема выпуска продукции.

$$C = V_{ед} \times N + F, \quad (13)$$

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:

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

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

$$C_{ед} = V_{ед} + \frac{F}{N}, \quad (14)$$

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.

Для расчета продажной цены была заложена маржа в размере 10% и использована формула:

$$Ц_{ед} = V_{ед} / (1 - MC), \quad (15)$$

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

MC – маржа.

Так, итоговая цена для потребителя будет равняться:

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

2.7 Расчет точки безубыточности

Из расчета, что переменные издержки на одну машину составляют 1 751 935 рублей или 25 028 \$, можем составить общую таблицу, в которой отражены все расходы, для определения точки безубыточности (таблица 11).

При этом:

$$TC = F + V, \quad (16)$$

где TC – общие издержки, \$;

F – постоянные издержки, \$;

V – переменные издержки, \$.

$$PR = P - TC, \quad (17)$$

где PR – прибыль на единицу продукции, \$;

P – доход с продаж, \$.

Таблица 11 – Данные точки безубыточности

Кол-во машин, шт.	Постоянные издержки, \$	Переменные издержки, \$	Общие издержки, \$	Продажи, \$	Прибыль, \$
1	2	3	4	5	6
0	158 809,0	0,0	158 809,0	0,0	-158 809,0
1	158 809,0	25 028,0	183 837,0	27 808,0	-156 029,0
2	158 809,0	50 056,0	208 856,0	55 616,0	-153 249,0
3	158 809,0	75 084,0	233 893,0	83 424,0	-150 469,0
4	158 809,0	100 112,0	258 921,0	111 232,0	-147 689,0
5	158 809,0	125 140,0	283 949,0	139 040,0	-144 909,0
6	158 809,0	150 168,0	308 977,0	166 848,0	-142 129,0
7	158 809,0	175 196,0	334 005,0	194 656,0	-139 349,0
8	158 809,0	200 224,0	359 033,0	222 464,0	-136 569,0
9	158 809,0	225 252,0	384 061,0	250 272,0	-133 789,0
10	158 809,0	250 280,0	409 089,0	278 080,0	-131 009,0
11	158 809,0	275 308,0	434 117,0	305 888,0	-128 229,0
12	158 809,0	300 336,0	459 145,0	333 696,0	-125 449,0
13	158 809,0	325 364,0	484 173,0	361 504,0	-122 669,0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
14	158 809,0	350 392,0	509 201,0	389 312,0	-119 889,0
15	158 809,0	375 420,0	534 229,0	417 120,0	-117 109,0
16	158 809,0	400 448,0	559 257,0	444 928,0	-114 329,0
17	158 809,0	425 476,0	584 285,0	472 736,0	-111 549,0
18	158 809,0	450 504,0	609 313,0	500 544,0	-108 769,0
19	158 809,0	475 532,0	634 341,0	528 352,0	-105 989,0
