

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка стенда для определения координат центра масс
спортивного болида Формула-Студент

Студент(ка)

Е.А. Гуськов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент И.В. Турбин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Безопасность и
экологичность
технического объекта
Экономическая
эффективность проекта

ст.преподаватель К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

к.т.н. Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор 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 2016

АННОТАЦИЯ

В соответствии с техническим заданием, в рамках бакалаврской работы в данной расчетно-пояснительной записке представлены необходимые данные по проектируемому стенду для измерения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент. При этом тип проектируемого стенда – стационарный, назначение – лабораторный. Способ измерения координат центра масс – методом наклона болида на поворотной платформе.

В соответствие с заданием на разработку представлен рабочий проект, технологическая планировка учебной лаборатории Д-112. Разработана планировка площадки для установки стенда.

Проведены исследования и анализ технических устройств – подъемников-опрокидывателей автомобилей. Выполнен обзор существующих конструкций, проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. Выбрана конструктивная схема устройства, заданы требуемые характеристики. В конструкторском разделе подобраны основные детали и узлы, силовые опорные элементы и их крепление.

Разработана технологическая карта процесса измерения высоты центра масс спортивного болида Формула-Студент.

Проведен анализ безопасности и экологичности проекта, условий труда основного персонала при использовании технологического оборудования, состояние пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Выполнены расчеты экономической эффективности затрат на модернизацию устройства и определены себестоимости технологической, цеховой, заводской и отпускной цены на изготовленную продукцию.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Основные положения проекта Formula SAE и «Formula Student TGU» . . .	7
1.1 История, принципы организации и перспективы развития проекта «FORMULA STUDENT» в ТГУ	7
1.2 Цели и задачи проекта	12
1.3 Формула студент и учебный процесс	14
1.4 Задачи междисциплинарного проекта	22
1.5 Измерение координат расположения центра масс спортивного болида . .	23
2 Разработка конструкции стенда измерения координат центра масс	25
2.1 Техническое задание на разработку стенда для измерения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент	25
2.2 Техническое предложение	30
2.3 Подбор основных элементов конструкции	34
2.4 Руководство по эксплуатации	35
2.5 Техническое обслуживание	38
3 Технологический процесс измерения координат центра тяжести спортивного болида Формула-Студент	39
3.1 Подготовка измерительного устройства	39
3.2 Установка спортивного болида	39
3.3 Определение угла наклона спортивного болида	39
3.4 Снятие спортивного автомобиля с платформы стенда.	40
4 Безопасность и экологичность технического объекта	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	41
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	41

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков . . .	42
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .	45
5 Экономическая эффективность проекта	50
5.1 Исходные данные для экономического расчета	50
5.2 Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника . . .	51
5.3 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки . . .	51
5.4 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту	52
5.5 Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги	54
5.6 Расчет показателей экономической эффективности новой техники . . .	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЯ	60

ВВЕДЕНИЕ

Международные состязания студенческих команд «Formula-Student» соединяют в себе элементы образовательного, спортивного и инженерного проекта. Работа включает в себя, наряду с соревновательным аспектом, элементы технического творчества, экономических расчетов, управленческих решений и презентации, маркетинга и рекламы.

Организатором такого проекта выступило американское сообщество автомобильных инженеров (SAE). Такой проект является циклическим, так как, согласно регламенту, его реализация должны осуществляться одной командой в течение одного года. На следующий год команда частично обновляется и перед ней ставится новая задача.

Впервые команда Тольяттинского государственного университета приняла участие в международном студенческом конкурсе по созданию гоночных автомобилей (болидов) «Formula Student» (FS) в 2008 году. В рамках конкурса в мастерской на площадях ТГУ был спроектирован и изготовлен гоночный автомобиль, соответствующий международному регламенту участия в соревнованиях. Работа была выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне, о чем свидетельствует победа нашей команды в нескольких номинациях конкурса по итогам российского этапа соревнований.

Участники команды, руководитель проекта и весь университет в целом заинтересован в продолжении участия ТГУ в этом международном конкурсе. При постановке на постоянную основу участия команды ТГУ в соревнованиях университет может способствовать продвижению собственного бренда и повышения известности в отечественной и международной образовательной и автомобильной профессиональной среде.

Многие ведущие вузы мира, осуществляющие подготовку автомобильных инженеров, направляют свои команды на соревнования «Formula Student». Однако в большинстве своём эти участники являются профессионалами в этом деле, за плечами которых несколько лет создания автомобилей. То есть члены команды каждого вуза имеют опыт многолетней совместной работы в проекте по

разработке конструкции и изготовлению болидов, которые совершенствуются из года в год. Как отмечают участники соревнований из других университетов, их обучение в вузе не имеет непосредственного отношения к проекту «Formula Student». Проект рассматривается в данном случае как некоторое увлечение, хобби, факультатив, а не как запланированное учебное мероприятие с чёткой структурой и определённым кругом образовательных задач и результатов обучения.

В Тольяттинском государственном университете практически с момента его создания проводится политика повышения уровня получаемого студентами высшего образования. Это обусловлено, прежде всего, требованиями сообщества работодателей, которые отмечают высокий уровень теоретической подготовки выпускников, а практическую составляющую считают недостаточной. «Formula Student» должна стать в ТГУ именно практико-ориентированной площадкой, продуктом которой будет являться гоночный болид, сконструированный и изготовленный руками студентов, а также участие и занятие призовых мест в российских и международных соревнованиях команд «FS».

В настоящий момент проект «Formula Student TGU» активно развивается под руководством зав. кафедрой «ПЭА» к.т.н., доцента Бобровского А.В., однако имеющиеся производственные и вспомогательные площади и оборудование не позволяют решать все задачи проекта, что приводит к работе команды в неоптимальных условиях.

В рамках данной выпускной квалификационной работы предложена конструкция измерительного стенда по определению координат центра масс спортивного болида. Массово-центровочные параметры болида являются важнейшими при расчетах и позволяют наиболее точно проводить разработку тормозной системы, рулевого управления спортивного болида. Знания данных параметров позволит на стадии расчетных работ оптимизировать конструкцию болида и повысить точность расчетов СКБ «Формула-студент».

1 Основные положения проектов Formula SAE и «Formula Student TGU»

1.1 История, принципы организации и перспективы развития проекта «FORMULA STUDENT» в ТГУ

Formula SAE – это студенческие инженерные соревнования, изначально организованные Сообществом Автомобильных Инженеров и входящие в серию студенческих инженерных соревнований SAE [1].

По замыслу организаторов, команда студентов университета является инженерной компанией, которая должна спроектировать, изготовить и испытать болид на основе набора правил регламента. Результатом будет являться участие в международных соревнованиях, где гоночный болид должен будет пройти ряд статических и динамических тестов, а команда, предоставить бизнес план проекта для рынка непрофессиональных гоночных болидов серии: Mini Baja, Formula Hybrid, Formula Electric и Formula Student.

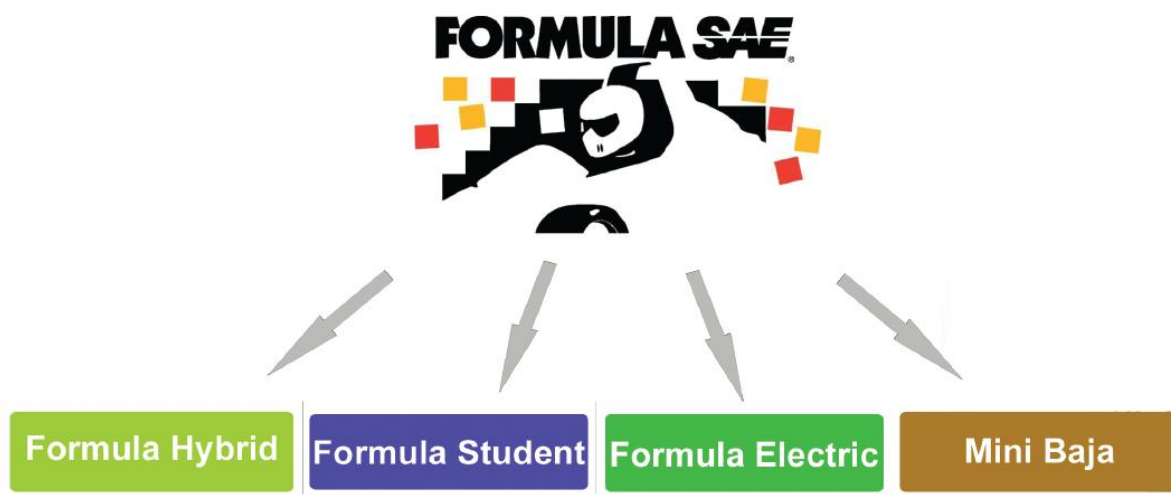


Рисунок 1.1- Серии проекта Formula SAE

Formula Student - 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. Помимо динамических и

статических испытаний болида, необходимо предоставить полный отчет о стоимости и составить бизнес-план выпуска серии на 1000 автомобилей.

