

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Реконструкция административных и производственных помещений
инжинирингового центра «Формула Студент ТГУ»

Студент

А.В. Сиксаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Данная пояснительная записка является частью проекта бакалавра выполненного выпускником ВУЗа для подтверждения высокого уровня усвоения квалификационных умений и навыков, достаточного для получения диплома бакалавра в области эксплуатации транспортных средств и организации работы на автосервисных предприятиях по профилю «Автомобили и автомобильное хозяйство».

В работе описываются история развития и основные правила международного соревновательного проекта «Формула Студент», а также основные этапы прогресса команды Тольяттинского государственного университета. На основании требований стандартов, а также действующей нормативной документации в области строительства зданий и сооружений, выполнены архитектурно-планировочные решения главного корпуса и основных участков инжинирингового центра «Формула Студент ТГУ».

В качестве подразделения для углубленной проработки выбран инжинирингового центра «Формула Студент ТГУ». В рамках подраздела работы сформирован перечень основных производственных операций и основных технологических процессов на участке; утвержден график работы; составлено штатное расписание подразделения; проведено комплектование подразделения современным технологическим оборудованием; определен финальный метраж производственного подразделения графическим методом.

Проведена комплексная оценка имеющихся на рынке наиболее перспективных предложений оборудования для выполнения выбранных технологических операций 3д печати. Выполнено ранжирование характеристик и параметров оборудования по их степени значимости в рамках заданных условий эксплуатации. Опираясь на результаты экспертного и графического анализа, подобрано оптимальное по характеристикам технологического оборудования рекомендованное к включению в план закупок.

В предпоследнем разделе «Безопасность и экологичность подразделения автосервиса» определены мероприятия и технические средства по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов и снижению имеющихся профессиональных рисков. На основе теоретически возможных рисков возникновения пожара составлен перечень мероприятий и средств повышения пожарной безопасности в подразделении автосервиса. Оценены экологические риски производства, предусмотрены мероприятия для повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса.

В последнем разделе доказывается производственная эффективность проекта бакалавра за счет сравнения определенной расчетным путем с учетом уровня рентабельности цены нормо-часа работ на участке автосервиса со средней по региону или городу.

Проект бакалавра состоит из пояснительной записки содержащей 68 страниц машинописного текста и 6-ти плакатов, таблиц и чертежей, выполненных на стандартных форматах предусмотренных ГОСТ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 История создания и развития проекта «Формула Студент» (Formula Student)	10
1.1 Правила соревнований «Формула Студент» (Formula Student).....	10
1.2 История прогресса соревнований Formula Student.....	12
2 Результаты команды ФГБОУ ВО «ТГУ» за время участия в проекте «Формула Студент»	17
3 Перспективы реконструкции инжинирингового центра «Фор- мула Студент» в ТГУ.....	25
4 Комплектация производственного подразделения предприя- тия основным технологическим оборудованием.....	30
4.1 Особенности конструкции и описание принципа действия технологического оборудования.....	30
4.2 Ранжирование характеристик и параметров оборудования по их степени значимости в рамках заданных условий эксплуатации	35
4.3 Оценка имеющихся на рынке наиболее перспективных предложе- ний автосервисного оборудования.....	38
4.4 Подбор оптимального по характеристикам технологического обо- рудования.....	41
5 Безопасность и экологичность подразделения автосервиса	46
5.1 Характеристика технологического участка	46
5.2 Выявление имеющихся профессиональных рисков для подразде- ления автосервиса	48
5.3 Определения мероприятий и технических средств по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов	49

5.4	Организационно-технические мероприятия для повышения пожарной безопасности участка автосервиса	53
5.4.1	Выявление возможных рисков возникновения пожара в подразделении автосервиса	53
5.4.2	Составление перечня средств повышения пожарной безопасности в подразделении автосервиса	53
5.5	Составление перечня мероприятий и правил повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса.....	55
6	Производственная эффективность подразделения автосервиса ...	56
6.1	Платежи за сырьевые ресурсы, покупные изделия и полуфабрикаты	56
6.2	Коммунальные платежи предприятия	56
6.2.1	Платежи за электроэнергию.....	56
6.2.2	Платежи за отопление и за холодное и горячее водоснабжение и водоотведение.....	58
6.2.3	Платежи за пользование средствами связи и интернетом.....	58
6.3	Расчет амортизационных платежей подразделения	58
6.4	Оплата труда наемных работников	59
6.5	Прочие годовые расходы подразделения автосервиса.....	50
6.6	Вычисление средней цены нормо-часа работ для клиентов в производственном подразделении автосервиса.....	61
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» для города Тольятти является градообразующим университетом, в котором проводится подготовка квалифицированных кадров для крупнейших предприятий города. [1,2]

«В ТГУ в 2017/18 учебном году реализуется 130 образовательных программ, в том числе 67 программ бакалавриата и специалитета, 63 программы магистратуры. Образовательные программы реализуются по 24 УГНС. Также действует аспирантура по 26 научным специальностям.

По состоянию на 03.02.2017 г. общий контингент студентов составил 13 465 человек, приведенный – 6382,3 человека. При этом доля студентов очной формы обучения составляет 41,44 %, на заочной и очно-заочной форме – 58,56 %. Структура подготовки (приведенный контингент): бакалавриат/специалитет – 82,98 %, магистратура – 17,02 %.» (Программа развития Тольяттинского государственного университета 2017-2021 годы: [сайт]. URL: https://www.tltsu.ru/about_the_university/transformation/Programma_razvitiya2017.pdf).

После получения высокого статуса опорного ВУЗа региона университету необходимо соответствовать возрастающим запросам как предприятий области, так и самих обучающихся на повышение качества предоставляемых образовательных услуг. Для этого в Программу развития ВУЗа до 2021 внесена реализация следующих проектов:

1. Обеспечить высокоэффективную систему подготовки кадров в интересах региона как в части опережающего закрытия потребностей ключевых работодателей, так и для повышения потенциала инновационного развития через подготовку специалистов, способных к генерации и реализации инноваций, в том числе путем:

– внедрения образовательной модели, основанной на проектной деятельности и передовых информационных технологиях;

- внедрения системы актуализации образовательных программ на основе прогнозов изменения перечня актуальных профессий и потребностей регионального рынка труда;

- перехода от образовательных монопрограмм к кросс-программам с оптимальным сочетанием базовой профессиональной подготовки и усиленной профильной IT-подготовки.

2. Повысить эффективность управления человеческими ресурсами на основе:

- системы удержания и привлечения квалифицированных сотрудников

- внедрения и развития системы «эффективного контракта» для всех категорий работников на основе КРІ

- формирования кадрового резерва и системности повышения квалификации персонала под реализацию конкретных задач и проектов университета.

3. Обеспечить оптимальные условия для учебы, работы, научной и внеучебной деятельности, а также воспитательного процесса путем системной модернизации университетского кампуса, на основе:

- международных кампусных стандартов условий жизни, работы, учебы, досуга и отдыха, в том числе для лиц с ограниченными возможностями;

- применения современных технологий для выполнения требований ресурсосбережения и безопасности;

- обеспечения максимально возможной (с учетом требований безопасности) открытости кампуса через создание отдельных площадок и мест, доступных для проведения общегородских мероприятий, занятий спортом, досуга и отдыха;

- модернизации и развития информационных систем и обеспечения качества сервисных функций для студентов и сотрудников на уровне между-

народных стандартов, максимальной автоматизации процессов обучения и жизнеобеспечения, в том числе через систему кампусных карт;

– интеграции в мировое информационное пространство на высоком уровне сервиса.» Программа развития Тольяттинского государственного университета 2017-2021 годы: [сайт]. URL: https://www.tltsu.ru/about_the_university/transformation/Programma_razvitiya2017.pdf).

Основным направлением развития в реализации которого участвует кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей» является активное участие студентов в проектной деятельности, в том числе по основному проекту «Формула Студент ТГУ» и связанным с ним кросс-проектам. Кафедра участвует в следующих мероприятиях:

– проведение проектных работ для размещения центра машиностроения, центра робототехники, центра IT Student.

– создание необходимой инфраструктуры для размещения центра машиностроения, центра робототехники, центра IT Student.

– организация на постоянной основе проектной, в том числе междисциплинарной деятельности, участия университетской команды Togliatti Racing Team на различных этапах региональных и международных инженерно-спортивных соревнований Formula Student, Smart Moto Challenge, Solar Regatta, в соревнованиях по спортивному программированию и компьютерному моделированию.

– продвижение и позиционирование ТГУ как ведущего центра инженерного образования региона, в том числе через развернутую систему площадок проектной деятельности студентов на базе проекта Formula Student.

В реализации всех целей Программы развития в итоге необходимо:

– создать центр машиностроения – ключевое место реализации студенческих проектов и практик в области инжиниринга перспективных систем и процессов в машиностроении.

– создать высшую инженерную школу – кластер взаимно интегрированных центров инжиниринга, робототехники, информационных технологий, – как базу практико-ориентированного обучения и проектной деятельности студентов для реализации междисциплинарных проектов по разработке и созданию транспортных средств для участия университетской команды Togliatti Racing Team на международных этапах инженерно-спортивных соревнований «Формула студент» (Formula SAE), Smart Moto Challenge различных этапах инженерно-спортивных соревнований Solar Regatta, разработке программных модулей машинного зрения и мобильной платформы беспилотного транспортного средства DriveLess (проект на базе болида «Формула студент»)

Создание кластера центров инжиниринга позволит привести инженерно-техническое образование в соответствие с требованиями современных высокотехнологичных предприятий и эффективно ответить на глобальные вызовы в технологических областях и обеспечить глобальную конкурентоспособность в условиях промышленной революции и «экономики знаний».

Проект рассматривает создание условий для подготовки в рамках ТГУ молодых специалистов, способных в обозримом будущем самостоятельно развиваться профессионально, адаптироваться к новым условиям, заниматься инжинирингом перспективных транспортных систем, созданием и обслуживанием интеллектуальных цифровых систем управления производством, обработки данных с привлечением инструментов «облачных» вычислительных систем. [4,7]

Вся практикоориентированная система в университете зарождалась на базе проекта «Формула Студент ТГУ», команда Togliatti Racing Team участвует в соревнованиях с 2008 года, постоянно занимает высокие места и на данный момент является лучшей в Российской Федерации по международному рейтингу. В рамках финансирования выделенного под создание высшей инженерной школы предлагается часть средств потратить на реконструкцию инжинирингового центра «Формула Студент ТГУ». [4-16]

1 История создания и развития проекта «Формула Студент» (Formula Student)

1.1 Правила соревнований «Формула Студент» (Formula Student)

Формула Студент, Мини Баха и Формула Гибрид – это серия проектов SAE (Сообщество автомобильных инженеров), в которых группа студентов из одного ВУЗа должна за год собравшись вместе самоорганизоваться, распределить обязанности, составить бизнес-план, найти спонсоров, спроектировать и изготовить небольшой гоночный, внедорожный или гибридный автомобиль, а впоследствии презентовать и защитить свой проект перед жюри, в составе лучших инженеров и конструкторов, экономистов и ведущих PR менеджеров, а также показать наилучший результат в серии из нескольких статических и динамических тестов. [4-16]

Формула Студент – сложный инженерный класс, в котором студентам надо спроектировать, просчитать, изготовить и собрать полностью авторский гоночный болид, включая пластиковый корпус или монокок. Имеется возможность применять любое количество инновационных идей, соответствующих регламенту, во всех узлах и элементах конструкции автомобиля. Данный класс требует значительных умственных, временных, организационных, финансовых и физических затрат. Основная задача: самостоятельно сделать самый быстрый и сбалансированный автомобиль при минимальных экономических затратах, а также составить бизнес-план выпуска серии на 1000 автомобилей. На данный момент проект «Formula Student является самым популярным и масштабным среди студенческих инжиниринговых соревнований. Ярким доказательством успеха серии может послужить тот факт, что Интернет-регистрация допустимых 64 команд на этап «Formula Student Germany» 2017 продлилась 5 минут 38 секунд, в то время как официальный срок для подачи заявки составлял три месяца. Неизменным организатором выступает Международная ассоциация автомобильных инженеров (SAE).

В рамках класса «Formula Student», начало которому было положено в 1981 году в США, участникам коллектива необходимо изготовить абсолютно новый гоночный автомобиль. Команда должна найти все необходимые узлы и агрегаты самостоятельно, при этом вложиться в жесткие требования регламента. В проекте предусмотрено три класса – три варианта участия. Так, третий класс предусматривает от команды предоставление технической и экономической документации, которая и составляет основу презентации виртуального инжинирингового предприятия. Во втором классе, помимо документов, необходимо предоставить какие-либо «живые» технические разработки.