20	158 809,0	500 560,0	659 369,0	556 160,0	-103 209,0
21	158 809,0	525 588,0	684 397,0	583 968,0	-100 429,0
22	158 809,0	550 616,0	709 425,0	611 776,0	-97 649,0
23	158 809,0	575 644,0	734 453,0	639 584,0	-94 869,0
24	158 809,0	600 672,0	759 481,0	667 392,0	-92 089,0
25	158 809,0	625 700,0	784 509,0	695 200,0	-89 309,0
26	158 809,0	650 728,0	809 537,0	723 008,0	-86 529,0
27	158 809,0	675 756,0	834 565,0	750 816,0	-83 749,0
28	158 809,0	700 784,0	859 593,0	778 624,0	-80 969,0
29	158 809,0	725 812,0	884 621,0	806 432,0	-78 189,0
30	158 809,0	750 840,0	909 649,0	834 240,0	-75 409,0
31	158 809,0	775 868,0	934 677,0	862 048,0	-72 629,0
32	158 809,0	800 896,0	959 705,0	889 856,0	-69 849,0
33	158 809,0	825 924,0	984 733,0	917 664,0	-67 069,0
34	158 809,0	850 952,0	1 009 761,0	945 472,0	-64 289,0
35	158 809,0	875 980,0	1 034 789,0	973 280,0	-61 509,0
36	158 809,0	901 008,0	1 059 817,0	1 001 088,0	-58 729,0
37	158 809,0	926 036,0	1 084 845,0	1 028 896,0	-55 949,0
38	158 809,0	951 064,0	1 109 873,0	1 056 704,0	-53 169,0
39	158 809,0	976 092,0	1 134 901,0	1 084 512,0	-50 389,0
40	158 809,0	1 001 120,0	1 159 929,0	1 112 320,0	-47 609,0
41	158 809,0	1 026 148,0	1 184 957,0	1 140 128,0	-44 829,0
42	158 809,0	1 051 176,0	1 209 985,0	1 167 936,0	-42 049,0
43	158 809,0	1 076 204,0	1 235 013,0	1 195 744,0	-39 269,0
44	158 809,0	1 101 232,0	1 260 041,0	1 223 552,0	-36 489,0
45	158 809,0	1 126 260,0	1 285 069,0	1 251 360,0	-33 709,0
46	158 809,0	1 151 288,0	1 310 097,0	1 279 168,0	-30 929,0
47	158 809,0	1 176 316,0	1 335 125,0	1 306 976,0	-28 149,0
48	158 809,0	1 201 344,0	1 360 153,0	1 334 784,0	-25 369,0
49	158 809,0	1 226 372,0	1 385 181,0	1 362 592,0	-22 589,0
50	158 809,0	1 251 400,0	1 410 209,0	1 390 400,0	-19 809,0
51	158 809	1 276 428,0	1 435 237,0	1 418 208,0	-17 029,0
52	158 809	1 301 456,0	1 460 265,0	1 446 016,0	-14 249,0
53	158 809	1 326 484,0	1 485 293,0	1 473 824,0	-11 469,0
54	158 809	1 351 512,0	1 510 321,0	1 501 632,0	-8 689,0
55	158 809	1 376 540,0	1 535 349,0	1 529 440,0	-5 909,0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
56	158 809	1 401 568,0	1 560 377,0	1 557 248,0	-3 129,0
57	158 809	1 426 596,0	1 585 405,0	1 585 056,0	-349,0
58	158 809	1 451 624,0	1 610 433,0	1 612 864,0	2 431,0
59	158 809	1 476 652,0	1 635 461,0	1 640 672,0	5 211,0
60	158 809	1 501 680,0	1 660 489,0	1 668 480,0	7 991,0