Эти уникальные соревнования были впервые организованы в 1976 году по инициативе SAE. Проект оказался настолько удачным, что число участников увеличивается с каждым годом в течение уже 35 лет! На сегодняшний день в соревнованиях участвует более 200 университетов из 40 стран со всего мира!

Финальные мероприятия серии, проводимые под эгидой SAE и FISITA сегодня - это своеобразный инженерный чемпионат мира среди студентов, на который собираются команды из ведущих технических университетов. Он проходит во многих странах мира - США, Великобритании, Германии, Южной Корее, Бразилии, Италии, Австралии, Мексике, Индии, Японии, Южной Африке! Именно поэтому данную серию проектов активно поддерживают практически все гиганты автомобильной и электротехнической индустрий: GM, BMW, Ford, Audi, Daimler Chrysler, Yamaha, ZF, EDAG, VW, Honda, DEKRA, Continental, Solid Works, Toyota, Bosch, IEEE, Magneti Marelli, Shell и многие другие. Данная серия проектов является высокоэффективной кузницей компетентных кадров.

Команда SPC Formula TSU, была создана в декабре 2008 года на базе Института машиностроения ТГУ. Основной состав команды состоял из студентов 4 курса инженерных специальностей и студентов дизайнеров.

Первый болид команды - Sprint 01 был создан в сентябре 2008г. С ним команда приняла участие в Pre-event Formula Student Russia 2008г., где показала лучший результат по презентации проекта. Команда посетила event «Formula Student» SAE в Италии в качестве гостей. С 2009 года в команде постепенно происходила смена поколений.

2010 г.- сформировался PR отдел команды. Усилиями нового состава SPC Formula TSU был модернизирован первый болид команды (sprint 01M), представленный на рисунке 1.2. Также была организована дружеская встреча (fun-event) среди российских команд-участниц проекта «FS».

2011 г. - команда оставила свой флаг во всероссийском молодёжном форуме «Селигер-2009», на котором проектом заинтересовался помощник министра промышленности и торговли РФ.

2012 г. - проект Formula Student получил одобрение от губернатора Самарской области, мэра города Тольятти и министра промышленности, энергетики и технологий Самарской области.

В 2014-ом году был создан третий (и первый, соответствующий международному регламенту SAE) болид «White Shark 2014», который успешно выступил на Российском этапе «Formula Student Russia 2014» и в общем зачете занял 8-е место среди 11 команд и 4-ое в гонке Индуго, набрав 326 очков.

На сегодняшний день в мировом рейтинге 7 российских вузов: МАМИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАДИ, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, РУДН, УрГУПС, ТюмГНГУ. Команда ТГУ пока не входит в мировой рейтинг.

На момент участия ТГУ в соревнованиях 2014 года команда SPS FS TLTSU состояла из 10 человек. В настоящий момент число постоянных участников команды превышает 20 человек.

В настоящее время стоит задача вхождения ТГУ в мировой рейтинг Formula Student, который позволит подтвердить высокий профессиональный уровень подготовки студентов, и получить спонсорскую поддержку.



Рисунок 1.2 – Спортивные болиды

Опыт деятельности команды в течении 3-х лет показал необходимость дальнейшего развития и совершенствования проекта. Основная идея – превращение его из единичного, разового проекта, с вовлечением ограниченного количества участников-студентов, в развёрнутую систему практико-ориентированного обучения инженерным специальностям в Университете, включающую элементы учебного процесса, вовлекающие в эту деятельность максимальное количество ППС профильных кафедр и студентов профильных направлений подготовки.

Для реализации этого плана определена основная идея реализации.

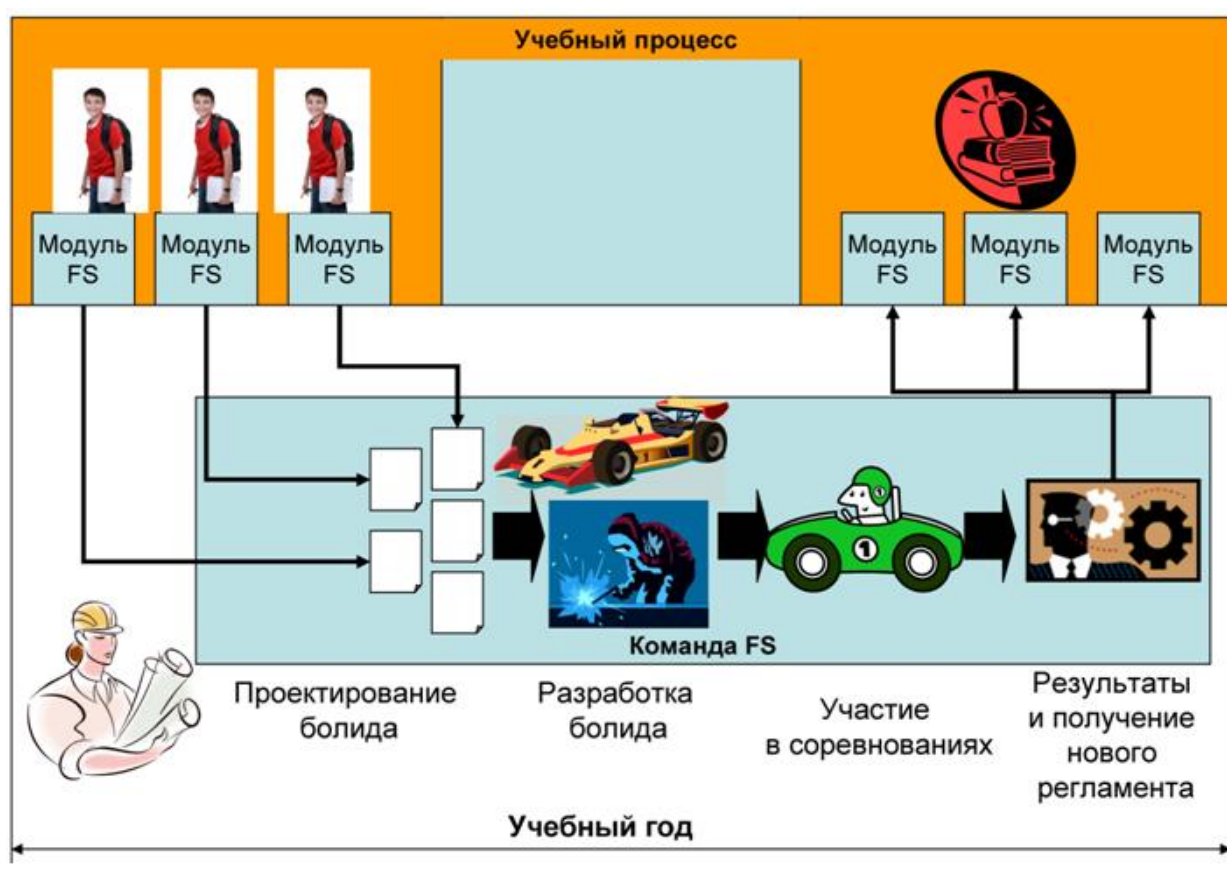


Рисунок 1.3 - Схема связи учебного процесса и деятельности команды «FS»

Для реализации были определены основные направления подготовки и кафедры, участвующие в процессе. В рамках основных, профильных дисциплин были разработаны специальные учебные модули «FS», как дополнение к основным рабочим программам дисциплин (УМКД).

Модули «FS» включают в себя конкретные темы для дополнительного изучения в рамках дисциплин по тематике проектирования специального спортивного автомобиля, которые подлежат изучению в рамках спец. дисциплин. Определены объемы и требования к выполнению специальных самостоятельных и контрольных заданий непосредственно связанных с процессом проектирования спортивного автомобиля «FS». Студенты по выбору могут определять для себя в качестве тем для контрольных работ, курсовых проектов и вступительных аттестационных работ тематику проекта «FS». На этапе проектирования болида возникает процесс конкурсного соревнования различных проектов, идей и решений по деталям, узлам и автомобилю в целом. Прохождение учебных и производственных практик членам команды «FS» организуется на базе мастерских «FS» при институте машиностроения. Включение ППС в этот процесс не ограничивается простыми консультациями, а включает в том числе личное участие, в процессе проектирования, формирование руководящей и научной составляющей в решении проектных задач, отбор и повышение уровня и качества принимаемых и реализуемых студентами инженерных решений, возможность реализовать и проверять научно – исследовательские аспекты в проектировании реальных узлов и агрегатов спортивного автомобиля. Периодичность формирования и смены состава команды и создания образцов болида согласно накопленному опыту предполагает 2-х летний цикл, что является оптимальным с точки зрения смены студенческих кадров команды и оптимизации затрат и усилий по созданию болида «FS».