Первый класс, в рамках которого участвует команда из ТГУ, требует как документальной отчетности, так исправного автомобиля. Команда имеет право выбора этапа и их количества, т.е. участие во всем сезоне не обязательно. [4-8]

Гонки класса Formula Student состоят из 8 дисциплин и мероприятий, в каждом из которых командам начисляются разные очки. Всего можно набрать до 1000 таких очков.

Предусмотрены следующие гоночные дисциплины:

Выносливость (300 очков)

Жёсткая гонка на выносливость с дистанцией 22 километра. Очного сражения нет. Побеждает автомобиль, проехавший дистанцию за наименьшее количество времени. Временная трасса строится на базе автодрома Сильверстоун.

Экономия топлива/минимальный выхлоп CO₂ (100 очков)

После гонки на выносливость судьи подсчитывают количество вредных выхлопов CO₂ и количество истраченного в заезде топлива.

Автокросс (150 очков)

Одиночный круг без очной борьбы на трассе (выезды по одному автомобилю). Режим спринта. Трасса создаётся на дорожках Сильверстоуна, её длина - полмили.

Ускорение (75 очков)

Драг-заезд на дистанцию 75 метров со стоячего старта.

Управляемость (50 очков)

Прохождение 4 кругов-восьмёрок на время. Тестируется управляемость автомобилей.

Предусмотрены следующие внегоночные дисциплины

Инженерия (150 очков)

Конструкцию автомобилей оценивают эксперты индустрии, которые присуждают очки согласно их опыту и видению.

Бизнес-презентация (75 очков)

Команды проводят презентацию своих творений перед судьями. Их цель - убедить управляющих корпораций в том, что именно их конструкция лучше всего отвечает требованиям рынка.

Стоимость (100 очков)

Команды предоставляют данные о расходах на создание своих автомобилей. Наибольшее количество очков присуждается тем, кто смог выжать максимум из бюджета. Редко побеждают самые дорогие болиды. Мало шансов и у наиболее дешёвых.

1.2 История прогресса соревнований Formula Student

Организация проекта «Formula-Student» состоялась благодаря усилиям американского сообщества автомобильных инженеров - SAE. Начало проекту было положено в 1981 году в университете города Хьюстон в США. Проект «Formula Student» по праву обладает масштабностью и популярностью среди инженеринговых соревнований студентов сегодняшнего дня. Задача у студенческого коллектива проста - нужно изготовить абсолютно новый гоночный автомобиль и принять участие в рамках соревнований для своего класса «Formula Student». При соблюдении всех регламентных требований команда должна подобрать либо спроектировать все необходимые для сборки узлы и агрегаты, причем сделать это самостоятельно. [4,5]



Рисунок 1.1 - Первый Российский болид Формула Студент команды МАДИ

Вслед за МАДИ эстафетную палочку подхватил МАМИ (сегодня носит название Московского Машиностроительного Университета). Студенты из команды МАМИ выступили с первым своим автомобилем в 2008-ом году на одном из Германских этапов. Команда эта постоянно выступает с тех пор на этапах зарубежных и отечественных соревнований, благодаря чему ее результаты улучшаются. [8-10]



Рисунок 1.2 – Болид - первенец команды из МАМИ

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



Рисунок 1.3 – Первый болид команды из Тольятти

Значительное увеличение количества участников проекта Формула Студент из России было отмечено в сезоне 2013 года. Например, на этапе проходившем в городке Варано де Мелегари в середине сентября в Италии, количество Российских участников достигло 7 команд. Эти команды: FormulaElectric MADI, Формула Студент РУДН, FDR MAMI, AMIgoteam (НГТУ им. Алексеева), Формула Студент УРГУПС из Екатеринбурга, Formula Neftegaz (Тюмень), и четвертая московская команда МГТУ им. Баумана, которая уже на первом своем выступлении смогла показать великолепные результаты наравне с ведущими командами из стран Европы. [4]

Одно из знаковых событий состоялось в 2014 году – тогда был проведен этап в России – «Formula Student Russia 2014», ставший первым полномасштабным международным этапом, на который были приглашены лучшие мировые судьи соревнований Formula Student. Благодаря успеху соревнова-

ний, студенческие инженерные движения в России получили мощный импульс к развитию.



Рисунок 1.4 – Команды на соревнованиях FormulaStudent Italy 2013

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

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

Команда студентов, представляющая Тольяттинский государственный университет, в первый раз принимала участие в студенческом международном конкурсе проектантов гоночных болидов (автомобилей) «Formula Student» (FS) на этапе 2008 года. Представленный на рисунке 1.3 гоночный болид, был создан в лабораторной производственной мастерской ТГУ и при-

нимал участие в конкурсах. Проект этот тщательно выверялся с рамками международных регламентных требований к соревнованиям. Благодаря победам студенческой команды в конкурсных номинациях соревнований российских этапов, был засвидетельствован сравнительно высокий профессиональный уровень выполненных работ.

Как участники команды, так и руководитель проекта, и в целом весь университет выражают заинтересованность в продолжении участия ТГУ в этом международном конкурсе. Благодаря усилиям университета, формульная команда ТГУ получает известность, как в нашей стране, так и в зарубежных кругах профессионального автомобильного и образовательного уровня. Своим участием в соревнованиях студенты продвигают командные бренды, улучшают рейтинговые показатели профессионалов. [4-16]

2 Результаты команды ФГБОУ ВО «ТГУ» за время участия в проекте «Формула Студент»

«Formula Student» – масштабный международный проект. Первые соревнования прошли в 1981 году и с каждым годом увеличивает свою популярность по всему миру. Большое распространение проект получил в России. Нашу страну в мировом рейтинге представляют 7 команд, но в действительности география значительно шире: от Владивостока до Европейской части России – всего более 20-и команд. Особенностью «Formula Student» является то, что команда состоит из студентов-непрофессионалов, перед которыми ставится задача не только победить в динамических дисциплинах, но и в инженерной защите разработанного проекта. С этим успешно справляется команда Тольяттинского государственного университета. Команда «Formula Student TSU» после небольшого перерыва вернулась в мир автомобильного спорта. В короткие сроки был разработан болид, который разгоняется до скорости 100 км/ч меньше чем за 4 секунды. В данном проекте участвуют студенты разных специальностей. Ведь помимо основного проектирования болида команде нужно составить бизнес-план, участвовать в международных конференциях, успешно презентовать проект. Основной целью «Formula Student» является укрепление студенческого инженерного движения России и побуждение молодых людей заниматься карьерой в области машиностроения. [4]

Основные цели команды ТГУ:

- Попадание ТГУ в мировой рейтинг, который позволит подтвердить высокий профессиональный уровень подготовки студентов, и получить спонсорскую поддержку;
- Вовлечение студентов в активную проектно-производственную деятельность для практического применения полученных в ходе обучения знаний, умений и развития будущих профессиональных компетенций;

- Организация в университете на базе проекта «Formula Student» модели практико-ориентированного обучения студентов по инженерным специальностям;

- Укрепление бренда университета как участника крупного международного студенческого научно-технического проекта.

История «Формулы студент» в Тольятти завертелась в 2007-м, с появлением команды «SPC Formula» ТГУ. Она стала одной из первых в стране, была в авангарде всероссийского движения.

Первый болид – Sprint 01, благородного синего цвета с надписью «Автомеханический институт» на бортах – построили и представили меньше чем через год. С ним команда приняла участие в этапе Formula Student Russia 2008, где заняла первое место в конкурсе презентаций бизнес-проектов. Проект заметили – поддержку ему высказали действующие на тот момент мэры Тольятти Анатолий Пушков и губернатор Самарской области Владимир Артяков. [4-16]

Ещё около года ушло на сборку второго болида – жгуче-красного Sprint 01M. Он стал быстрее: 100 км/ч машина набирала ровно за 4 секунды, при том что его синий товарищ ту же скорость брал аж за 4,92 секунды. Максимальная скорость поднялась на 20 километров в час – со 190 до 210 км/ч, а вес машины уменьшили на 70 пунктов – с 380 до 310 килограммов.

Пять лет – с 2009 по 2014 годы – активной деятельности тольяттинская команда не вела. Проект оставался без руководителя – и почти без рук. Проект оживился с приходом нового руководителя, Бобровский А.В. заступил на этот пост 2014 году. Это стало ключевым событием для команды. Её название изменилось на «Togliatti Racing Team» (TRT), в команду пришли новые люди. За два года было построено ещё два болида – White Shark («Белая акула») и Black Bullet («Чёрная пуля»). Впервые в истории команда создала машину, соответствующую регламенту международных соревнований Formula Student.

Главным образом это был вопрос безопасности – регламент международных соревнований предъявляет высокие требования к конструкции машины. Она должна быть спроектирована таким образом, чтобы при аварии или любой нештатной ситуации пилот пострадал как можно меньше. Смотрят на всё: от деталей каркаса до расположения сидения пилота и педалей. В старых болидах не учли многие моменты: к примеру, у Sprint 01M было более трёх десятков несоответствий международному техническому регламенту.

С «Белой акулой» команда отправилась на соревнования Formula Student Russia 2014 в Москву – и покорила всех. При её создании был побит неофициальный рекорд соревнований по скорости разработки и сборки болида – у ТГУ на это ушло всего три месяца. Команда получила награду «Открытие года» и итоговое 8-е место в общекомандном зачёте. Кроме того, «Белая акула» вошла в пятёрку автомобилей, дошедших до финиша в гонке «Endurance», заняв по совокупности оценок 4-е место из 11.

Говоря о четвёртом болиде, «Чёрная пуля», важно затронуть тему финансирования. В TRT подчёркивают, что машина была построена всего за 1/15 часть бюджета различных титулованных команд. Впервые в создании машины задействовали карбон, что позволило сделать её гораздо легче. Для «Чёрной пули» собрали уникальную подвеску. Было время, чтобы поработать с настройкой двигателя. Многие детали для машины студенты изготовили самостоятельно. [4-16]

Автомобиль показал себя прекрасно: 3-е место в гонке на выносливость, автокроссе и «восьмёрке»; 2-е место по топливной эффективности. Это позволило TRT занять итоговое 3-е место в общекомандном зачёте на российском этапе «Formula student» и получить специальный приз от Nissan. Ещё через год команда с «Чёрной пулей» представила Тольятти на зарубежном этапе «Formula student». Укрепились в середине: 13-е место из 29 в общекомандном зачёте. Стало понятно, что соперничать на мировом уровне



TRT по силам. (Медиахолдинг «Есть TALK»: [сайт]. URL: <https://talk-on.ru/test/formula/>)

Каждый следующий болид получался лучше прежнего, а команда продолжает занимать высокие места на российских и международных этапах соревнований. В таблице 2.1

Таблица 2.1 – Эволюция болидов тольяттинской команды

Изображение болида	Характеристики
1	2
	<p>Sprint 01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель: HONDA CBR 600 F4 рядный 4-цилиндровый – 600 (куб.см) • Трансмиссия: 6-ступенчатая секвентальная • Время разгона до 100 км/ч (сек): 4,92 • Максимальная скорость: 190 • Масса (кг): 380 • Длина (мм): 2700 • Ширина (мм): 1460 • Высота (мм): 1160 • Колесная база (мм): 1750 • Конструкция болида: стальная рама, стеклопластиковые панели кузова
	<p>Sprint 01 M</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель: HONDA CBR 600 F4 рядный 4-цилиндровый – 600 (куб.см) • Трансмиссия: 6-ступенчатая секвентальная • Время разгона до 100 км/ч (сек): 4.0 • Максимальная скорость (км/ч): 210 • Масса (кг): 310 • Колесная база (мм): 1750 • Изменения и доработки: новая конструкция и материалы рамы, новая конструкция и кинематика подвески, облегченный обвес, модернизированная трансмиссия, усовершенствованная электропроводка


Продолжение таблицы 2.1

1	2
 <p>A white open-wheel race car with 'TGU Togliatti' and the number '63' on the side, parked on a track. The car has a sleek, aerodynamic design with a prominent front wing and a roll-over protection structure (ROPS) behind the driver's seat.</p>	<p>White Shark Достижения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установлен неофициальный рекорд соревнований. Болид спроектирован и построен всего за 3 месяца • Первый болид, который соответствует требованиям международного регламента SAE • 4 место в гонке на выносливость «Индуро» FSR • успешно выступил на первом Российском этапе «Formula Student Russia 2014» <p>Характеристики</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель: Honda CBR600 RR 2006 г. • Время разгона до 100 км/ч (сек): 3,21 • Максимальная скорость (км/ч): 200 • Масса (кг): 310 • Длина (мм): 2680 • Ширина (мм): 1400 • Высота (мм): 1150 • Колесная база (мм): 1620.
 <p>A black open-wheel race car with 'TGU TOGLIATTI' and the number '63' on the side, parked on a track. The car has a more compact and rounded design compared to the White Shark, with a visible ROPS structure.</p>	<p>Black Bullet Достижения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кубок конструкторов – специальный приз от Nissan FSR • 2 место по топливной эффективности FSR • 3 место в гонке на выносливость, автокроссе, «восьмерке» FSR <p>Итоговое 3 место с результатом в 479,1 очков FSR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель: Honda CBR600 RR 2008 года • Время разгона до 100 км/ч (сек): 3,1 • Максимальная скорость: 200 км/ч • Масса (кг): 262 • Длина (мм): 2700