Из таблицы видим, 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 8) можно представить следующим образом:

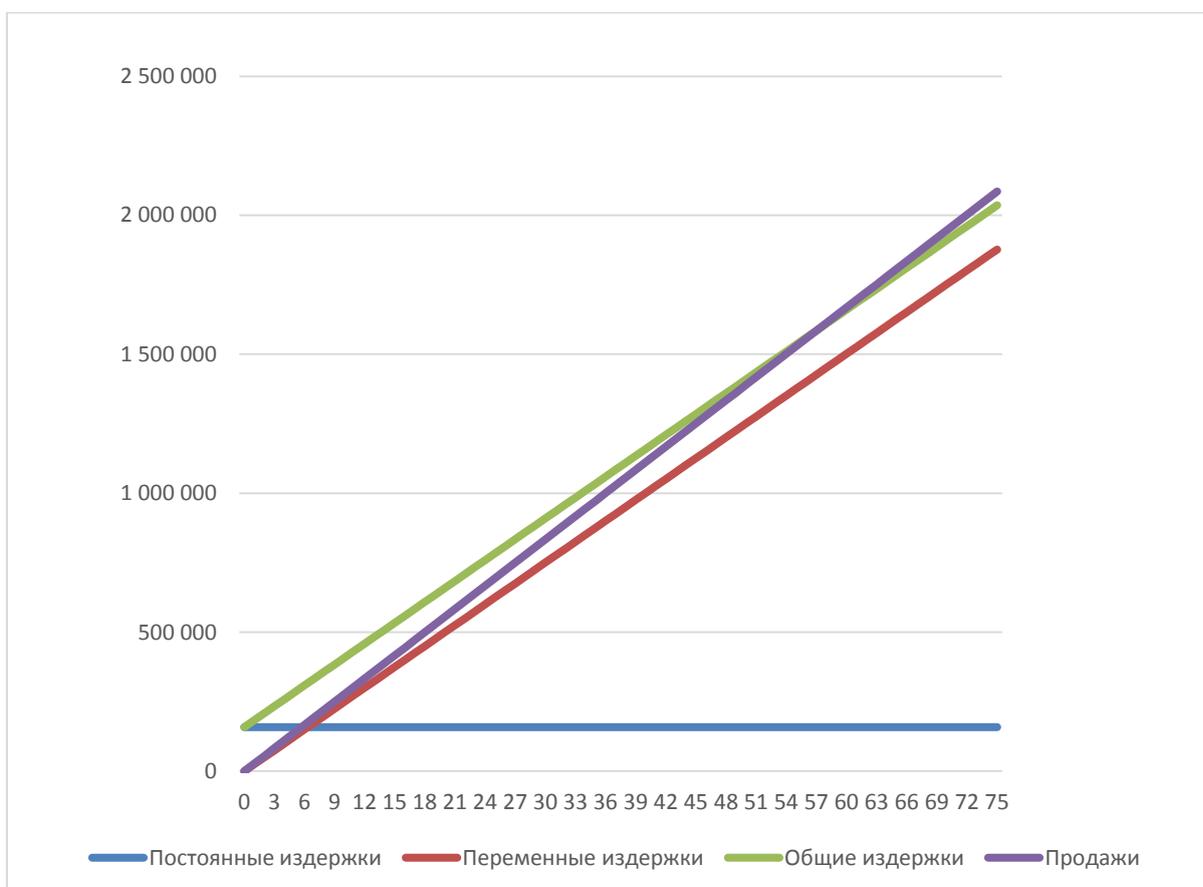


Рисунок 8 – График точки безубыточности

Как видим из графика, на пересечении линий общих затрат и продаж лежит искомая точка 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.

2.8 Анализ конкурентов

Ввиду того, что рынок гоночного транспорта на электротяге широко не развит, для сопоставительного анализа предлагаемой предприятием продукции были взяты два легких прокатных карта сторонних компаний (рисунки 9 и 10). Данные карты были выбраны за счет похожих ходовых характеристик и наличия электропривода.

1. Ninebot GoKart – модульный электрокарт с четырьмя режимами езды и повышенной безопасностью.



Рисунок 9 – Электрокарт Ninebot GoKart

2. RiMO Germany – безопасный электрический карт с двумя электромоторами.



Рисунок 10 – Электрокарт RiMO Germany

Сравнительный анализ конкурентов проводился по параметрам, указанным в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительные характеристики конкурентов

Параметры	EScorpion	Ninebot GoKart	RiMO Germany
Максимальная скорость, км/ч	130	30	25
Запас хода, км	25	25	10
Емкость аккумулятора, мАч	44000	6857	4000
Мощность двигателя, Вт	60000	900	2800
Время зарядки аккумулятора, ч	1,5	4	0,8
Масса, кг	283	200	170
Цена, руб.	1946594	180000	170000

Гоночный болид EScorpion уступает прямым конкурентам по цене и в массе, однако превосходит их по таким позициям, как максимальная скорость, запас хода и емкость аккумулятора. Сравнение площадей циклограмм на рисунке 11 наглядно демонстрирует конкурентные

преимущества EScorpion.