На сегодняшний день активное участие в деятельности по реализации модулей «FS» в учебный процесс ведут 7 кафедр 2-х институтов ТГУ, охватывая основные проектные аспекты по созданию спортивного автомобиля:

- двигатель и его модернизация
- системы электрооборудования и электроники автомобиля
- конструкция кузова и дизайн
- трансмиссия и подвеска болида
- материалы и технологии изготовления узлов и деталей болида

- организация изготовления и бизнес процессы, экономика проекта
- PR деятельность команды «FS».

Еще несколько кафедр рассматривают возможность подключения к этому проекту в ближайшем будущем.

Финансирование деятельности проекта «FS» определяются текущими задачами и планируемыми объемами выполнения работ. Основное финансирование изготовления болида осуществляется из средств специальной «Программы развития университета» и определяется стратегическим комитетом на уровне Ректора ТГУ. Оперативное финансирование проектной деятельности, реализация внедрения модулей «FS» и функционирование проектно – производственных мастерских «FS» ТГУ - бюджетные средства институтов и кафедр – участников проекта «FS» ТГУ.

Спонсорские средства попечителей и специальные гранты, полученные из различных источников, (около 50 % бюджета) определяют затраты на внешнюю часть проекта, выставочную и PR деятельность, участие в соревнованиях, поддержание инфраструктуры мастерских «FS» и команды.

Серьезной оценкой зрелости команды и результативности проекта будет участие в этапе Международных соревнований «FS» в Венгрии, планируемое в этом году. На соревнование заявлено 46 команд из 16 стран (в основном из Восточной и Южной Европы. 7 команд из России. Завоевать достойное место, показав высокие результаты в проектировании конструкции и функциональных свойствах болида – главная цель команды.

1.2 Цели и задачи проекта

Основные цели проекта

- внедрение новых и эффективных практико-ориентированных методов и средств подготовки специалистов;
- увеличение контингента студентов, приобретающих современные практико-ориентированные знания по реальному проектированию и изготовлению образцов автомобильной техники;

- повышение качества подготовки, приобретение профессиональных компетенций студентами инженерных специальностей ТГУ, путем введения в программы преподавания, практико-ориентированных учебных модулей «Formula Student».

Задачи проекта:

- внедрения активных форм обучения в образовании, способствующих формированию актуальных инженерных компетенций;
- расширения массовости и повышения эффективности инициатив студентов в проектной, инженерной научно-исследовательской, и экономической деятельности;
- изготовление конкурентоспособного гоночного болида с учетом требований регламента проекта «Formula Student» SAE;
- обмен опытом изготовления гоночных болидов и организации практикоориентированного обучения в университетах в рамках проекта «Formula Student» SAE.
- содействия интеграции научной и образовательной деятельности с промышленным комплексом города;
- объединения творческой молодежи для созидательной деятельности, развитию коммуникативных навыков и установлению международных связей.

Стратегические задачи на 2015-16 годы

Спроектировать и изготовить конкурентоспособный спортивный автомобиль с учетом требований регламента «Formula Student» SAE 2015-2016 гг.

Сформировать и продвинуть бренд ТГУ среди молодежи и работодателей города/региона/страны/вузов, позиционировать ТГУ как место сосредоточения молодёжных инженерных проектов.

Привлечь внешние источники финансирования, спонсорские средства, пожертвования и др. средства финансирования для «Formula Student»

Внедрить в Университете на базе проекта «Formula Student» модель практико-ориентированного обучения студентов по направлениям подготовки, актуальным для «Formula Student»:

«Энергетическое машиностроение»,
«Машиностроение»,
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»,
«Наземные транспортно-технологические комплексы»,
«Наземные транспортно-технические средства»,
«Электроэнергетика и электротехника»,
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»,
«Материаловедение и технологии материалов»,
«Экономика»,
«Менеджмент»,
«Журналистика»,
«Лингвистика»,
«Дизайн»
через реализацию в образовательном процессе учебных модулей «Formula Student»

1.3 Формула студент и учебный процесс

Важнейшей задачей, которую нужно решить при создании площадки практикоориентированного обучения, является оформление работ, проводимых в рамках проектирования болида в виде элементов учебного процесса, входящих в определённые траектории обучения, предоставляемые университетом для студентов в качестве альтернативы некоторой части теоретических аудиторных занятий, предусмотренных учебным планом.

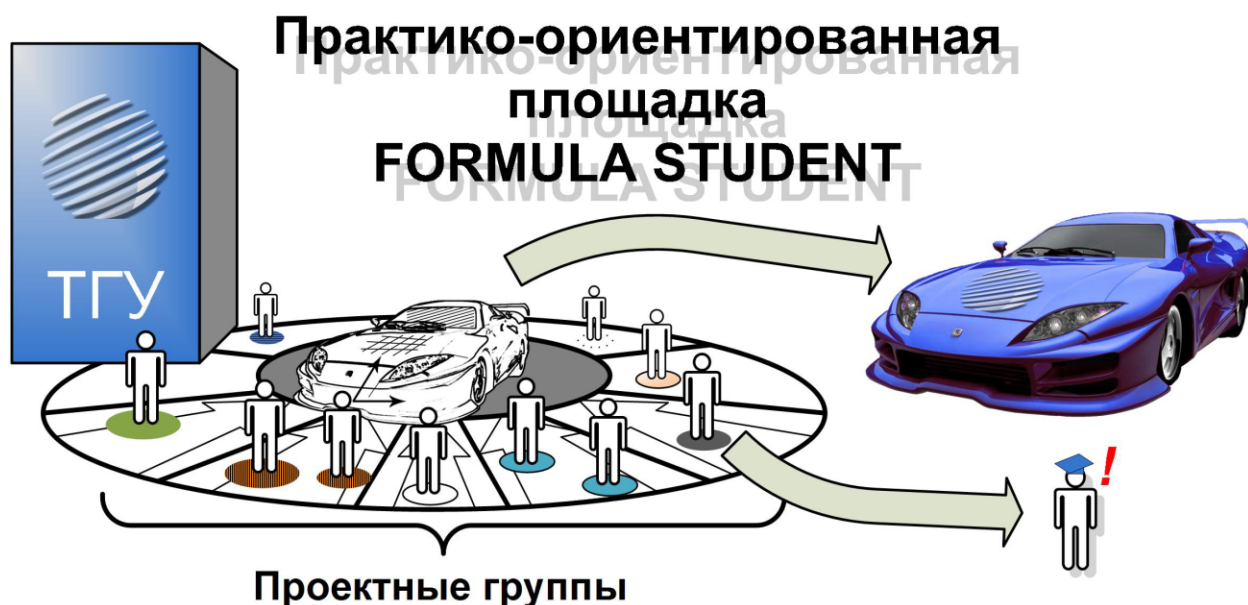


Рисунок 1.4 - Проект «Formula Student» как практико-ориентированная площадка ТГУ

В ходе работы над проектом в ТГУ был создан Специальный проектный центр «SPC Formula TGU» – проектно-производственная мастерская, виртуальное предприятие, деятельность которого направлена на изготовление болида. В условиях создания на базе центра практико-ориентированной площадки возникает однозначная необходимость введения в её структуру образовательной составляющей. То есть, в деятельности мастерской помимо производственных и проектных работ должен быть образовательный акцент.

1) Устройство образовательной деятельности мастерской «FS» и её отношение к учебному процессу в университете

Мастерская «FS» как практико-ориентированная площадка Тольяттинского государственного университета представляет собой образовательную структуру, реализующую и обеспечивающую некоторые модули учебного процесса в ТГУ. В каждую группу из состава проектного центра могут входить несколько модулей образовательных программ. Состав каждого модуля будет определяться задачами, выполняемыми в соответствующей проектной группе. При этом каждый модуль должен декларировать и обеспечивать образовательные результаты, которые фиксируются в его рабочей программе.