Продолжение таблицы 2.1

1	2
 	<ul style="list-style-type: none"> • Ширина (мм): 1460 • Высота (мм): 1160 • Колесная база (мм): 1550 <p>Violet demon Достижения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • На международных соревнованиях Formula Student Italy – в гонке на выносливость вошли в список 14 лучших команд из 50 участников. • На российском этапе международных инженерно-спортивных соревнованиях «Формула Студент – 2017», в гонке на выносливость заняли 3 место, тем самым сохранив серию надежных финишей. • Новый рекорд команды – 95 баллов в дисциплине “Cost Manufacturing Event”. <p>Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Двигатель: KTM LC4 • Время разгона до 100 км/ч (сек): 4,0 • Масса (кг): 225 • Длина (мм): 2668 • Ширина (мм): 1456 • Высота (мм): 1138 • Колесная база (мм): 1530

Продолжение таблицы 2.1

1	2
	<p>Black Scorpion</p> <p>Достижения:</p> <ul style="list-style-type: none">• 1 место по топливной эффективности и восьмерке на Formula Student Moscow 2018• 3 место в гонке на выносливость и автокроссе на Formula Student Moscow 2018• Итоговое 1 место на Formula Student Moscow 2018• Количество стартов равно количеству финишей (7=7) <p>Характеристики</p> <ul style="list-style-type: none">• Двигатель: KTM LC4• Время разгона до 100 км/ч (сек): 3,8• Максимальная скорость (теор.): 187 км/ч• Масса (кг): 235• Длина (мм): 2814• Ширина (мм): 1448• Высота (мм): 1139• Колесная база (мм): 1530

3 Перспективы реконструкции инженерингового центра «Формула Студент» в ТГУ

Ежегодно утверждаемый список команды «Формула Студент ТГУ» обычно варьируется от 30 до 50 студентов. Ведущую роль играют студенты с кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», однако проект является общеуниверситетским и на соответствующие должности принимаются обучающиеся с других институтов. (рисунок 3.1)

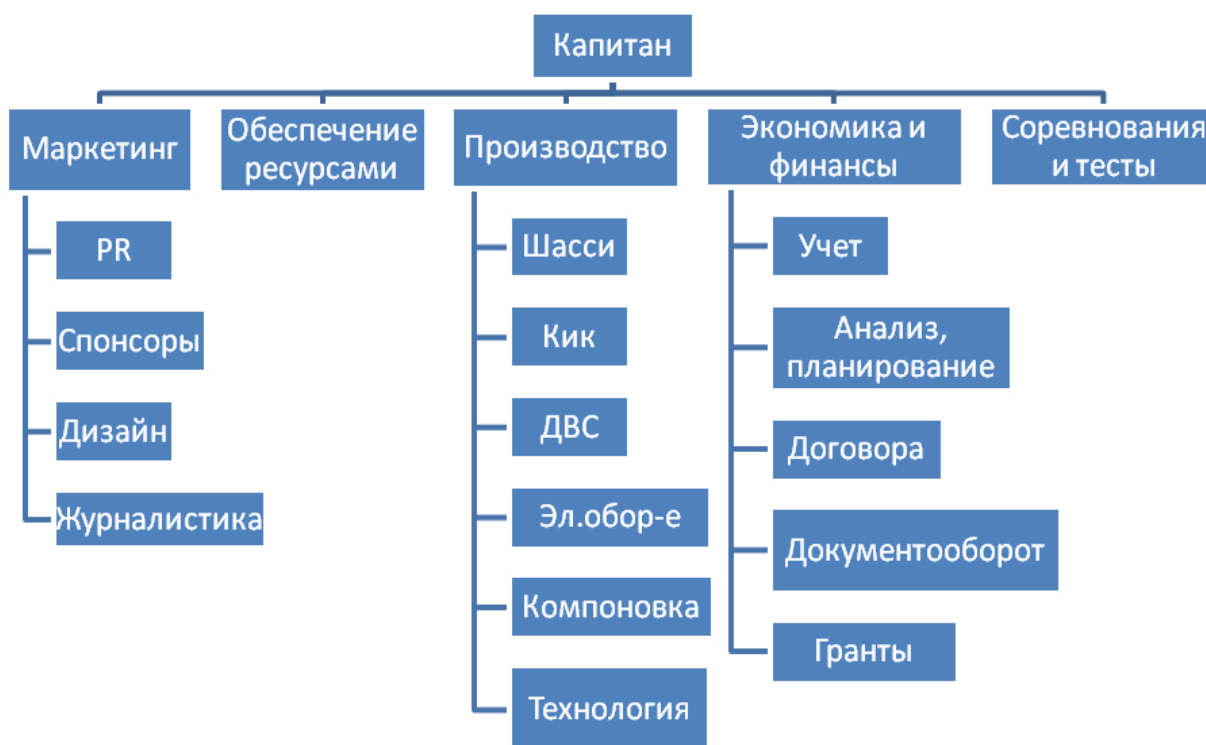


Рисунок 3.1 – Распределение обязанностей команды «Формула студент ТГУ»

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

Главным документом проекта является регламент. Он представляет собой четкий перечень этапов, первый из которых проект гоночной машины и последний его структура трассовых проездов. Различные пиар-акции типа экономических и маркетинговых неизменно сочетаются с мероприятиями, предусмотренными всеми планами. Поэтому состав команды должен обяза-

тельно определяться студентами других направлений подготовки, кроме автомобильного. Лидер команды, называемый капитаном, формируется (определяется) в процессе взаимодействия группы, как и любой спортивной или творческой команды. Задачи проекта, в соответствии с которыми действует команда, определяют ее состав и структуру. На рисунке 3.2 показано взаимодействие структурных элементов проекта. Группы являются постоянными по характеру деятельности, но их наименование и смысл может отличаться из одного проекта в другой.



Рисунок 3.2 – Взаимодействие структурных групп в команде

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

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

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

Все участники команды для успеха проекта должны быть обеспечены должны быть обеспечены комфортными рабочими условиями. Для чего в производственных помещениях кафедры ПЭА предлагается провести ряд работ по реконструкции.

В соответствие с видами технологических операций для реализации проекта «Формула Студент ТГУ» необходимы следующие участки:

- помещения для инжинирингового центра, предназначенное для выполнения большей части проектных работ, а также 3-д печати макетов отдельных элементов.
- производственно-сборочный цех, в котором проводятся все операции по сборке болида и проверки на соответствие его действующему техническому регламенту.

Выданным заданием на проектирование инженерные помещения должны выполнять строго определенный круг задач: «Инжиниринговый центр предназначен для выполнения всего комплекса работ по конструкторской и технологической подготовке производства гоночного автомобиля. К его деятельности также относится разработка дизайн-проекта будущего болида. Продуктом проектного центра должен быть полный комплект проектной, конструкторской и технологической документации, необходимый для изготовления машины, геометрические трёхмерные САД-модели её элементов, документированные результаты проводимых инженерных расчётов при помощи систем САЕ (отчёты, пояснительные записки, наборы диаграмм и иные результаты исследования моделей технических систем). Кроме того, в задачи инжинирингового центра входит подготовка финансовой документации и решений, презентаций для участия в конкурсе, проектов рекламной продукции, текстов для освещения событий, и прочих продуктов, которые, помимо самого автомобиля, необходимы для соревнований и в процессе создания болида.» [1]

В настоящий момент комплекс инженерных помещений почти полностью готов. Он размещается на втором этаже над холлом корпуса Д институ-

та машиностроения, из холла вверх ведет двухпролетная лестница. Помещение находится в стадии комплектования мебелью и компьютерной техникой.

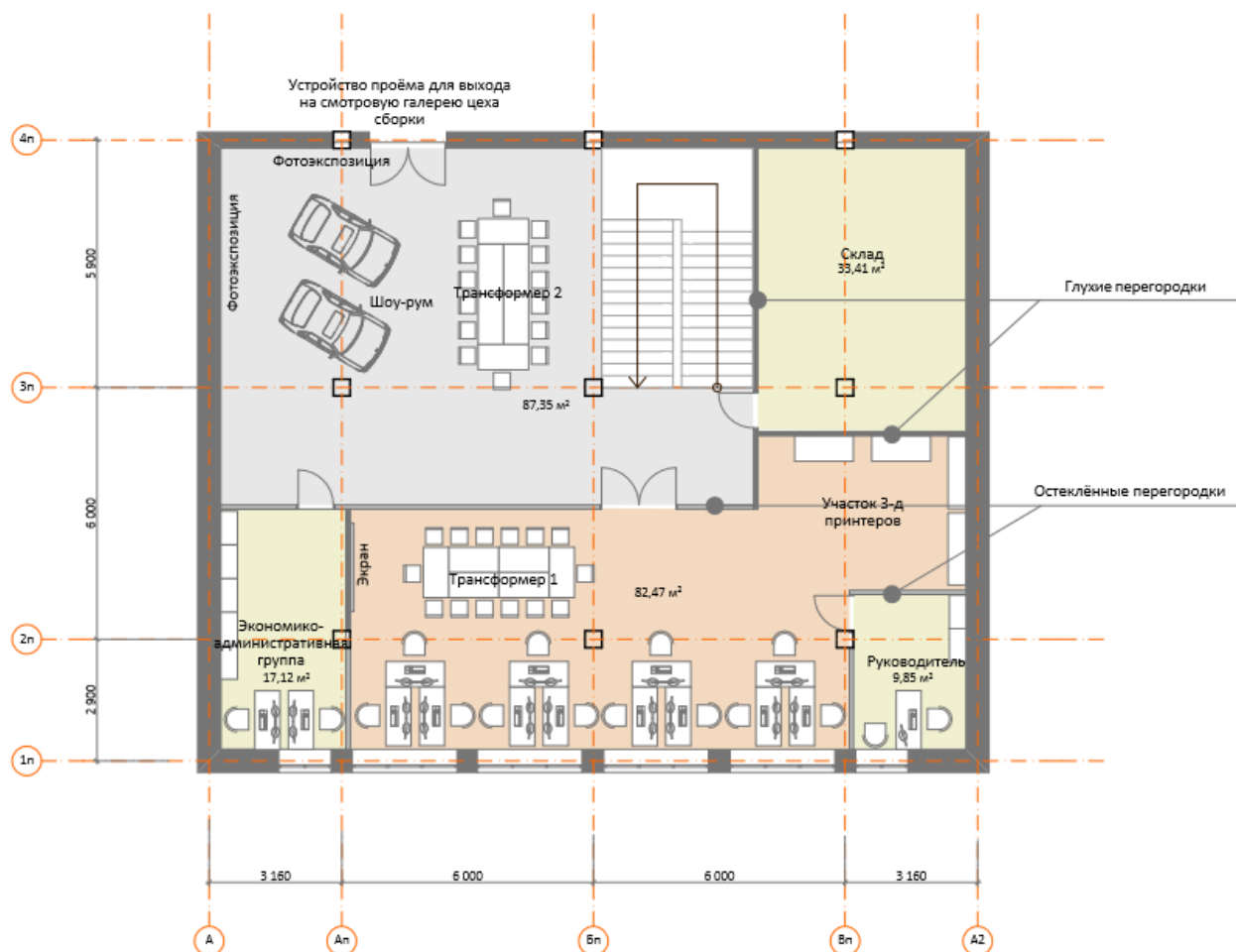


Рисунок 3.3 – Схема инженерных помещений центра

Выданным заданием на проектирование производственно-сборочный цех должен выполнять строго определенный круг задач: «Задачей производственного участка является осуществление максимального количества производственных процессов, необходимых для изготовления автомобиля. Для выполнения своих функций участок требует наличия соответствующего технологического оборудования и людей, обслуживающих его. Для работы с несложными машинами и инструментами специальная подготовка не требуется, и в этом случае их может использовать студент, работающий в проекте в рамках непосредственного обучения в вузе или факультативно на безвозмездной основе. До работы с металлорежущими станками, прессами и дру-

гим сложным технологическим оборудованием может быть допущен только студент или работник с необходимым уровнем квалификации.» [1]