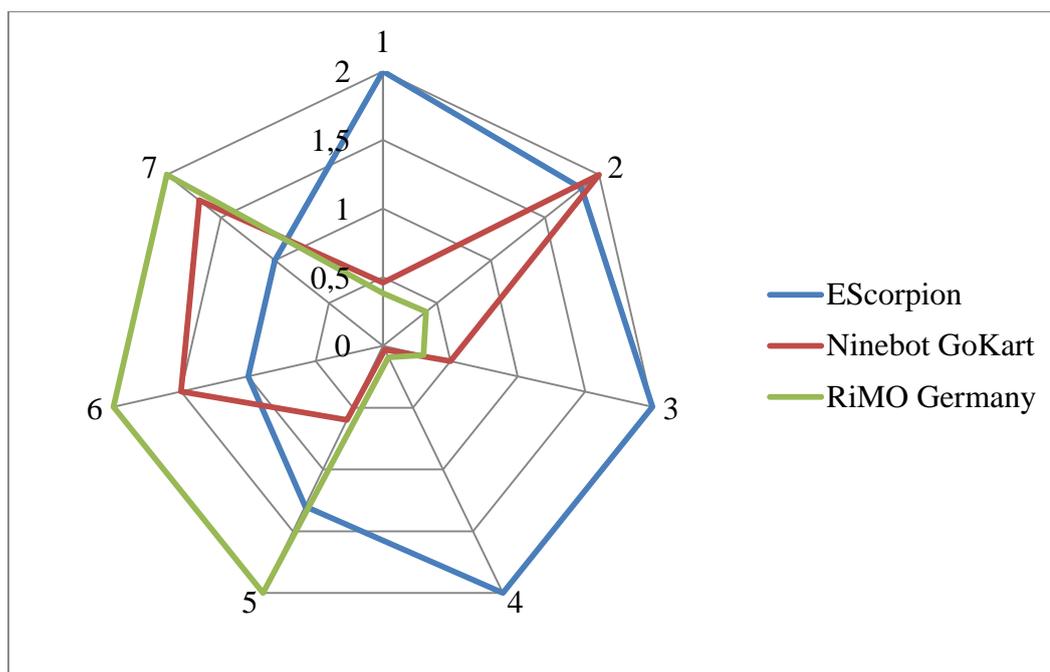


Рисунок 11 – Сравнительные характеристики конкурентов

Нами также были проанализированы косвенные конкуренты, а именно продукты, которые удовлетворяют нужды потребителя, но посредством других характеристик и технических решений (рисунки 12–14).

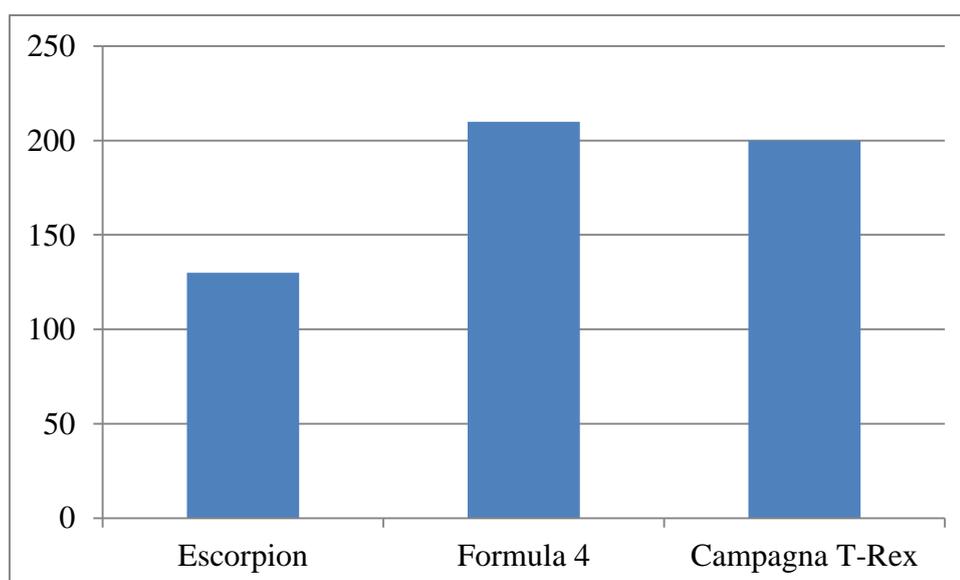


Рисунок 12 – Сравнение характеристики «максимальная скорость»