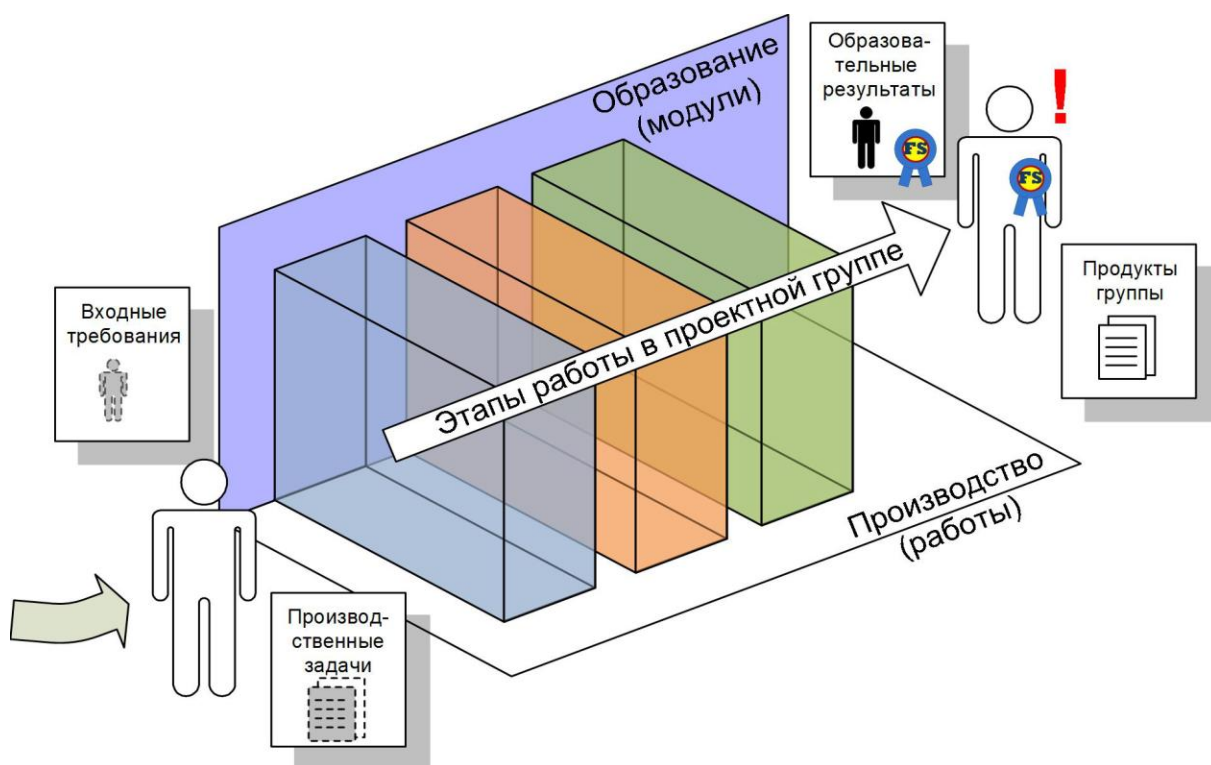


Рисунок 1.5 - Деятельность студента в проектной группе

Практико-ориентированные модули, реализующиеся в рамках проектно-производственной мастерской «FS» являются возможной альтернативой для соответствующих модулей традиционной образовательной программы, в рамках которых решаются подобные задачи. Образовательные результаты модулей проектно-производственной мастерской «FS» отличаются в этом случае тем, что за счёт выполнения практических работ на реальном материале (например, разработка конструкции узла автомобиля, подготовка презентации проекта на английском языке и т.д.) студент получает компетенции и навыки применения своих знаний и освоенных инструментов непосредственно в профессиональной практике.

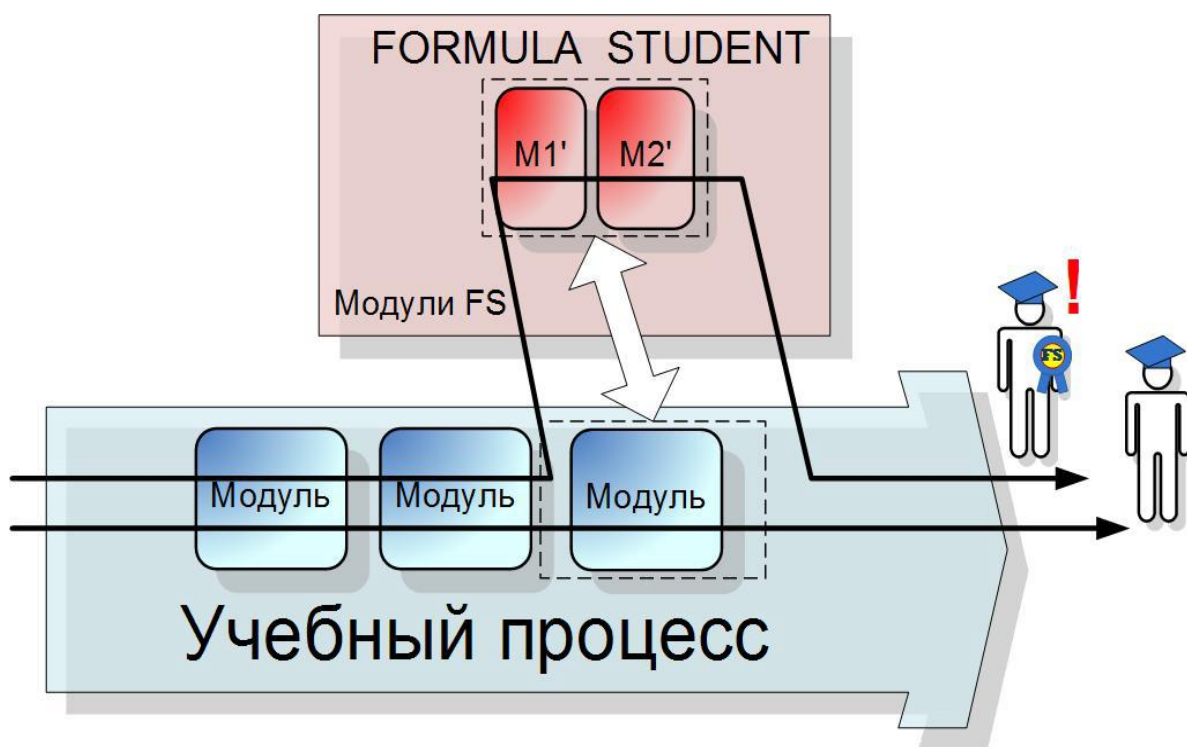


Рисунок 1.6 - Место FS в учебном процессе ТГУ

Предполагается, что для обеспечения эффективности мастерской как образовательной структуры в рамках университета должен быть обеспечен постоянный «поток» студентов через проектно-производственную мастерскую – каждый год состав команды должен обновляться минимум на 50%.

Участие студентов в проекте не должно носить массовый характер, поскольку в этом случае затруднительно вести речь о командной работе и многих других характерных особенностях площадки практико-ориентированного обучения.

2) Уровни участия студентов в работе мастерской

По обеспечиваемым результатам практико-ориентированного образования в рамках «FS» следует выделить два принципиальных уровня работ:

Работа участника проекта. Необходимым и достаточным сроком участия в проекте для получения статуса участника и соответствующей фиксации и оформления приобретённого опыта и выполненных работ является один полный цикл участия в соревнованиях «Formula Student» (от идеи гоночного болида до её воплощения и презентации на этапе соревнований) на общих основаниях в качестве исполнителя определённых задач в проектной группе. На этом уровне

студент, обучающийся в мастерской, приобретает профессиональные компетенции (например, для инженеров - способность использовать профессиональный инструмент CAD/CAM/CAE, ответственность за принятые инженерные решения и др.), компетенцию эффективной работы в мультидисциплинарной команде, некоторые личностные и социально-коммуникационные компетенции.

Работа ведущего специалиста проектной группы. Необходимым и достаточным условием для присвоения студенту статуса ведущего специалиста на выходе из проекта является организационное и содержательное ведение работ в одной проектной группе в течение одного полного цикла создания автомобиля (ориентировочно 1 год); при этом студенту необходим опыт прохождения проекта в качестве участника группы. Здесь студентом приобретаются новые компетенции (организационно-лидерские, менеджерские), и повышается уровень профессиональных (в том числе касающихся постановки профессиональных задач и формирования ТЗ), этических и социально-коммуникационных компетенций.