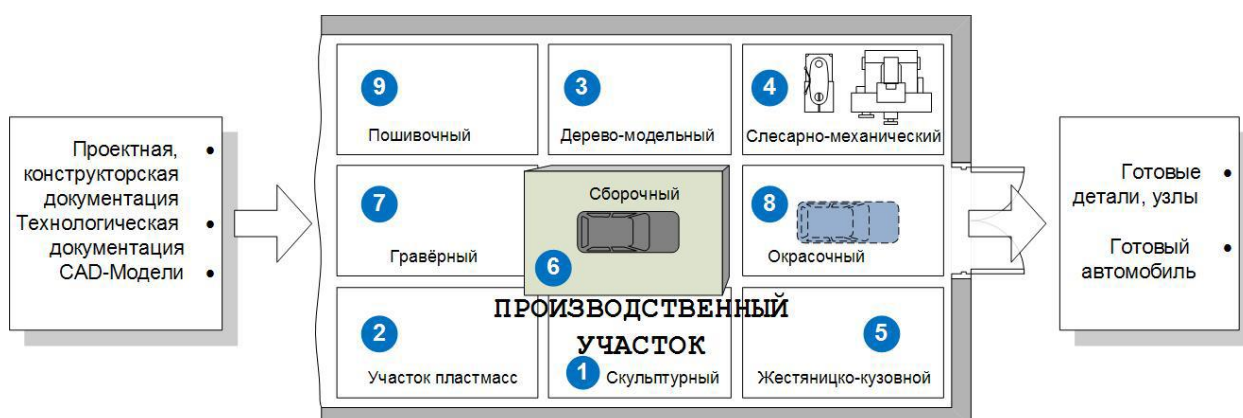


Рисунок 3.4 – Функциональная схема производственно-сборочного участка

В рамках программы развития по проекту «Высшая инженерная школа» планируется выделить значительные средства – до 40 млн. рублей на реконструкцию производственных помещений базовой для проекта «Формула Студент ТГУ» кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

Основным производственным ресурсом кафедры являются две крупные лаборатории Д-118 и Д-110, общей площадью более 600 м², территориально размещенные на первом этаже корпуса и имеющие сообщение с улицей через 4-ро распашных ворот. На данной лабораторной базе проходит вся проектная деятельность студентов, а также необходимые лабораторные и практические занятия. [3,17,18]

В бакалаврской работе предусмотрено строительство второго этажа на отм. 3.000 по периметру лаборатории Д-118, где будут размещены недостающие административные и учебные помещения. Особенностью проекта является совмещение производственно-сборочного участка с помещением студенческой СТО, которая также является одним из проектов кафедры, теоретически способным дать коммерческий эффект. [17-20]

4 Комплектация производственного подразделения предприятия основным технологическим оборудованием

4.1 Особенности конструкции и описание принципа действия технологического оборудования

Для бесперебойного функционирования автотранспортной отрасли необходимо успешно решать проблемы механизации технологических процессов технической эксплуатации автомобилей, выбирая оптимальные решения.

К числу важнейших квалификационных характеристик грамотного сотрудника предприятий автомобильной отрасли, каким и должен являться выпускник направления подготовки «ЭТТМиК» профиля «Автомобили и автомобильное хозяйство», является его способность подобрать необходимое для конкретных производственных условий подразделения технологическое оборудование из всего многообразия имеющихся на рынке конструкций. [1,17]

Гораздо реже выпускнику приходится проектировать простое по конструкции технологическое оборудование, оснастку, инструмент, что позволяет его изготовление непосредственно в условиях предприятий автомобильного транспорта (АТП, СТО или АРЗ). Однако перед проектированием нового оборудования необходимо аргументировано доказать, что среди имеющегося в продаже оборудования нет ни одной модели соответствующей на минимальном уровне предъявляемым требованиям. [3, 17, 19]

3D-принтер – это периферийное устройство, осуществляющее 3D-печать методом послойного формирования физического объекта по заданной цифровой 3D-модели.

Благодаря определенной простоте базовой конструкции оборудования, позволяющего осуществлять объемную печать, разработки в данной области ведутся как простыми людьми – энтузиастами 3d-печати (фактически каждый может собрать свой собственный 3d-принтер своими руками), так и крупными отраслевыми компаниями и центрами разработки.

Современные 3d-принтеры могут печатать как различными полимерными материалами (основная доля расходных материалов), так и металлом, специализированными строительными составами, продуктами питания и биоматериалами.

3д-принтеры уже сегодня применяются как для бытового, так и для профессионального прототипирования объектов. На сегодняшний день помимо условно «стандартных» образцов оборудования, имеются разработки и конструкции, осуществляющие печать еды, принтеры применяемые в медицине и принтеры способные печатать малоэтажные дома и небольшие конструкции.

Также отметим, что 3д-принтеры в частности и 3д-печать в целом активно используются в образовании, робототехнике и ряде других социально-значимых и инновационно-перспективных направлений.

Виды 3d-принтеров

Классификация 3д-принтеров ведется по нескольким ключевым параметрам, основными из которых являются: применяемая технология 3д-печати; материал печати; уровень качества и стабильности размеров получаемых изделий.

В последнем случае различают домашний (настольный) 3д-принтер и 3д-принтер профессионального класса, демонстрирующий более стабильные размеры напечатанных объектов, повышенную производительность (скорость печати) и качество прототипирования. Оборудование профессионального класса активно применяется в различных конструкторских бюро (с целью создания моделей и прототипов разрабатываемой продукции или конструкций), а также для целей мелкосерийного производства широкой гаммы изделий (сувенирная продукция, индивидуализированные корпуса электроники и тому подобное).

Типовая конструкция 3д-принтера

Индустрия 3D-печати переживает в настоящий момент этап бурного роста и развития, что привело к тому, что на сегодняшний день на рынке

присутствует крайне широкая и весьма пестрая гамма образцов оборудования: от любительских принтеров, собранных своими руками в единичном экземпляре из подсобных деталей и элементов, до промышленных образцов, способных создавать высокоточные копии объектов с весьма сложной геометрией.

В целом, устройство 3D-принтеров на самом деле не очень сложное. Главные проблемы при изготовлении принтеров – обеспечить точность сборки и дальнейшей точности позиционирования по всем осям для экструдера, чтобы обеспечить качество печати.

Для того чтобы представить типовую конструкцию 3D-принтера (рисунок 4.1) рассмотрим самую распространенную (в настоящее время) технологию объемной печати – FDM (метод послойного наплавления).

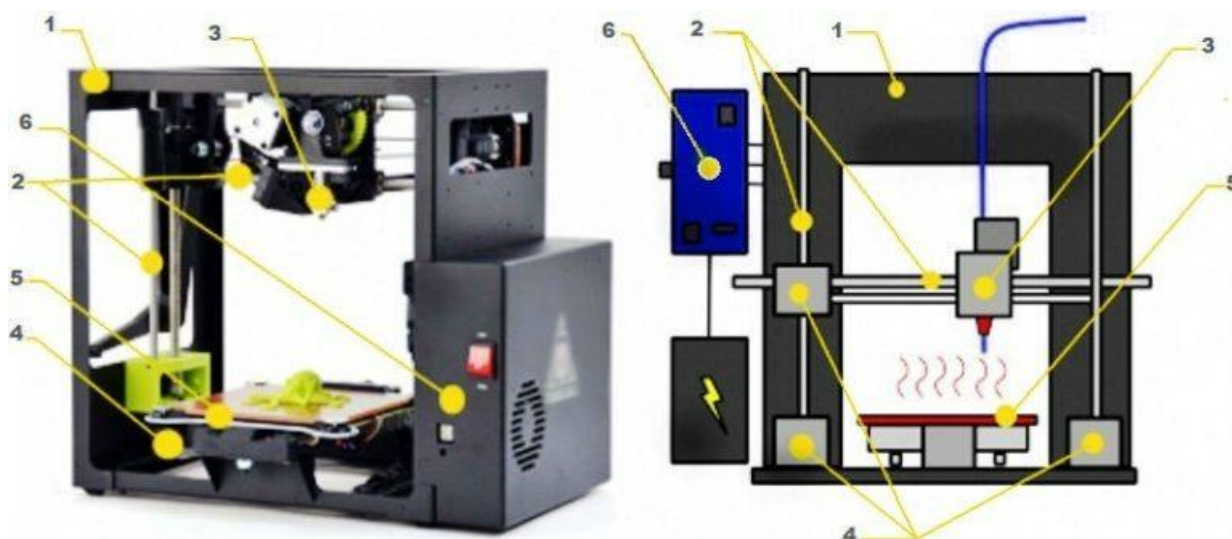


Рисунок 4.1 - Типовая конструкция 3D-принтера печатающего по методу послойного наплавления (FDM)

3d-принтер состоит из:

1. Корпус, играющий роль скелета для монтажа конструктивных элементов;
2. Направляющие, осуществляющие сравнительно свободное перемещение печатающей головки в заданном пространстве;

3. Печатающая головка (экструдер) – группа частей, которая выполняет подачу, нагрев и вытеснение (экструзию) расходного материала через сопло на рабочую поверхность;

4. Шаговые двигатели – элементы конструкции 3д-принтера, отвечающие за равномерное перемещение печатающей головки в заданном пространстве;

5. Рабочий стол – строительная платформа 3D-принтера, на которой и осуществляется непосредственное создание трёхмерного объекта;

6. Электроника – набор элементов, отвечающий за управление и координацию действий принтера в процессе печати.

Подробнее остановимся на некоторых (наиболее важных) элементах базовой конструкции 3д-принтера.

Экструдер (печатающая головка) 3д-принтера

Наиболее важный элемент конструкции данного вида оборудования. Экструдер 3д-принтера – это узел, который обеспечивает подачу расплавленного пластика в рабочую зону аппарата. На сегодняшний день уже имеется огромное количество различных конструкторских решений.

В частности, имеются образцы оборудования оснащенные сменными соплами различного диаметра. Также есть варианты принтеров с двумя экструдерами в конструкции. Такие образцы способные печатать двумя цветами или осуществлять печать поддержек растворяемым пластиком PVA или HIPS.

Обслуживание экструдера 3д-принтера состоит в его очистке снаружи от налипших в процессе печати кусочков пластика. Иногда, обычно при работе с некачественными расходными материалами, сопло экструдера может довольно сильно засориться – в этом случае приходится проводить его чистку.

Рабочий стол 3д-принтера

Стол может быть как нагреваемым, так и без такового. Для калибровки стола применяются либо автоматические приводы (автоматическая калиб-

ровка) или подпружиненные болты (ручная регулировка). Покрыт обычно стеклом, хотя есть варианты 3д-принтеров и с перфорированной платформой. Для нагреваемого стола еще добавляется и нагреваемый элемент.

Обслуживание данного элемента конструкции заключается в его калибровке и регулярной чистке поверхности.

Электроника и управление

Плата управления может находиться в корпусе. Большинство 3д-принтеров имеют плату на основе RAMPS. Но есть и варианты со своими решениями. Обычно достаточно проверять работает ли кулер охлаждения (если он необходим в данной конструкции).

Что касается экрана управления 3д-принтером, то он, следует отметить, присутствует отнюдь не на всех моделях данной категории оборудования. Обычно он есть там, где есть возможность печатать с SD карты.

Принцип работы 3д-принтера

Как уже было замечено, на сегодняшний день в индустрии насчитывается уже несколько подвидов методов 3д-печати, а также весьма обширный набор соответствующего оборудования и конструкций.

Для того, чтобы рассмотреть принцип работы 3д-принтера обратимся к его ключевому элементу (головке экструдера) и методу объемной печати, использующей пластиковую нить.

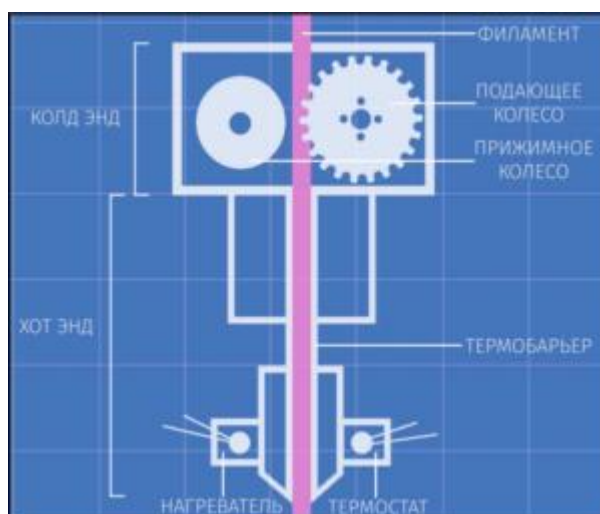


Рисунок 4.2 - Процесс 3д-печати

Нить (филамент) поступает в печатающую головку (экструдер), после чего осуществляется разогрев нити до ее жидкого состояния. Далее полученная масса выдавливается через сопло экструдера. При этом шаговые двигатели с помощью зубчатых ремней приводят в движение Экструдер, который перемещается по направляющим в заданном направлении и наносит пластик на платформу слой за слоем согласно заданной модели.