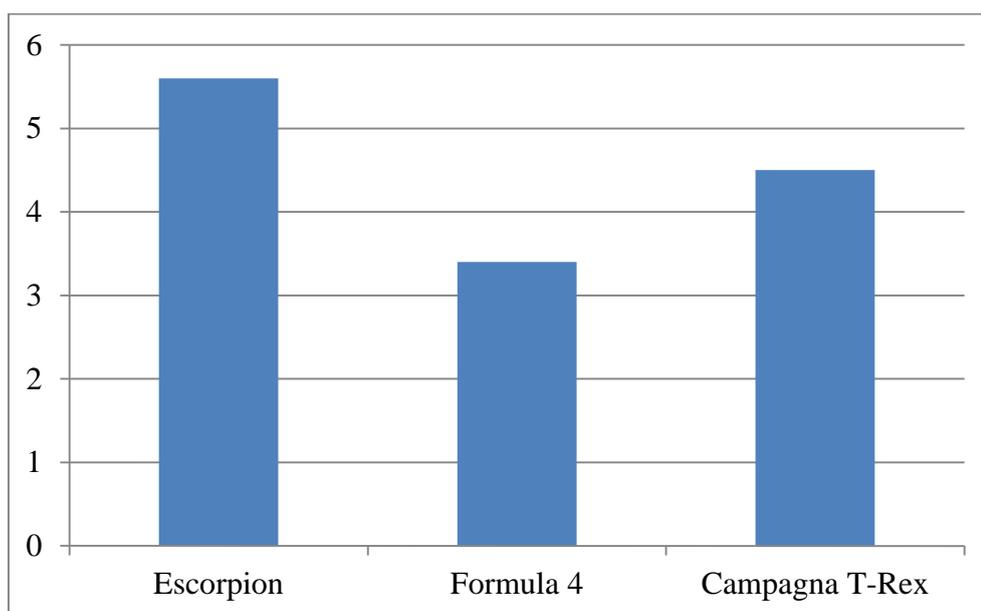


Рисунок 13 – Сравнение характеристики «разгон»

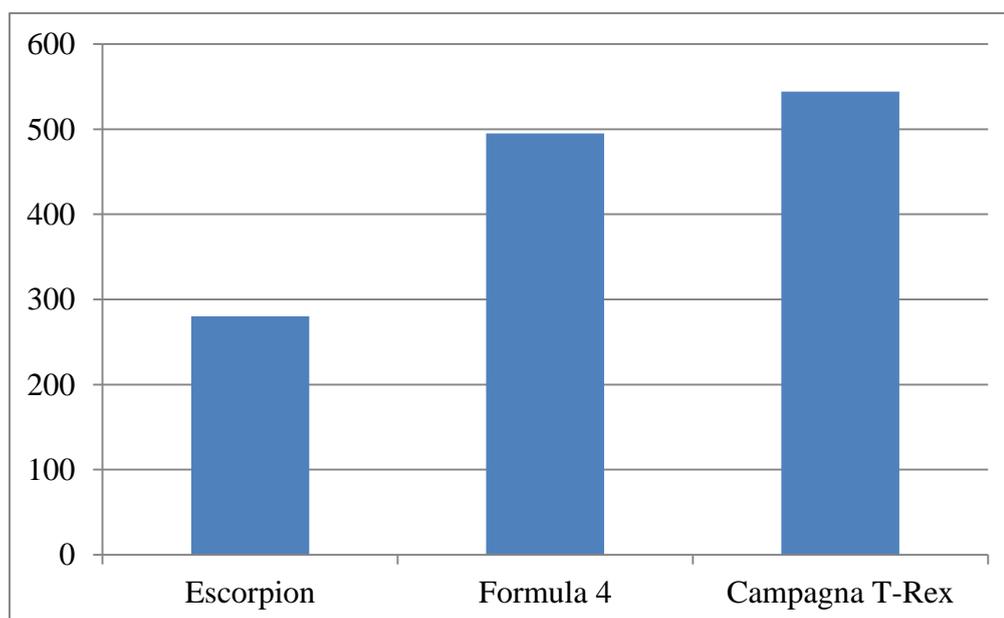


Рисунок 14 – Сравнение характеристики «масса»

Из рисунков видим, что предлагаемый продукт – гоночный электроболд – значительно легче автомобилей класса Formula 4 и Campagna T-Rex, но в некоторой степени уступает им по скоростным характеристикам.

Выводы по разделу

Во втором разделе бакалаврской работы были рассмотрены основные характеристики гоночного электроболида EScorpion, 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.

Заключение

Международный студенческий проект «Формула Студент» 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 «Формула Студент».

В первом разделе подробно рассматривается специфика инженерных соревнований с позиции дисциплин Cost and Manufacturing Report и Business Plan Presentation, дается определение понятия «бизнес-план».

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.

Изучив исходные данные по прототипу электрического болида EScorpion, мы смогли рассчитать его себестоимость с учетом затрат на материалы и производственные операции. Проведенный анализ конкурентов показал, что при установленной цене производства рассматриваемый автомобиль класса «Формула Студент» все еще будет конкурентоспособным продуктом на рынке.

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.– 110с.
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. Горбачев 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. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. Н. Сергель. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

19. 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.

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).