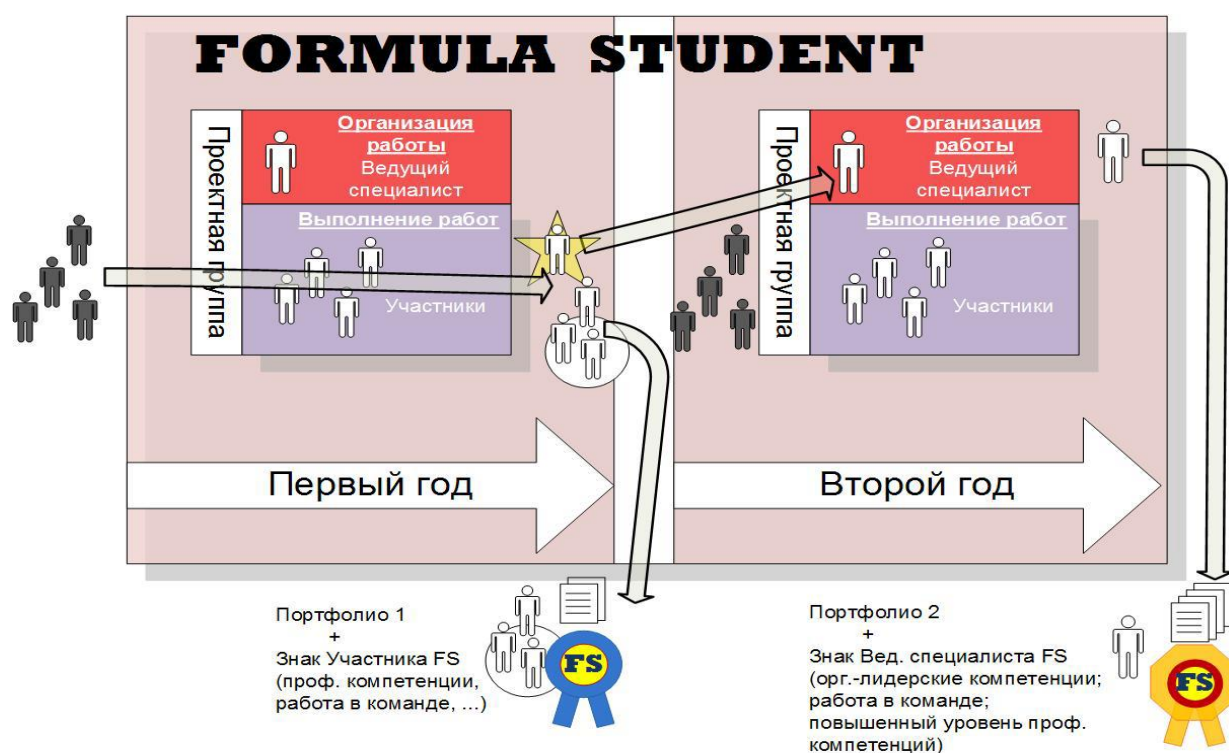


Рисунок 1.7 - Уровни участия студента в проекте FS

3) Способы работы в проектных группах

Помимо уровней участников для удобства описания задач и выполняемых функций в проектной группе имеет смысл разграничить способы работ на индивидуальную и групповую.

Отличительной особенностью первого является принадлежность способа к профессиональной составляющей подготовки. Образовательные результаты в зависимости от уровня участника носят характер профессиональных (участник) или организационных (ведущий специалист) компетенций, поскольку индивидуальная работа построена на постановке и выполнении профессиональных задач, входящих в структуру работ проектной группы.

Второй способ работы (групповая) обеспечивает становление работы в команде, что может являться самостоятельной образовательной задачей. Образовательные результаты групповой работы можно обобщенно сформулировать в виде набора социально-коммуникационных и личностных компетенций студента-участника проектной группы.

4) Матрица работ проектной группы

На основании списка групп, классификации выполняемых ими задач, уровней участников и способов работы в проектных группах, могут быть выделены работы, выполняемые участниками каждой группы. Работы удобно представить в матричной форме. Матрица работ проектной группы представляет собой таблицу 1.1, форма которой представлена ниже. В столбцах матрицы располагаются разные задачи, решаемые проектной группой; в строках – уровни участников и способы работ. На пересечении строки и столбца матрицы располагается формулировка работы, выполняемой определённым способом участником конкретного уровня в рамках выполнения указанной задачи.

Каждая работа в матрице представлена четырёхзначным кодом:

номер проектной группы (А = 1, 2, ...);

уровень участника в группе (У – участник, В – ведущий специалист);

способ работы (И – индивидуально, Г – в группе);

номер задачи в рамках группы (1, 2, ...).

Таблица 1.1 - Матрица работ проектной группы

А. Номер группы			Наименование задач			
			Задача 1	Задача 2	..	Задача N
Уровень	Участник	индивидуально	Работа А.У.И.1	Работа А.У.И.2	..	Работа А.У.И.N
		в группе	Работа А.У.Г.1	...	..	...
	Ведущий специалист	индивидуально	Работа А.В.И.1	...	..	...
		в группе	Работа А.В.Г.1	...	..	...

Матричные формы, заполненные по каждой проектной группе, позволяют увидеть целостную картину задач и работ, проводимых в ней.

Описание образовательных результатов и входных требований к участникам и ведущим специалистам проектных групп

Мастерская «FS», как площадка практико-ориентированного обучения в ТГУ, рассматривается как место практической деятельности студентов, продуктом которой является автомобиль и участие в соревнованиях российского и международного этапов проекта Formula Student. В качестве образовательных результатов работы студентов в мастерской должны выступать:

компетенции, приобретённые выпускниками;

навыки применения профессиональных инструментов для решения практических задач;

«портфолио» студентов – набор практических работ, выполненных студентами за время обучения в университете, зафиксированный в формальном документе.

В то же время для эффективной работы в проекте студент должен при вхождении в проект обладать определёнными характеристиками. Для работы в определённой сфере деятельности ему необходимы:

- представления о профессиональной предметной области;
- знания об объектах и процессах в этой области;
- инструменты профессиональной деятельности, освоенные в процессе предварительной подготовки в стенах университета.

Требования к знаниям и владению инструментарием должны быть входным «фильтром» для отбора людей к участию в проекте «Formula Student». Они могут быть сформированы как сумма требований к работам в рамках одного уровня матрицы работ одной проектной группы. Поскольку становление командного способа работы является одной из образовательных задач, решаемых мастерской «FS», входные требования целесообразно предъявлять только к работам, носящим характер индивидуальных.

5) Организационные мероприятия по разработке модулей FS

Для того чтобы начать реализацию образовательного проекта «Formula Student» по выделенным в Приложении 3 модулям необходимым условием является наличие надлежащим образом оформленной учебно-методической документации (рабочих программ, технологических карт модулей и т.п.)

Следующим шагом в этом направлении должно являться определение состава учебно-методического комплекса модулей, достаточного для формального обеспечения процесса практико-ориентированного обучения студентов в проектных группах мастерской «Formula Student» при выполнении реальных производственных задач. Эта работа должна быть проделана совместно с руководителями и сотрудниками кафедр, реализующих подготовку по дисциплинам, к которым имеют отношение те или иные модули FS.

Работа по разработке содержательного наполнения модулей в соответствии с определённым составом учебно-методического комплекса должна проводиться рабочими группами по соответствующим профессиональным объединениям.

Исходными данными для начала процесса разработки должно служить техническое задание на разработку модуля, включающее:

- перечень образовательных результатов модуля;
- перечень задач и работ в данной проектной группе в рамках выделенного модуля.

примерный перечень входных требований к студентам для прохождения выделенного модуля. Список требований может быть уточнён в процессе работы над модулями, исходя из профессиональных мнений участников рабочей группы по содержательному наполнению модулей.

Также разработчиками должны быть приняты во внимание рабочие материалы данной проектной группы мастерской.

Продуктом работы группы по содержательному наполнению должен стать учебно-методический комплекс модуля FS, содержащий все необходимые документы в соответствии с определённым ранее составом.

Итогом работы по внедрению образовательного проекта «Formula Student» должно являться включение модулей, содержащих работы в рамках мастерской FS, в учебные планы соответствующих профильных специальностей.

1.4 Задачи междисциплинарного проекта

1 Разработать проект болида с учетом требований регламента проекта «Formula-Student» SAE.

2 Обеспечить дополнительное финансирование проекта за счет грантов, спонсорских средств, возможного открытия производства и т.д.

3 Изготовить конкурентоспособный гоночный болид.

4 Принять участие в очередном этапе международных соревнований «Formula-Student».

5 Разработать и внедрить через проект модель практико-ориентированного обучения студентов в университете.

КОМАНДА ПРОЕКТА «FORMULA-STUDENT».

В начальной стадии реализации проекта происходит формирование команды участников. Каждая структура в составе команды занимается реализацией конкретной задачи, поставленной ей капитаном команды совместно с научным руководителем (куратором) проекта, назначаемым из числа ППС. Все вопросы и проблемы, возникающие при работе отдельных групп из структуры команды, формулируются в виде технических заданий и в дальнейшем в обязательном порядке обсуждаются на общем собрании команды для принятия конкретных решений. Эффективность деятельности каждой группы определяется по полученным результатам, направленным на достижение конечной цели проекта.

1.5 Измерение координат расположения центра масс спортивного болида

Во время работы над автомобилем студенты получают опыт в различных сферах деятельности, таких как проектирование, дизайн, механика, экономика, реклама, логистика и многих других. Основная задача данного соревнования - это развитие инженерных, творческих и экономических способностей студентов, а также работе в команде.

Этап проектирования включает в себя расчетную часть, без которой практически невозможно создать конкурентный болид, способный выдержать нагрузки при динамических тестах. Расчетам подвергаются основные узлы и элементы конструкции автомобиля, такие как рама, рулевое управление, тормозная система, упругие характеристики подвесок, привод ведущих колес. Выполнить все расчеты невозможно без точного знания распределения масс по осям, координат расположения центра масс по высоте. Поэтому одним из этапов работы является измерение параметров прототипов.

Определение центра тяжести автомобиля расчетным путем сопряжено со значительными затратами и выполнимо с большим трудом. Значительно проще и эффективнее производится определение положения центра тяжести экспериментальным путем, с помощью взвешивания. При этом необходимо учитывать, что автомобиль должен быть взвешен в снаряженном состоянии и с нагрузкой.