4.2 Ранжирование характеристик и параметров оборудования по их степени значимости в рамках заданных условий эксплуатации

В рамках данного подраздела выберем основные характеристики заявленные в техпаспорте оборудования, на которые следует обратить особое внимание с учетом конкретных требований производственного процесса в инжиниринговом центре, габаритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д.

Выбирая 3D принтер, прежде всего, нужно решить, какая технология трехмерной печати лучше всего подходит для достижения поставленных целей. В настоящее время известны порядка двух десятков апробированных разработок различных компаний, но наиболее широкое распространение в компактных аппаратах получили моделирование методом послойного наплавления (FDM) и лазерная стереолитография (SLA). Суть первой технологии заключается в нагреве специальной пластиковой нити до температуры плавления и послойном формировании из микрокапель расплава некоего объекта в соответствии с его цифровой моделью. Достоинством метода является относительная дешевизна, а недостатками - необходимость использования временных опор при создании нависающих структур и большая шероховатость поверхности. (Блог Зедпост: [сайт]. URL: <https://zedpost.ru/kriterii-vibora-3d-printera.html>)

При стереолитографии принты формируются в результате отвердевания жидкой фотополимерной смолы под воздействием жесткого ультрафиолетового излучения. Хотя построение твердой копии трехмерной модели

осуществляется тоже послойно, эта технология обеспечивает более высокую точность печати, чем FDM. Основной недостаток состоит в дороговизне расходных материалов и более высокой стоимости самой установки.

С учетом имеющихся финансовых возможностей, бюджета инжинирингового центра и имеющегося портфеля заказов выбираем профессиональный 3D принтер работающий по FDM-технологии.

При выборе 3D принтера особое внимание следует уделить следующим техническим характеристикам:

- точность печати, мм.
- объем рабочей камеры (размеры рабочей зоны), мм
- стоимость, руб.,
- количество экструдеров, шт.,
- возможности программного обеспечения,
- скорость 3D печати, мм./с.,
- диаметр сопла экструдера, мм.

Точность печати (0,5 до 20 мкм) влияет на качество готового 3D-изделия и на стоимость печатающего устройства. Можно подобрать как профессиональную, так и бюджетную модель, у каждой из которых будут свои преимущества. Важно понимать, что большинство моделей на 3D принтере печатается слоем 0,1-0,2 мм. Это оптимальные величины, позволяющие добиться качества и приемлемой скорости печати. Есть определенное количество принтеров, которые позволяют печатать слоем менее 0,05 мм, и получать очень качественные принты. (Блог компании 3Dtool: [сайт]. URL: <https://habr.com/ru/company/3dtool/blog/404771/>)

Объем рабочей камеры. Размеры рабочей зоны устанавливают предельные габариты для формируемого объекта. Если для прототипов или макетов наличие составных частей не является критичным показателем, то для функционирующих моделей большого размера целостность структуры может быть крайне важна.

Стоимость. Никто не откажется от 3D-принтера, который печатает быстро и качественно. Проблема в том, что такое устройство стоит дорого и купить его может не каждая компания или специалист. Вот почему приходится отталкиваться не только от функциональных характеристик, но и от имеющегося бюджета. При наличии большого ассортимента печатающих устройств задача решаема. Кстати, реализация крупного проекта даже на медлительном принтере займет меньше времени, чем ручная работа.

Количество экструдеров определяет число одновременно используемых материалов (цветов), а также возможность формирования временных опор из растворимого вещества.

Чем выше разрешающая способность 3D принтера, тем точнее может быть напечатана модель.

Открытая лицензия на программную и аппаратную части позволяет применять сторонний софт и легко модифицировать систему.

Аппаратная реализация того или иного узла, например, возможность автоматического выравнивания платформы и калибровки углов или применение дельтовидной системы позиционирования, обеспечивает более точную и быструю печать 3D принтера.

3D принтер не печатает мгновенно. Часто печать объекта может быть от нескольких часов до пары дней. Так что когда будете выбирать принтер, смотрите на скорость печати. Скорость печати на данном этапе зависит только от качества механики и корпуса 3D-принтера. Чем жестче корпус, тем быстрее могут двигаться его подвижные элементы. Если Вам важна скорость 3D-печати, то обратите внимание на 3D-принтеры с металлическими корпусами.

Большинство 3D-принтеров на рынке представлена с соплами диаметром 0,3-0,4 мм. Это достаточно для решения подавляющего большинства задач, лежащих перед 3D-принтером. (Блог компании 3Dtool: [сайт]. URL: <https://habr.com/ru/company/3dtool/blog/404771/>)

Некоторые из принтеров имеют возможность установить сопло другого диаметра, другие нет. Как мы уже написали выше, необходимость печати соплами диаметром отличным от 0,3-0,4 мм возникает очень нечасто. В основном это касается, или личных экспериментов, или каких-то очень специфических задач. Если вы не планируете таким заниматься, то эта возможность не так нужна.

4.3 Оценка имеющихся на рынке наиболее перспективных предложений автосервисного оборудования

В данном разделе выпускной квалификационной работы дано описание выбранных для последующего сравнительного анализа моделей технологического оборудования в той или иной степени по своему назначению, принципу действия, технологическим особенностям и условиям функционирования соответствующих заявленным требованиям.

В качестве источников информации об аналогах оборудования используются каталоги технологического оборудования, описания патентов на изобретения и полезные модели, материалы электронных библиотечных систем, к которым имеется допуск у студентов ТГУ, репозиторий Тольяттинского государственного университета и сайты в интернете производителей и продавцов оборудования, а также другие источники информации.

По результатам информационного поиска проведем сравнительный анализ оборудования следующих моделей и производителей:

- устройство для 3-Д печати модели Зверь 3.0 Pro (рисунок 4.3); (Компания 3Dtool: [сайт]. URL: <https://3dtool.ru/product/3d-printer-zver-3-0-pro/>)
- устройство для 3-Д печати модели CreatBot D600 (D 600) (рисунок 4.4); (Компания 3Dtool: [сайт]. URL: <https://3dtool.ru/product/3d-printer-creatbot-d600/>)

– устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant (рисунок 2.3)
(Компания 3Dtool: [сайт]. URL: https://3dtool.ru/product/3d_printer_vortex_giant/)

– устройство для 3-Д печати модели Satellite 3D (рисунок 2.4)
(Компания 3Dtool: [сайт]. URL: <https://3dtool.ru/product/3d-printer-satellite-3d/>)



Рисунок 4.3 – Устройство для 3-Д печати модели Зверь 3.0 Pro



Рисунок 4.4 – Устройство для 3-Д печати модели CreatBot D600 (D 600)



Рисунок 4.5 – Устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant



Рисунок 4.6 – Устройство для 3-Д печати модели Satellite 3D

Для наглядности сведем наиболее значимые параметры выбранного технологического оборудования в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Наиболее значимые характеристики технологического оборудования

Наименование паспортной характеристики, единицы измерения	Производитель и модель технологического оборудования			
	Зверь 3.0 Pro	CreatBot D600 (D 600)	Vortex Giant	Satellite 3D
1	2	3	4	5
1 Наименьшая толщина наносимого слоя рабочего вещества, мкм.	50	40	50	20
2 Максимальные размеры производимой детали (ДхШхВ), для построения циклограммы воспользуемся параметром – объем области печати, см ³	600x600x800 (288000)	600x600x500 (180000)	800 x 550 x 550 (242000)	500 x 500 x 800 (200000)
3 Размер отверстия в сопле экструдера, мм.	0,6	0,3	0,2	0,4
4 Площадь горизонтальной проекции оборудования (ДхШ), м ²	0,64	0,77	0,49	0,53

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
5 Нагрев экструдера до рабочей температуры в пределах, °С;	260	400	340	260
6 Суммарная мощность всех штатно установленных электроприводов и нагревателей, кВт	2,0	1,5	1,2	1,5
7 Затраты на приобретение (вычисляется как среднее арифметическое от предлагаемых 3-мя независимыми поставщиками цен), тыс. руб.	580	620	330	495

4.4 Подбор оптимального по характеристикам технологического оборудования

Для подбора оптимального по характеристикам технологического оборудования проведем сравнительный анализ выбранных в предыдущем разделе моделей и марок по методике предложенной В.С.Малкиным в методических указаниях «Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта». [19]

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям).

Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = P_i / P_{i0} \quad (4.1)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = P_{i_0} / P_i \quad (4.2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.» [19]

Вычисленные относительные значения показателей качества наносим в виде точек на лучах соответствующих характеристик в поле циклограммы. Затем, соединяя точки относящиеся к каждому оборудованию линиями разных типов («основная», «утолщенная», «штрихпунктирная» и т.д.), производим построения циклограмм. Совокупность циклограмм по каждой модели оборудования представлена на листе 6 графической части проекта.

Для оценки общего технического уровня оборудования по совокупности характеристик необходимо рассчитать площади многоугольников по каждой циклограмме. Для выполнения этой операции автором проекта использовались программные возможности системы графического проектирования «КОМПАС V17», при помощи инструментария которой расчет площади производится автоматически с абсолютной точностью.

Многоугольник циклограммы принтера Vortex Giant имеет максимальную площадь из всего представленного для анализа оборудования, значит делаем вывод о предпочтительности этой модели оборудования для закупки в подразделение нашего предприятия.

Для проверки правильности сделанного выбора предлагается дополнительно провести экспертный анализ выбранных моделей оборудования, который часто применяется при выборе средств механизации процессов ТЭА.

Роль эксперта на себя возлагает сам исполнитель проекта, при необходимости консультируясь с руководителем выпускной квалификационной работы или внешними экспертами. При выборе оборудования данным методом экспертом на основе собственного опыта определяется весомость каждого параметра (степень значимости) в паспорте оборудования C_i с учетом конкретных требований производственного процесса ТО и Р автомобилей, габ-

ритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д. [17, 19]

Весомость каждого параметра оборудования, выраженная в процентах, представлена во втором столбце таблицы 4.2. При определении степени значимости использовалось среднее арифметическое от 2-х значений предложенных студентом и руководителем проекта.

«Уровень показателя качества по каждому параметру с учетом его весомости определяется выражением:

$$P_i = \frac{C_i \cdot Y_i}{100}, \quad (4.3)$$

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок. $P_{\Sigma_i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot Y_i}{100}$.» [19]

Лист экспертного анализа показателей оборудования инжинирингового центра, в том числе с учетом весомости каждого параметра оформим в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 - Лист экспертного анализа показателей оборудования инжинирингового центра

Наименование паспортной характеристики, единицы измерения	Весомость каждого параметра, С, %	Еди-ничный показатель качества, приня-тый за базу, P _ю	Производитель и модель технологического оборудования, показатели								
			CreatBot D600 (D 600)			Vortex Giant			Satellite 3D		
			Еди-ничный показатель качества, P _i	Уро-вень показателя качества, У _i	Уровень по-казателя ка-чества с уче-том весомоти параметра, П _i	Еди-ничный показатель качества, P _i	Уровень показателя качества, У _i	Уровень показателя качества с учетом весомости параметра, П _i	Еди-ничный по-казатель качества, P _i	Уровень показателя качества, У _i	Уровень показателя качества с учетом весомости параметра, П _i
1 Наименьшая толщина наносимого слоя рабочего вещества, мкм.	10	50	40	1,25	0,125	50	1,0	0,1	20	2,5	0,25
2 Максимальные размеры производимой детали (ДхШхВ), для построения циклограммы воспользуемся параметром – объем области печати, дм ³	20	288	180	0,625	0,125	242	0,840	0,168	200	0,694	0,1388
3 Размер отверстия в сопле экструдера, мм.	10	0,6	0,3	2,0	0,2	0,2	3,0	0,3	0,4	0,667	0,0667
4 Площадь горизонтальной проекции оборудования (ДхШ), м ²	5	0,64	0,77	0,831	0,04155	0,49	1,306	0,0653	0,53	1,208	0,0604
5 Нагрев экструдера до рабочей температуры в пределах, °С;	5	260	400	1,539	0,07695	340	1,308	0,0654	260	1,0	0,05
6 Суммарная мощность всех штатно установленных электроприводов и нагревателей, кВт	10	2,0	1,5	1,333	0,1333	1,2	1,667	0,1667	1,5	1,333	0,1333
7 Затраты на приобретение (вычисляется как среднее арифметическое от предлагаемых 3-мя независимыми поставщиками цен), тыс. руб.	40	580	620	0,935	0,374	330	1,758	0,7032	495	1,172	0,4688
В сумме по оборудованию:	100	1,0	-	-	1,0758	-	-	1,5686	-	-	1,168

Оценка совокупности показателей оборудования проведенная двумя независимыми методами показала сходные результаты. Как площадь циклограммы, так и суммарная оценка качества по всем показателям максимальны у оборудования – устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant Рекомендуем его в качестве основного для закупки в производственное подразделение.