Для определения положения центра тяжести необходимо определить распределение массы на переднюю и заднюю оси. Из условия равновесия моментов определяется выраженное через величину базы расстояние центра тяжести от передней и задней осей в продольном направлении. Аналогично этому определяется положение центра тяжести в поперечной плоскости с помощью распределения массы по колесам каждой из сторон автомобиля.

После того как станет известным положение центра тяжести автомобиля в горизонтальной плоскости, находят высоту расположения его над поверхностью дороги. Для ее определения используется наклон автомобиля вначале в одну, затем в другую сторону. Наклон производится до начала отрыва верхних колес от плоскости платформы. При этом необходимо учитывать следующее:

1 Колеса в нижней части платформы должны быть зафиксированы упорами от возможности скатывания. Тормоза должны быть отпущены, рычаг переключения передач должен быть в нейтральном положении.

2 Подвеска обеих осей должна быть заблокирована, чтобы при подъеме не было перемещений колес. Необходимо обеспечить страховочное крепление верхней части автомобиля для предотвращения от опрокидывания.

3 Для исключения деформации шин во время измерений рекомендуется давление в шинах обеих осей увеличить до $2 - 2,5 \text{ кгс/см}^2$ ($0,2 - 0,25 \text{ МПа}$).

4 При вычислениях необходимо учитывать высоту ограничительного буртика, в который упираются боковые стороны шин при наклоне.

При замерах определяется угол наклона платформы, который в дальнейшем с помощью математических преобразований представляется в высоту центра тяжести. Для контроля и повышения точности измерений автомобиль должен быть развернут и замерен еще раз при подъеме с другой стороны. Ошибка измерений может быть уменьшена, если результаты нескольких измерений при различных нагрузках нанести на диаграмму изменения нагрузки на автомобиль в зависимости от тангенса угла наклона платформы.

2 Разработка конструкции стенда измерения координат центра масс

2.1 Техническое задание на разработку стенда для измерения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент

Разработать устройство для измерения координат центра масс спортивного болида. Устройство использовать в учебной лаборатории. Устройство использовать для подъема с наклоном грузов весом до 500 кг.

Наименование и область применения. Стенд для измерения координат центра масс. Устройство для спортивного автомобиля. Предназначен для подъема с наклоном спортивного автомобиля. Стенд будет использоваться в закрытом помещении. Условия хранения - в помещении с искусственным освещением, вентиляцией, в температурном режиме от +15°C до +40°C, в зоне работы оборудования есть источник электропитания.

Основание для разработки. Разработка устройства проводится по заданию кафедры ПЭА в рамках выполнения бакалаврской работы по теме «Разработка стенда для определения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент».

Цель и назначение разработки. Разработать устройство для измерения координат центра масс спортивного болида. Стенд должен применяться для измерения координат центра масс спортивного болида при подготовке спортивных соревнований, внутри территории Тольяттинского государственного университета, учебных лабораторий кафедры ПЭА.

Источники разработки. Подъемник одностоечный автомобильный «К-10-2».

Технические требования.

Подъемник должен состоять из основания, платформы, опор, подхватов, силового устройства. Для погрузки - выгрузки спортивного болида предусматриваются направляющие траверсы, лебедка для облегчения подъема спортивного болида, элементы закрепления спортивного болида к подъемному устройству. Для исключения самопроизвольного смещения при подъеме-

опускании спортивного болида, предусматриваются крепления, обеспечивающие фиксированное устойчивое положение.

Основание подъемника - сварная коробчатая рама с поперечинами. Платформа подъемника имеет опорно-поворотное устройство. Подъемник оснащается ручной лебедкой с механическим приводом.

Платформа подъемного устройства шарнирно закреплена на поворотной стойке рамы. На раме установлены опорные стойки, представляющие собой металлические трубы круглого или квадратного сечения.

Расположение кузова автомобиля на подъемнике представлено в соответствии с рисунком 2.1.

На раме подвижно закреплена платформа, которая поворачивается относительно шарнира. Усилие подъема создается при помощи лебедки, которая крепится к раме и платформе. Усилие создается рукояткой привода. Высота подъемника в сложенном состоянии – 700 мм над уровнем пола, максимальная высота в поднятом положении 2000 мм.

В качестве аналога представлен образец: подъемник одностоечный в соответствии с рисунками 2.1 и 2.2.

Привод подъема платформы – ручной, усилие на рукояти привода 200 Н. Устройство выполнить пригодным для транспортировки, предусмотреть возможность складывания подъемника, без разборки устройства. Исправность устройства, целостность опорных стоек, состояние троса, механики, опор, ограничителей поворота и сварных швов проверяется непосредственно перед работой. Устройство должно иметь исключительно болтовые и сварные соединения, в большинстве соединения – сварные. Выполняется устройство полностью из металла.

Рама подъемника, стойки, опора, поворотная платформа, кронштейны изготовлены из нормализованных конструкционных элементов: труб прямоугольного и квадратного сечения, полос. Используются стандартные

крепежные изделия. Характеристики материала: сталь конструкционная Ст. 3 $\sigma_T = 200 \text{ Н/мм}^2$; $[\sigma_{сж}] = 157 \text{ Н/мм}^2$; ГОСТ 380–60.

Использовать на устройстве стандартные покупные узлы, с применением стандартных подшипников качения. Сечения силовых элементов конструкции должны обеспечивать целостность, жесткость и прочность устройства при работе, т.е. выдерживать нагрузку.

Для обеспечения устойчивости основание (рама) должно отвечать пропорциям (размеру) и весу перемещаемых агрегатов. Переломы элементов конструкции должны быть логичными и согласовываться между собой. Устройство должно сочетаться с оборудованием, размещенным в помещении, где оно будет использоваться.

Подъемник должен обладать следующими преимуществами перед прототипом, выбранным из аналогов: простота в изготовлении, обслуживании, работе. Должна быть предусмотрена возможность его изготовления силами студенческой конструкторской команды учебной лаборатории. Небольшая масса конструкции, что дает возможность его перемещения и установки в оптимальном с точки зрения планировки месте. Должна быть минимизирована вероятность падения болида с подъемника, с целью повышения безопасности труда и возможности предотвращения случаев производственного травматизма.

Таблица 2.1 – Технические характеристики подъемника

Наименование характеристик	Значение
Грузоподъемность, не менее	500 кг
Время погрузки/разгрузки	5-10/4-8 мин
Высота погрузочная, не более	150 мм
Угол наклона платформы, не менее	65°
Габаритная ширина, не более	2000 мм
Минимальное межосевое расстояние стоек, не менее	1000 мм
Масса подъемника, не более	200 кг
Грузоподъемность лебедки	0,75 т

Форма оборудования должна иметь тектоническую ясность, т.е. нести информацию о работе конструкции. Пропорции контуров оборудования должны обеспечивать композиционное равновесие. Переломы элементов формы должны быть логическими, согласовываться между собой, мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены. При необходимости должны быть закрыты декоративными панелями, оборудование должно гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего должно быть окрашено в желто-оранжевый цвет, внутренние полости должны быть окрашены в яркий красный цвет, что позволяет легко заметить открытые люки, заслонки и т.п. и предотвратить включение оборудования в таком состоянии, должна быть обеспечена безопасность работы обслуживающим персоналом, подъемник должен иметь раздвижные опоры, которые предотвращают самопроизвольное смещение автомобиля или элементов мостов, кузова, узлов при подъеме. Должна быть обеспечена фиксация устройства и автомобиля от свободного перемещения (перекатывания) в рабочем положении.

Экономические показатели. Бюджет проекта на разработку документации составляет 35.000 руб.

Стадии и этапы разработки

Разработка технического задания.

Разработка технического предложения

Разработка эскизного проекта

Разработка рабочего проекта

Разработка комплексной конструкторской документации

Порядок и контроль приемки. Производится после каждой стадии или этапа разработки.

Приложение. Подъемник одностоечный (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Подъемник автомобильный «К-10-2» с функцией наклона автомобиля



1 – платформа, 2 - стойка, 3 - подхват

Рисунок 2.2 - Устройство одностоечного подъемника

2.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать подъемник автомобильный грузоподъемностью 500 кг для измерения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент. В качестве исходного варианта предложено использовать подъемник автомобильный типа «К-10-2».

Неотъемлемой частью спортивных соревнований проекта Формула-Студент являются подъемно-транспортные и подъемно-осмотровые работы. Имея высокую трудоемкость при этих работах, необходимо использовать специальное оборудование. К этому оборудованию относятся передвижные краны, домкраты, грузовые тележки, тельферы и тали, кран-балки, подъёмники и опрокидыватели. Существующие подъемники классифицируют по следующим признакам:

- 1) по грузоподъемности;
- 2) по габаритам;
- 4) по назначению;
- 5) по типу.

Одностоечные автоподъемники сегодня наиболее распространены. Такие подъемники имеют не сложное техническое устройство и достаточно просты в монтаже. Большинство подъемников данной конструкции способны поднимать автомобили весом до 2 тонн.

Дополнительным преимуществом таких подъемников, является также тот факт, что для подъема автомобиля не требуется специальная подготовка. В остальном подъемники автомобилей по своим характеристикам схожи с двухстоечными и позволяют работать с легким коммерческим транспортом, автобусами, минивэнами, джипами, легковыми автомобилями. Таким образом, подобные автоподъемники по праву можно назвать – универсальными.

Рассмотрим варианты подъемников:

1 Одностоечный автоподъемник «СПО-14» с функцией помещения автомобиля на стойку



Рисунок 2.3 - Общий вид подъемника «СПО-14»

Одностоечные подъемники более дешевые, чем двухстоечные аналоги, к тому же на стойке нагрузка меньше, поднимается часть автомобиля.

Таблица 2.2 - Технические характеристики подъемника

Модель	СПО-14
Максимальная грузоподъемность, т	1
Максимальная высота подъема платформы над уровнем пола, мм	1700
Минимальная высота платформы от уровня пола, мм	290
Количество стоек, шт.	1
Время подъема на полную высоту, с	50
Расстояние между опорами, мм	1900
Ширина платформы, мм	540
Длина платформы, мм	1700
Габариты подъемника, мм	
Длина	670
Ширина	2060
Высота	370
Масса, кг	110

2 Подъемник складной гидравлический с ножным приводом



Рисунок 2.4 – Общий вид подъемника НП-2

Автомобильный подъемник НП-2 гидравлический с ножным приводом, г/п 2т, предназначен для обслуживания и ремонта машин в небольших автомастерских (например: шиномонтажных, кузовных и окрасочных работ).

Таблица 2.3- Технические характеристики подъемника

Марка подъемника одностоечного	НП-2
Грузоподъемность, т, кг	2000
Время подъема/опускания, с	42/35
Высота подъема, мм, min/ max	500/960
Высота подхватов в нижнем положении, мм	105
Габаритная длина подъемника, мм	2825
Габаритная ширина подъемника, мм	1250
Масса подъемника, кг	275
Цена, руб.	50000

Особенности подъемника:

- Небольшие габариты
- Не требуется электропитание
- Возможность использования в помещениях с невысокими потолками
- Имеет рабочие положения с механической фиксацией

- Требуется монтажа

3 Подъемник «УП-3»



Рисунок 2.5 – Общий вид подъемника УП-3

Механический подъёмник для наклона спортивного болида. Не требует специального монтажа, удобен в эксплуатации.

Функциональные особенности:

- простое крепление к полу;
- установка на пол или в уровень пола;
- возможна эксплуатация вне помещений;

Комплектация:

- заездные трапы
- платформа для подъема разных типов автомобилей

Таблица 2.4 - Технические характеристики подъемника

Грузоподъемность, кг	500
Максимальная высота подъема, мм	1400
Габаритные размеры, мм	2500x2360x135
Масса	220 кг

Для удобства анализа вариантов конструкций, сравнение характеристик подъемников проведем в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Сравнительный анализ подъемников

Технические характеристики	Модель устройства		
	СПО-14	НП-2	УП-3
Вариант №	1	2	3
Грузоподъемность, кг	1000	2000	500
Время подъема платформы, сек.	30	40	55
Высота подъема шарнира, мм	1550	1650	1400
Ширина платформы, мм	800	2800	2000
Максимальный угол поворота, град.	40	50	65
Собственный вес, кг	75	275	220
Розничная цена, руб.	4200	12600	22500

Сравним характеристики рассмотренных устройств с точки зрения соответствия техническому заданию. Достоинства предлагаемых вариантов состоят в их высокой грузоподъемности, небольших габаритных размерах, небольших массах. Гидравлический привод подъемного механизма 2 позволяет снизить нагрузки на рабочих органах, обеспечить требования к усилиям на рукоятках, облегчить подъем грузов. К недостатку рассмотренного варианта 1 следует отнести отсутствие платформы, что не позволяет использовать его для измерения координат центра масс. Вариант 2 требует наличия сжатого воздуха. Поэтому выберем для разработки вариант 3 - механический подъемник с ручным приводом лебедки.

2.3 Подбор основных элементов конструкции

1 Расчет на прочность кронштейна стойки

Кронштейн стойки испытывает деформацию изгиба. Проверку на прочность производим по условию

$$\sigma_{\max} = M_{\max}^{\text{изг}} / W_z \leq [\sigma] \quad (2.1)$$

где $\sigma_{\max}$ – максимальное напряжение изгиба в балке, МПа;

$M_{\max}^{\text{изг}}$ – максимальный изгибающий момент;

W_z – осевой момент сопротивления поперечного сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение изгиба, для материала Сталь 3;

$[\sigma] = 120 \text{ МПа}$.

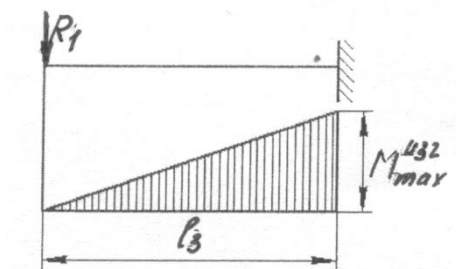


Рисунок 2.10 - Расчетная схема для проверки на прочность кронштейна поперечной балки

$$M_{\max}^{\text{изг}} = R_1 \cdot l_3 \quad (2.2)$$

$$\text{примем } l_3 = 0,035 \text{ м} \quad (2.3)$$

$$M_{\max}^{\text{изг}} = 5000 \cdot 0,065 = 325 \text{ Нм} \quad (2.4)$$

$$W_z = h^2 \cdot b / 6 \quad (2.5)$$

$$W_z = 0,016^2 \cdot 0,008 / 6 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

$$\sigma_{\max} = 325 / 1,3 \cdot 10^{-6} = 25 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 120 \text{ МПа} \quad (2.7)$$

следовательно, условие прочности выполняется.

2.4 Руководство по эксплуатации

Введение

Данное руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о конструкции, принципах действия, характеристиках подъемника (в дальнейшем – устройство) и указания, необходимые для правильной эксплуатации изделия. Правильный уход и эксплуатация подъемно-поворотного устройства являются залогом его безотказной и безаварийной работы. Устройство предназначается для механизации измерения координат центра масс спортивного болида Формула-Студент, не требует специальной подготовки персонала, при условии соблюдения

правил технической безопасности при проведении монтажно-демонтажных работ. Данное руководство справедливо и для всех последующих модификаций изделия.

Описание и подготовка устройства к работе

Технические характеристики подъемника:

- | | |
|---|-------------------|
| 1) Габаритные размеры: | 2460x2372x2620 мм |
| 2) Собственная масса: | 188 кг |
| 3) Масса поднимаемого груза: | до 500 кг |
| 4) Высота подъема: | 1550 мм |
| 5) Время подъема: | 55 сек |
| 6) Время опускания | 35 сек |
| 7) Установленная безотказная наработка: | не менее 100 час |

Максимальная допускаемая масса узла не должна превышать указанную в руководстве.

Устройство поставляется в собранном и готовом к использованию виде, поэтому при первом применении достаточно освободить изделие от упаковочной бумаги и очистить неокрашенные поверхности от консервационной смазки. Внешний вид устройства показан в соответствии с рисунком 2.5.

Таблица 2.4 - Комплектация устройства

Наименование	Количество, шт
Рама в сборе	1
Платформа в сборе	1
Стойка в сборе	2
Лебедка механическая	1
Каретка в сборе	2
Направляющие	3

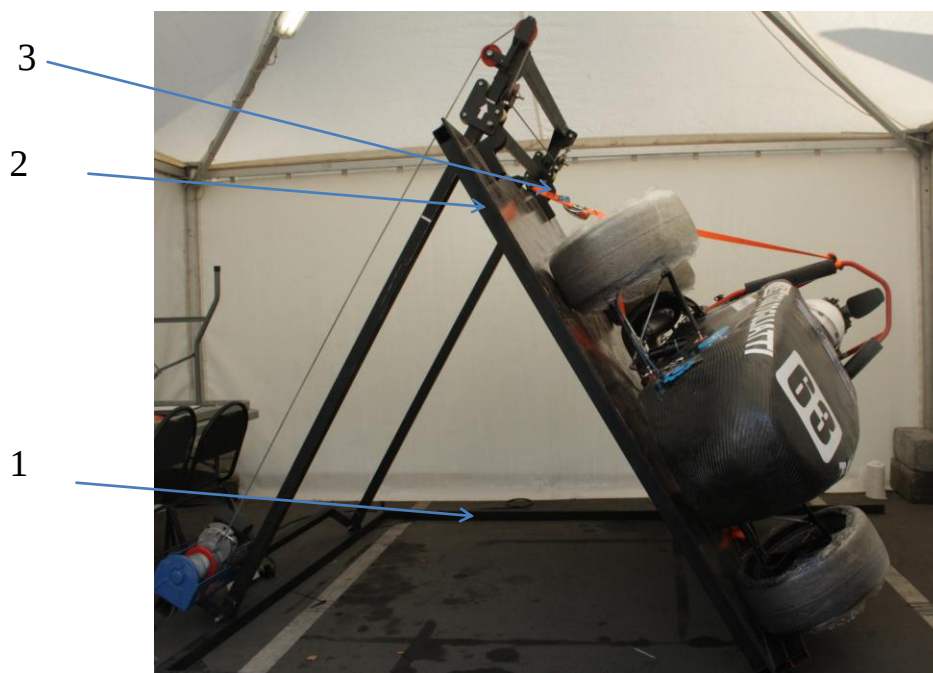
Необходимо установить лебедку между рамой и поперечиной. Момент затяжки гаек должен быть в соответствии с требованиями конструкторской документации.. Произвести подъем платформы на максимальную высоту, для пуско-наладочных работ. При испытании создать максимальное усилие и

проверить исправность всех составных частей подъемника. Трещины, разрывы, изгиб элементов конструкции не допускаются.