5 Безопасность и экологичность подразделения автосервиса

5.1 Характеристика технологического участка

В разделе рассматривается непосредственно инжиниринговый центр и технологические процессы проводящиеся на его площадях. Инжиниринговый центр расположен на 2-м этаже между корпусами Б и Д ТГУ и представляет собой 1-этажный прямоугольный в плане объем с размерами в осях 18,3 м. х 14,8 м и высотой 4,8 м. Функционально инжиниринговый центр делится на две зоны: рабочие кабинеты инженеров центра и участок 3-д прототипирования.

Подробная схема рассматриваемого подразделения вынесена на 5-й лист чертежей проекта, ниже на рисунке 5.1 приводится упрощенное схематичное изображение.

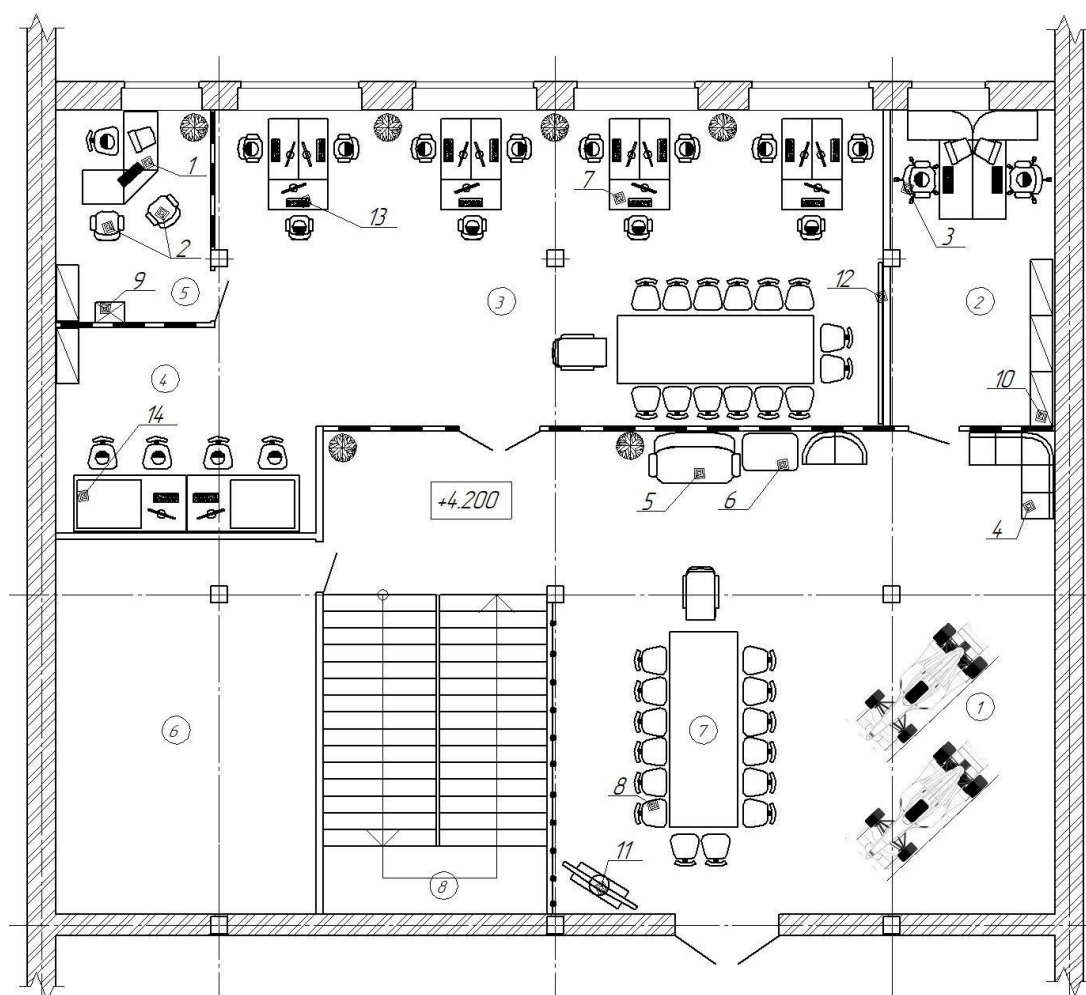


Рисунок 5.1 – Схематичное изображение

В таблице 5.1 представлен паспорт инжинирингового центра

Таблица 5.1 – Технологический паспорт подразделения автосервиса

Перечень основных производственных операций и основных технологических процессов на участке автосервиса согласно действующему прейскуранту работ и услуг	Должность и квалификация исполнителя согласно таблице штатного расписания подразделения	Перечень основных производственных операций и основных технологических процессов на участке автосервиса	Используемое в ходе выполнения операции оборудование, в том числе различная оснастка, ручной и автоматический инструмент	Список материалов, которые расходуются в процессе выполнения работ и услуг
1	3	2	4	5
Выполнение проектов в рамках Программы развития ТГУ, Института машиностроения, утвержденного списка проектов по проектной деятельности с упором на проект «Формула Студент ТГУ»	Директор Инжинирингового центра, руководитель проекта «Формула Студент ТГУ», студенты включенный в команду «Формула Студент ТГУ» или выполняющие свои студенческие проекты в рамках проектной деятельности, сотрудники инжинирингового центра согласно штатному расписанию	разработка необходимой сопроводительной документации, разработка чертежей деталей и общего вида конструкции спортивного болида, подготовка итоговой презентации по проекту и др.	Ноутбук ASUS N705UN-GC089T – 1 шт., системный блок HP Z240 T (Y3Y81EA) – 3 ед., Системный блок HP Pavilion 570-p044ur 1ZN58EA – 7 ед. мониторы Samsung C27F591FDI – 10 ед., другая компьютерная техника и периферийные устройства, канцелярские принадлежности	бумага стандартная формата А4 в пачках, ручки, скрепки и иные канцелярские принадлежности, порошок для заправки принтеров
Изготовление макетов конструкций, а также деталей и моделей технологиями 3-д печати на специальном принтере	руководитель проекта «Аддитивные технологии и прототипирование», сотрудники инжинирингового центра соответствующей квалификации	Разработка моделей узлов и деталей, оптимизация моделей, изготовление моделей, подбор прочности и гибкости моделей с учетом заданных параметров	Устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant, системный блок HP Z240 T (Y3Y81EA) – 3 ед. мониторы Samsung C27F591FDI – 10 ед.	катушки с пластиком различного типа для 3-д принтера, пленка для стола 3-д принтера
Научные семинары, конференции и иные общественные мероприятия по	Директор Инжинирингового центра, руководитель проекта «Формула	Производственные планерки и совещания, отчетные совещания по проекту,	Столы, стулья, кресла, проектор	-

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5
проекту «Формула Студент ТГУ», проектной деятельности в ТГУ	Студент ТГУ», студенты включенный в команду «Формула Студент ТГУ» или выполняющие свои студенческие проекты в рамках проектной деятельности, сотрудники инжинирингового центра согласно штатному расписанию	промежуточные отчеты и т.д.		

5.2 Выявление имеющихся профессиональных рисков для подразделения автосервиса

Для дальнейшего определения мероприятий и технических средств по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов определим и классифицируем по группам имеющиеся профессиональные риски на рабочих местах подразделения. В таблице 4.2 представлена вся информация по данному вопросу.

Таблица 5.2 – Перечень профессиональных рисков на рабочих местах подразделения автосервиса

Перечень основных производственных операций и основных технологических процессов на участке автосервиса	«Перечень выявленных опасных и /или вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 (ГОСТ 12.0.003-2015)» [23]	Наименование оборудования, материалов, архитектурно-планировочных решений, благодаря которым воздействие ОВПФ имеет место
1	2	3
Выполнение проектов в рамках Программы развития ТГУ, Института машиностроения, утвержденного списка проектов по проектной деятельности с упором	«перенапряжение зрительных анализаторов, статические перегрузки вызванные неудобной рабочей позой, эмоциональные перегрузки и стрессы, недостаток освещения на рабочих местах членов команды, физические перегрузки вызванные» [24]	Ноутбук ASUS N705UN-GC089T – 1 шт., системный блок HP Z240 T (Y3Y81EA) – 3 ед., Системный блок HP Pavilion 570-p044ur 1ZN58EA – 7 ед.

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
на проект «Формула Студент ТГУ»	«стереотипностью повторяемых движений» [24]	мониторы Samsung C27F591FDI – 10 ед., другая компьютерная техника и периферийные устройства, канцелярские принадлежности
Изготовление макетов конструкций, а также деталей и моделей технологиями 3-д печати на специальном принтере	«повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации, возможность прикосновения к горячей части 3-д принтера, повышенная нагрузка на зрение» [24]	Устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant, системный блок HP Z240 T (Y3Y81EA) – 3 ед. мониторы Samsung C27F591FDI – 10 ед.
Научные семинары, конференции и иные общественные мероприятия по проекту «Формула Студент ТГУ», проектной деятельности в ТГУ	«эмоциональные перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов» [24]	Столы, стулья, кресла, проектор,

5.3 Определения мероприятий и технических средств по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов

В таблице 5.3 представлены мероприятия и технические средства направленные на повышение уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов.

Таблица 5.3 – Сводная ведомость планируемых к закупке в подразделение автосервиса средств индивидуальной защиты работников, а также организационных мер по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов

<p>«Перечень применяемых технических средств защиты и организационных мероприятий для снижения воздействий (вплоть до полного устранения) опасных и / или вредных производственных факторов» [23]</p>	<p>Планируемые к закупке в подразделение автосервиса средства индивидуальной защиты работников (характеристики СИЗ взяты с сайтов производителей)</p>
<p>1</p>	<p>2</p>
<p>монтаж оборудования строго по рекомендуемой схеме расстановки с соблюдением нормативных расстояний и проходов; наличие естественного освещения на постах через оконные проемы фонари в крыше здания; повышение квалификации работников не реже чем 1 раз в 3 года или чаще если того требует закупка на участок нового оборудования. инструктаж сотрудников на рабочих местах, а также проведения всех видов планового и внепланового инструктажа. соблюдения графиков обслуживания стендов в соответствии с сервисной книжкой, не</p>	<p>1 Костюм «Умелец-2» Специальный костюм выполнен из темно-синей смесовой ткани с водоотталкивающими свойствами. Имеет контрастную отделку ярко-желтого цвета, отличается многофункциональностью. В состав комплекта включены:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Куртка дополнена притачными кокетками и поясом, имеющим эластичные вставки по бокам. Рукава имеют два шва, манжеты застегиваются на пуговицу. Желтым кантом отделан отложной воротник и фигурные клапаны верхних накладных карманов. У одного из них имеется специальная петля, которая может использоваться для удерживания инструментов. • Петля - держатель имеется и у полукомбинезона, она вшита в шов одного из карманов. Пояс и бретели эластичные, с полуавтоматической застежкой, пуговицы в местах застегивания спереди и сбоку. Декоративная отделка клапана нагрудного кармана. <p>Пол: Мужской Цвет: синий т./желтый Ткань (для лета): Смесовая, хлопок 35%, полиэстер 65%, 210 г/м2, ВО Сезон: Лето Регулировка по ширине: Полукомбинезон: эластичная тесьма по линии талии Воротник: Отложной Застежка: На пуговицах Бретели: Есть</p>

Продолжение таблицы 5.3

1	2
<p>допускается использовать оборудование с истекшим сроком эксплуатации.</p> <p>выдача всем работникам СИЗ в соответствии с перечнем положенным им по должности, своевременная замена пришедших в негодности СИЗ.</p> <p>соблюдение техники безопасности при работе на 3-д принере</p>	<p>Вес: 0.95 кг. Объем: 0.005 м3</p> <p>2 Полуботинки NEO 82-013</p> <ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ\ТУ EN 20345 • Метод крепления литые (инжектирование) • Материал верха кожа • Подкладка текстильная • Подносок металлический • Стелька антипрокольная • Защитные свойства от ударов силой до 200 Дж, от масел, бензина и прочих органических растворителей • Размеры 42 • Вес модели, кг 1.35 <p>Рабочие полуботинки NEO 82 с металлическим подноском и антипрокольной прокладкой обеспечивают максимальную защиту во время работы. Верх изготовлен из кожи и имеет светоотражающие вставки. Антискользящая, износостойкая подошва устойчива к воздействию органических растворителей. Полуботинки оснащены металлическими скобами для шнурования.</p> <p>3 Перчатки DART (Дарт) 8.531</p> <p>Материал: основа – 85% полиамид, 15% спандекс; покрытие – 85% нитрил, 15% ПУ на водной основе.</p> <p>Особенности модели: универсальные синтетические перчатки со вспененным покрытием на нитрильной основе. Вспененное пористое покрытие с текстурой «микро-сэнд» в области ладони и кончиков пальцев пропускает воздух, позволяя коже дышать, защищает от общепроизводственных загрязнений, улучшает захват и увеличивает срок эксплуатации перчаток.</p> <p>Перчатки эластичны, плотно облегают руку, обеспечивают максимальную чувствительность, свободу движений и комфорт за счет применения специальной вязаной основы 15 класса вязки.</p> <p>Назначение: ремонтные, строительно-конструкторские, сборочно-монтажные работы, машиностроение, управление и техническое обслуживание машин и механизмов.</p> <p>ТР ТС 019/2011 ТО 14.12.30-17385659-031-2017 к ГОСТ 12.4.252-2013, к ГОСТ EN 388-2012</p>

Продолжение таблицы 5.3

1	2
	<p>4. LECTIO RISUS / Очки для работы за компьютером</p> <p>Очки для работы за компьютером TM Lectio Risus Blue Light Protection сертифицированы и рекомендованы для ношения внутри помещения с искусственным освещением, для работы за компьютером, при частом просмотре телевизора с ЖК экраном, при пользовании планшетными компьютерами (iPad и др.) Линзы очков для работы за компьютером изготовлены из высококачественного поликарбоната. Этот современный материал не уступает по своим качествам линзам из стекла, а по некоторым параметрам превосходит их. Линзы Lectio Risus Blue Light Protection имеют специальное покрытие, которое пропускает света так же много, как и обычные линзы и в тоже время отражает значительную часть вредных синих лучей требуемого диапазона. Основные преимущества данного вида линз: Ударопрочность Долговечность Малый вес.</p> <p>Бренд: LECTIO RISUS Артикул: 6690906 Материал линз: пластик Вид оправы: овальная Ширина линзы: 5.4 см Длина дужки: 14 см Высота линзы: 3.9 см Комплектация: очки Пол: Мужской Страна бренда: Россия Страна производитель: Китай</p>

5.4 Организационно-технические мероприятия для повышения пожарной безопасности участка автосервиса

5.4.1 Выявление возможных рисков возникновения пожара в подразделении автосервиса

В таблице 5.4 представлена вся информация касательно идентифицированных опасных факторов возможного пожара в подразделении автосервиса.

Таблица 5.4 – Сводная ведомость возможных пожарных рисков на участке автосервиса

Оцениваемый участок (зона, кабинет, комната, склад) автосервиса	Используемое в ходе выполнения операции на участке оборудование, в том числе различная оснастка, ручной и автоматический инструмент	Класс пожара	Идентифицированные опасные факторы при возникновении пожара в подразделении	Возможный сопутствующий ущерб при пожаре выбранного класса
Помещение Центра Машиностроения (Инжинирингового центра ТГУ)	перечень оборудования в экспликации на чертежах графической части	«класс А»	«повышенная температура окружающей среды, тепловой поток, искры и пламя» [23]	«осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества» [23]

5.4.2 Составление перечня средств повышения пожарной безопасности в подразделении автосервиса

Определившись с возможными классами пожаров, осуществим подбор и закупку средств повышения пожарной безопасности в подразделении автосервиса, для этого воспользуемся сайтами хорошо зарекомендовавших себя производителей пожарного оборудования. В таблице 5.5 представлен список подобранного оборудования и пожарного инвентаря.

Таблица 5.5 – Перечень оборудования и инвентаря для повышения пожарной безопасности участка автосервиса

Наименование выбранного средства (название и модель по каталогу)	Характеристики средств повышения пожарной безопасности в подразделении автосервиса	Планируемое к закупке и размещению количество, ед.
1	2	3
«Первичные средства пожаротушения» [23]		
Огнетушитель ОП-2 (з) АВСЕ	Характеристики огнетушителя ОП-2 АВСЕ <ul style="list-style-type: none"> • Количество ОТВ, кг: 2 • Огнетушащая способность (площадь, м²: 1А, 21В) • Рабочее давление, МПа: 1,6 • Время выхода ОТВ, сек: 6 • Длина выброса, м: 3 • Масса, кг: 3,7 • Габариты, мм: 325x150x120 • Классы тушимых пожаров: А В С Е 	2
«Средства пожарной автоматики» [23]		
Беспроводной датчик дыма для GS-115 REXANT GS-245 46-0245	Беспроводной датчик дыма для GS-115 REXANT GS-245 46-0245 служит для установки внутри помещений и обнаружения задымления в окружающем пространстве. Не допускается монтаж изделия в зоне досягаемости домашними питомцами, в местах расположения кондиционеров и отопительных приборов, а также под непосредственным воздействием солнечных лучей. Технические характеристики Типоразмер крона Вес, кг: 0,17 Длина, мм: 115 Ширина, мм: 111 Высота, мм: 34 Преимущества Чувствительность REXANT GS-245 46-0245 соответствует стандарту UL Standart 1217; Отсутствие проводов, простота установки; При задымлении сигнал тревоги отправляется по радиоканалу; Звуковое оповещение при возникновении задымления; Диапазон рабочих температур: -10...+50°С; Габаритные размеры передатчика: 108x33 мм; Дистанция передачи (при прямой видимости): 100 м; Рабочая частота передатчика: 315/433 МГц; Напряжение питания: 9 V DC (элемент питания тип "Крона"); Вес: 175 гр.	4

5.5 Составление перечня мероприятий и правил повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса

В таблице 5.7 представлены выявленные в результате анализа производственных процессов на участке негативные факторы, а также представлены составляющие формирующие совокупный вред подразделения автосервиса наносимый окружающей среде. [21-24]

Таблица 5.7 – Вред наносимый подразделением автосервиса окружающей среде

Оцениваемый участок (зона, кабинет, комната, склад) автосервиса	Перечень выявленных источников негативного влияния оказываемого подразделением автосервиса	Вещества, газы, отходы техпроцессов негативно влияющие на атмосферу	Вещества, газы, отходы техпроцессов негативно влияющие на гидросферу	Вещества, газы, отходы техпроцессов негативно влияющие на литосферу
Помещение Центра Машиностроения (Инжинирингового центра ТГУ)	- штатный персонал подразделения; - технологический процесс 3-д печати	отсутствуют	отсутствуют	Бумага, упаковочная тара, полиэтилен, использованные картриджи для принтеров; выработавшие ресурс ртутные и люминесцентные лампы; использованные канцтовары, отходы 3-д печати.

6 Производственная эффективность подразделения автосервиса

6.1 Платежи за сырьевые ресурсы, покупные изделия и полуфабрикаты

Для нормального функционирования производственного подразделения необходимо ежемесячно закупать определенный набор расходных материалов, сырьевых ресурсов, покупных изделий и полуфабрикатов, для облегчения расчетов в данную статью расходов также внесем снабжение наемных работников одеждой и инструментом. [25-28]

Таблица 6.1 – Калькуляция платежей за сырьевые ресурсы, покупные изделия и полуфабрикаты

Сырьевые ресурсы, покупные изделия и полуфабрикаты	Удельный расход, ед./год., ед./чел	Каталожная цена, руб.	Планируемые затраты по статье, руб.
1	2	3	4
Расходы на покупные изделия и полуфабрикаты принимаем по бизнес-плану участка 3-д лаборатории аналогичной мощности	-	-	150000
Прочие непредвиденные расходы по подразделению	-	-	70000
В сумме по всем расходным статьям:		220000	

6.2 Коммунальные платежи предприятия

6.2.1 Платежи за электроэнергию

Определим потребляемое каждой единицей технологического оборудования количество электроэнергии, воспользовавшись выражением [25]:

$$C_{\text{Э}} = \frac{M_{\text{У}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}} \cdot C_{\text{Э}}}{\eta}, \quad (6.1)$$

где $M_{\text{У}}$ – заявленная потребляемая мощность оборудования в номинальном режиме работы, кВт

$T_{МАШ}$ – предусмотренный российским законодательством эффективный фонд рабочего времени оборудования при годовом режиме работы в 1,5 смены, $T_{МАШ} = 3000$ час.

$K_{ОД}$ – величина корректирующего коэффициента отвечающего за увеличение потребления электроэнергии с учетом теоретической возможности одновременной работы всего оборудования, в том числе на пиковой мощности, $K_{ОД} = 0,8$

K_M – величина корректирующего коэффициента отвечающего за уменьшение потребления электроэнергии с учетом реальной работы оборудования на промежуточных мощностных режимах, $K_M = 0,75$

K_B – величина корректирующего коэффициента отвечающего за уменьшение потребления электроэнергии с учетом реального времени работы оборудования, $K_B = 0,5$

K_{II} – величина корректирующего коэффициента отвечающего за увеличение потребления электроэнергии с учетом несовершенства внутренних электросетей автосервиса, $K_{II} = 1,04$

$Ц_{э}$ – принятая в городе (населенном пункте) стоимость 1 кВт. электричества, согласно действующему прейскуранту $Ц_{э} = 4,06$ руб./кВт·час

η – значение рабочего КПД электрических двигателей, которыми оснащено оборудование в подразделении, в среднем $\eta = 0,8$

В таблице 6.2 составлена калькуляция платежей за электрическую энергию по участку

Таблица 6.2 – Калькуляция платежей за электрическую энергию по участку

Основные источники потребления электроэнергии в подразделении автосервиса	Электрическая мощность M_y , кВт	Время $T_{МАШ}$, час.	Планируемые затраты по статье, $C_э$, руб.
1	2	3	4
Устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant	1,2	3000	10231
Энергопотребление офисной техники (компьютеры, принтеры, сканеры и т.д.)	10,0	3000	85260
В сумме по всем расходным статьям:			95491

6.2.2 Платежи за отопление и за холодное и горячее водоснабжение и водоотведение

В таблице 6.3 составлена калькуляция платежей за отопление и за холодное и горячее водоснабжение и водоотведение по участку

Таблица 6.2 – Калькуляция платежей за отопление и водоснабжение

Сырьевые ресурсы (вода, тепловая энергия и т.д.)	Удельный расход, ед./год., ед./чел	Каталожная цена, руб./ед. измер.	Планируемые затраты по статье, руб.
1	2	3	4
Водоснабжение	0 м ³ /год	18,16	0
Водоотведение	0 м ³ /год	29,35	0
Отопление помещения (площадь 15,6 м ²)	0,025 Гкал/ м ² в месяц	1509 руб. за 1 Гкал	7062
В сумме по всем расходным статьям:			7062

6.2.3 Платежи за пользование средствами связи и интернетом

В подразделении присутствуют точки подключения интернета и стационарные средства связи, однако платежи по данной статье принимаем равным 0, поскольку для университета пользование интернетом идет по льготному тарифу.

6.3 Расчет амортизационных платежей подразделения

Для расчета амортизационных платежей подразделения на занимаемую

площадь по техническому паспорту помещения, воспользуемся выражением [25, 28]:

$$A_{ПЛ} = F_{пл} \cdot Ц_{ПЛ} \cdot H_{аПЛ} \quad (6.2)$$

$$A_{ПЛ} = 15,6 \cdot 4000 \cdot 2,5/100 = 1560 \text{ руб.}$$

Для расчета амортизационных платежей подразделения на технологическое оборудования, стоящее на балансе, воспользуемся выражением:

$$A_{ОБ} = Ц_{ОБ} \cdot H_{аОБ}, \quad (6.3)$$

где $H_{аОБ}$ - годовая норма отчислений на амортизацию, выражается в % от балансовой стоимости оборудования на момент его приобретения и зависит от прописанного в паспорте срока его эксплуатации.

В таблице 6.3 составлена калькуляция амортизационных платежей по участку выбранному участку автосервиса.

Таблица 6.3 - Расчет амортизационных платежей подразделения автосервиса

Перечень оборудования/наименование помещения	Площадь, шт.	Цена оборудования, руб. за ед.	Установленный процент за амортизацию, %	Амортизационные платежи по подразделению, руб.
1	2	3	4	5
Площади производственного подразделения	15,6	4000	2,5	1560
Устройство для 3-Д печати модели Vortex Giant	2	6600000	20,0	1300000
Энергопотребление офисной техники (компьютеры, принтеры, сканеры и т.д.)	10	600000	20,0	120000
Производственная мебель, технологическое оснащение участка	10	150000	11,0	16500
В сумме по всему оборудованию в подразделении		-	-	1438060

6.4 Оплата труда наемных работников

Для расчетов принимаем, что величина заработной платы работника складывается из двух частей – фиксированного оклада и премиальных вы-

плат за качество работы. Таким образом, численное значение заработной платы определяется выражением [25]:

$$Z_{пл} = C_q \cdot K_{пр}, \quad (6.4)$$

где C_q – утвержденный размер оклада наемного работника по трудовому договору, руб.

$K_{пр}$ – величина корректирующего коэффициента отвечающего за конкретные результаты трудовой деятельности, принимаем премиальный коэффициент в среднем за календарный год $K_{пр} = 1,25$

В таблице 6.4. представлен расчет заработной платы в соответствие с принятыми штатами подразделения автосервиса.

Таблица 6.4 – Платежи по заработной плате по подразделению автосервиса

Занимаемая должность и квалификация работника по сформированному штатному расписанию	Число работников соответствующей квалификации в штате подразделения	Утвержденный размер месячного оклада наемного работника, руб.	Годовая основная заработная плата работника, руб.	Годовые выплаты сотрудникам, руб.
обучающиеся 1-5 курса (работа выполняется в рамках проекта Формула Студент)	3	0	0	0

6.5 Прочие годовые расходы подразделения автосервиса

Объем страховых взносов в ПФРФ, в ФССРФ, в ФОМСРФ определим по выражению:

$$E_{сн} = Z_{плосн} \cdot K_c / 100, \quad (6.5)$$

где $K_c = 30\%$ - ставка страховых взносов в ПФРФ, в ФССРФ, в ФОМСРФ (действующая на 01.06.2019 г.).

$$E_{сн} = 0 \cdot 30 / 100 = 0 \text{ руб.}$$

Косвенные расходы предприятия на прочие нужды рассчитываются по выражению:

$$H_H = Z_{плосн} \cdot K_H \quad (6.6)$$

где $K_H = 0,3$ – доля косвенных расходов по подразделению, для оптимизации и упрощения расчетов принимаем в % от зарплаты сотрудников.

$$H_H = 150000 \text{ руб.}$$

Таблица 6.5 – Балансовые показатели участка автосервиса

Платежи по расходным статьям участка автосервиса	Объем платежей, руб.
Платежи за сырьевые ресурсы, покупные изделия и полуфабрикаты	220000
Коммунальные платежи предприятия	102553
Амортизационные платежи по подразделению	1438060
Оплата труда наемных работников	0
Прочие годовые расходы подразделения автосервиса	150000
В сумме по всем расходным статьям	1910613

6.6 Вычисление средней цены нормо-часа работ для клиентов в производственном подразделении автосервиса

Средняя себестоимость нормо-часа любых работ и услуг в подразделении автосервиса определяется по выражению [27]:

$$C_{нч} = \frac{Z_{общ}}{T_{отд}}, \quad (6.7)$$

где $Z_{общ}$ – балансовая сумма расходов по участку автосервиса;

$T_{отд}$ – величина объемов работ услуг оказываемых на участке, в сумме
2 3-д принтера могут работать не более 5000 часов в год $T_{отд} = 5000 \text{ чел.- час.}$

$$C_{нч} = \frac{1910613}{5000} = 382 \text{ руб.}$$

На практике интерес представляет другая величина, определяющая конкурентные преимущества участка в условиях рыночной экономики – цена нормо-часа работ. Цена нормо-часа для потребителя услуг определяется с учетом заданного владельцем предприятия уровня рентабельности услуг, в сфере 3-д печати этот показатель колеблется от 35 до 65 %. Для привлечения клиентов в первоначальный период устанавливаем уровень рентабельности – 40%. [25-28]

$$C_{HЧК} = C_{HЧ} \times \left(1 + \frac{y_{PEH}}{100}\right) \quad (5.8)$$

$$C_{HЧК} = 382 \times \left(1 + \frac{40}{100}\right) = 535 \text{ руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описываются история развития и основные правила международного соревновательного проекта «Формула Студент», а также основные этапы прогресса команды Тольяттинского государственного университета. На основании требований стандартов, а также действующей нормативной документации в области строительства зданий и сооружений, выполнены архитектурно-планировочные решения главного корпуса и основных участков инжинирингового центра «Формула Студент ТГУ».

Подробно проработан производственно-сборочный и проектный участки инжинирингового центра. В рамках подраздела работы сформирован перечень основных производственных операций и основных технологических процессов на участке согласно действующему прејскуранту работ и услуг; утвержден график работы; составлено штатное расписание подразделения; проведено комплектование подразделения современным технологическим оборудованием; определен финальный метраж производственного подразделения расчетным и графическим методами. Выполненный чертеж подразделения позволит в кратчайшие сроки закончить реконструкцию выделенных под участок помещений.

Оценка совокупности показателей оборудования проведенная в рамках проекта двумя независимыми методами показала сходные результаты. Как площадь циклограммы, так и суммарная оценка качества по всем показателям максимальны у оборудования – устройство для 3-д печати Vortex Giant. Рекомендуем его в качестве основного для закупки в производственное подразделение. Закупить планируем 2 единицы оборудования.

В предпоследнем разделе «Безопасность и экологичность подразделения автосервиса» определены мероприятия и технических средства по повышению уровня безопасности выполняемых на участке технологических процессов и снижению имеющихся профессиональных рисков. На основе теоретически возможных рисков возникновения пожара составлен перечень меро-

приятий и средств повышения пожарной безопасности в подразделении авто-сервиса. Оценены экологические риски производства, предусмотрены мероприятия для повышения экологической безопасности в подразделении авто-сервиса.

Расчетным путем доказана производственная эффективность проекта бакалавра и его конкурентные преимущества в условиях рыночной экономики. В последнем разделе сравнивается определенная с учетом уровня рентабельности цена нормо-часа работ на участке 3-д моделирования со средней по региону или городу.

Минимальная с учетом заданного уровня рентабельности цена нормо-часа работ в подразделении определена в 535 руб., в дальнейшем возможно повышение стоимости услуг с учетом конъюнктуры рынка. Маркетинговый анализ стоимости нормо-часа работ у фирм-конкурентов, территориально расположенных в районах по соседству с нашим университетом, показал что предложенная ценовая политика позволит создать стабильный спрос на услуги 3-д моделирования и печати.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомобилизация как индикатор инновационного развития региона: коллективная монография / В. Г. Доронкин [и др.] ; РГНФ ; ТГУ ; ИЭВБ РАН. - Тольятти : Кассандра, 2017. - 230 с.
2. Развитие инновационной деятельности на автомобильном транспорте : монография / В. П. Бычков, С. С. Морковина, А. М. Букреев [и др. ; научный редактор В. П. Бычков] . - Воронеж : ФГБОУ ВО "ВГЛТУ", 2018. - 307 с.
3. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: учеб. пособие / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. – Тольятти : ТГУ, 2012. - 285 с.
4. Лобанов, Е.М. История, принципы организации, и перспективы развития проекта «Formula Student» в Тольяттинском Государственном Университете / Е.М. Лобанов, А.В. Чингарев // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчёт и технологии ремонта и производства» сборник статей, 6 –10 апр. 2013 г. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2013. – С. 90 – 91.
5. Yeltsov, V. V. "Formula-Student" Project as a Platform for Practice-Oriented Training of Engineering Graduates / V. V. Yeltsov, A. V. Skripachev // Engineering Education. - 2013. - № 13. - С. 10-15
6. Бобровский, А. В. Повышение качества подготовки специалистов в технических вузах и техникумах за счет использования возможностей компьютерной техники в ходе дипломного проектирования / А. В. Бобровский, Р. М. Лысак, Д. Ю. Рыжков // Системный подход к обеспечению качества высшего образования : сб. тр. Всероссийской научно-методической конференции. - Тольятти : ТолПИ, 2000. - С. 216-219.
7. Горохова, Д.А. Эксклюзивные элементы тюнинга при реализации болида "Formula Student" / Д.А. Горохова, В.А. Загоровский // Сборник тезисов докладов XLI Самарской областной студенческой научной конференции. -2015. -С.119-120

8. Горохова, Д. А. Разработка аттенюатора гоночного болида серии Formula SAE на основе энергопоглощающей пены в системе CAD/CAM/CAE / Д.А. Горохова, А.В. Бобровский // Компьютерное моделирование – 2016 (КОМОД-2016): труды национальной научно-технической конференции, 5-6 июля 2016 года. – 2016. – С. 288 – 294;
9. Рубцов, А. В. Применение сварных стальных конструкций в гоночных болидах серии «Формула Студент» на примере болида WhiteShark2014 / А.В.Рубцов, А.А.Воронин, А.В.Бобровский // Сборник тезисов докладов XLI Самарской областной студенческой научной конференции. -2015. -С.288
10. Харитонов, В. В. Проектирование выхлопной системы для болида класса Formula Student / В.В. Харитонов, М.И. Харасов // Сборник трудов 3-го Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты». -2015. – С.35-38;
11. Харитонов, В. В. Проектирование поддона картера для болида класса Formula Student / В.В. Харитонов, М.И. Харасов // Сборник трудов 3-го Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты». - 2015. – С.39-41;
12. Алтунбаев, Д.Р. Проектирование поддона картера, впускной и выхлопной системы болида Formula Student / Д.Р. Алтунбаев, С.С. Самсонов, М.И. Харасов, В.В. Харитонов // «Студенческие Дни науки в ТГУ»: научно-практическая конференция (Тольятти, 1–24 апреля 2015 года): сборник студенческих работ: в 2 ч. – ч. 1 - С.168-170;
13. Харитонов, В.В. Модификация и адаптация двигателя для болида Формула Студент / В.В. Харитонов, С.С. Самсонов, А.В. Бобровский // «Студенческие Дни науки в ТГУ»: научно-практическая конференция (Тольятти, 1–24 апреля 2015 года): сборник студенческих работ: в 2 ч. – ч. 2 –С. 372;
14. Шерстобитова, О.О. Разработка модульной каркасно-сборочной технологической оснастки для производства элементов спортивно-гоночных автомобилей / О.О. Шерстобитова, Д.А. Мошко // Сборник трудов 5-го Все-

русского форума «Студенческие инженерные проекты». -2017. – С.205-209;

15. Волкова, Е.И. Методика расчета бизнес-презентации в рамках проекта Formula Student / Е.И. Волкова, Н.А. Двоеглазова // Сборник трудов 5-го Всероссийского форума «Студенческие инженерные проекты». -2017. – С.198-205;

16. Проектирование и изготовление опытно-экспериментального образца гоночного болида класса «Formula - Student» на основе исследования элементов и параметров конструкции болида по критерию минимизации стоимостных и весовых характеристик : отчет о НИР (заключит.) : 42-44 / Тольяттинский государственный университет ; рук. Бобровский А. В. ; исполн.: Горшков В.Н. [и др.]. – 2017. – 75 с. – Библиогр.: с. 72–74. – № ГР АААА-А-15-115102010072-6.

17. Епишкин, В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. – Тольятти : ТГУ, 2019. – 200 с.

18. Правила оформление выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова [и др.]. – Тольятти : ТГУ, 2019. - 145 с.

19. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: учебно-методическое пособие к курсовому проекту бакалавров направления подготовки 190600.62 (23.03.03) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство" / В. С. Малкин; ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2015. – 65 с.

20. Основные правила выполнения технических чертежей: учеб. пособие / О.А. Оганесов [и др.]; под ред. О.А. Оганесова. – М. : МАДИ, 2017. – 136 с.

21. Демьянова, В.С. Оценка негативного воздействия предприятий автотранспортного комплекса на окружающую среду : учебное пособие / В.

С. Демьянова, Ю. В. Родионов, О. А. Чумакова. - Пенза : ПГУАС, 2013. - 255 с.

22. Шелмаков, С.В. Борьба с загрязнением атмосферы дисперсными частицами на автомобильном транспорте: учеб. пособие / С.В. Шелмаков, Ю.В. Трофименко, А.В. Лобиков. – М. : МАДИ, 2018. – 164 с.

23. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие/ Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 22 с.

24. Безопасность и экологичность проекта : учебное пособие для студентов вузов / [под ред. Безбородова Ю.Н.]. - Красноярск : СФУ, 2015. - 147 с.

25. Розанов, В.С. Методические указания по выполнению раздела дипломного проекта "Экологичность и безопасность проекта" : для студентов, обучающихся по всем направлениям и специальностям / В. С. Розанов, А. В. Трубицын. - Москва : МГТУ МИРЭА, 2014. - 28 с.

26. Чернецкая, Н.А. Экономическая эффективность реконструкции автотранспортного предприятия : методические указания по дисциплине "Экономика предприятия" / Н.А. Чернецкая. - Рубцовск : Рубцовский индустриальный ин-т, 2016. - 17 с.

27. Богомолова, Е.С. Диагностика и анализ деятельности автотранспортного предприятия : учебное пособие / Е. С. Богомолова, Н. Н. Галинская, Н. Г. Шаповалова. - Майкоп : Кучеренко В. О., 2016. - 205 с.

28. Управление автосервисом : учеб. пособие для студентов трансп. вузов / [Миротин Л.Б. и др.] ; Под общ. ред. Л.Б. Миротина. - М. : Экзамен, 2004. - 318 с.