Использование изделия

Перед подъемом спортивного болида следует проверить исправность работы подъемника и, в частности, работоспособность привода лебедки. При подъеме автомобиля, необходимо обеспечить его симметричное расположение относительно продольной оси подъемника, и по возможности – поперечной, для уменьшения неравномерности распределения масс на платформе опоры. К рычагам шарнирно крепится грузоподъемная платформа. Усилие подъема создается при помощи лебедки, которая крепится к раме и поперечине.

Осуществляется подъем платформы на 50...80 мм поворотом рукояти привода лебедки. Убедившись в устойчивом положении автомобиля на подъемнике, производится продолжение подъема на полную высоту. В таком положении автомобиля на платформе подъемника производится его поворот и смещение к ограничителям в крайнее положение, в соответствии с рисунком 2.5. Производится измерение угла поворота платформы..



1- рама подъемника; 2 – поворотная платформа; 3 – страховочный ремень

Рисунок 2.5 –Рабочее положение подъемника

Опускание узла производится отворачиванием рукояти привода в противоположную сторону. После полного опускания узла и соприкосновения платформы с поверхностью рамы, необходимо дополнительно опустить рычаг привода лебедки.

2.5 Техническое обслуживание

При проведении технического обслуживания необходимо строго соблюдать правила безопасности.

Ежедневно проверяется работоспособность механизма и четкая работа каретки и поворотного механизма.

Не реже одного раза в месяц проверяется устойчивость положения опорной платформы на стойках, надежность крепления частей подъемника. Ослабленные соединения необходимо подтянуть. Рама, опора, стойки подвергаются осмотру перед каждым рабочим днем на предмет выявления механических повреждений, трещин и т.п. В случае их обнаружения необходимо прекратить использование устройства до полного их устранения. Лакокрасочное покрытие частей устройства восстанавливается по мере необходимости.

До начала эксплуатации нового подъемника и в дальнейшем каждые двенадцать месяцев проводятся испытания подъемника по полной программе в соответствии с требованием настоящего паспорта.

При нормальной работе подъемника не должны наблюдаться раскачивание опоры, стоек, лебедки, повышенные шумы, скрипы.

Трущиеся части смазывать с периодичностью один раз в 3 месяца консистентной смазкой ЛИТОЛ. Замена смазки в роликах производится 1 раз в полгода. При замене необходимо промыть весь узел от остатков старой смазки в бензине.

Техническое обслуживание и эксплуатация механического оборудования подъемника должны производиться в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации грузоподъемного оборудования" и "Правил техники безопасности при эксплуатации грузоподъемного оборудования".

Осмотр, ремонт должны производиться при отсутствии нагрузки платформы.

3 Технологический процесс измерения координат центра тяжести спортивного болида Формула-Студент

Преимущество использования стенда для измерения координат центра тяжести спортивного болида состоит в том, что оборудование используется в составе лаборатории. Предлагаемое устройство для измерений представляет собой раму, установленную на полу. К раме крепятся стойки, прямоугольная площадка на шарнирах, для закрепления на ней без возможности самостоятельного движения спортивного болида. Поворотная платформа - поворачивается относительно основания (рамы). Подъемное устройство - лебедка с ручным приводом серийного производства. Оно же управляет поворотом платформы. При этом сокращается время измерений, а соответственно повышаются технико-эксплуатационные качества болидов, в связи с чем улучшается качество проектирования.

3.1 Подготовка измерительного устройства

Перед установкой спортивного болида на платформу, необходимо убедиться в исправном состоянии механической, поворотной систем стенда в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверить надежность крепления троса к стойке. Убедиться в надежном закреплении всех болтовых соединений, крепления троса лебедки.

3.2 Установка спортивного болида

Закатить спортивный болид на платформу стенда, обеспечить положение шин как можно ближе к боковому упору. Проверить давление воздуха в шинах и при необходимости довести до нормативного значения. Привести стойки в вертикальное положение.

Закрепить страховочные карабины ограничительного ремня к стойке болида и фиксирующему крюку. Произвести предварительное натяжение ограничительного ремня.

3.3 Определение угла наклона спортивного болида

Поворотом рукояти лебедки произвести подъем (наклон) платформы спортивного болида. Придерживая болид от опрокидывания за стойку, в момент

отрыва верхнего колеса от платформы стенда, зафиксировать платформу. Произвести замер угла поворота платформы.

3.4 Снятие спортивного автомобиля с платформы стенда

Вращением рукояти лебедки произвести опускание платформы стенда в горизонтальное положение. Снять страховочные карабины ограничительного ремня со стойки болида.

Снять спортивный болид с платформы стенда. Снять направляющие траверсы, привести элементы стенда в положение для хранения.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Производственный участок мастерской «Formula Student»

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Работы по измерениям центра тяжести спортивного болида	Установка на стенд для измерений	Слесарь по ремонту автомобилей	Стенд измерительный	Траверсы, трос, обтирочная ветошь

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Подъем-опускание автомобиля	Физический: Повышенный уровень шума на рабочем месте	Шум возникает при проведении работ, связанных со сжатым воздухом, при работе электродвигателей, при движении ТС
Снятие-установка направляющих траверс	Физический: Недостаточная освещенность рабочей зоны	Отсутствие осветительных приборов, переносных ламп на рабочих местах

Продолжение таблицы 4.2

Отворачивание – заворачивание крепежных гаек стенда	Физический: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок и инструментов	Пневмогайковерт, при использовании механизмов ударного действия
Снятие-установка фиксирующих опор	Физический: Отсутствие или недостаток естественного света	При работе в труднодоступных местах

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Инструктаж, ограждение движущихся механизмов, знаки безопасности	Каски, шлемы, спецодежда, рукавицы, ботинки
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трущихся деталей), рациональная планировка рабочих участков	СЗ органов слуха (наушники, противοшумные шлемы, противοшумные вкладыши
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки
Недостаточная освещенность рабочей зоны	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования	Осветительные приборы, переносные лампы на рабочих местах

Продолжение таблицы 4.3

Отсутствие или недостаток естественного света	Средства нормализации освещения (светильники)	Переносные лампы
Напряжение зрительных анализаторов	Правильный подбор освещения, перерывы на отдых	СИЗ глаз (очки, щитки, маски)
Загазованность воздуха, производственная пыль	Средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу	СЗ органов дыхания (респираторы)

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 4. 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Производственный участок мастерской «Formula Student»	Стенд измерительный	В	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара

Разработка технических средств и организационных мероприятий

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
----------------------------------	----------------------------------	--	------------------------------	-----------------------	--	---------------------	---

Продолжение таблицы 4.5

Вода	-	Автоматическая водяная стационарная установка пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные	Огнетушитель	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (защитные маски, очки)	Лопата	Пожарная сигнализация
Песок				Пожарный кран		Лом	План эвакуации
Кошма						Багор	

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Подъем-опускание спортивного болида	проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, проведение периодических чисток аппаратов и рабочих мест	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возможность возгорания ЛВЖ и ГСМ

Продолжение таблицы 4.6

Снятие-установка направляющих траверс	регулярный противопожарный инструктаж рабочих; проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, электрооборудование закрыто и заземлено.	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возникновение замыкания электроцепи
Отворачивание – заворачивание крепежных гаек стенда	проведение периодических чисток аппаратов и оборудования от горючих пылей в сроки, установленные нормативно-технической документацией на аппараты и оборудование;	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать образование внутри аппаратов и оборудования горючей среды или появление в горючей среде источников зажигания.
Снятие-установка фиксирующих опор	своевременный плановый ремонт систем предупреждения пожаров и взрывов и систем противопожарной защиты и взрывозащиты.	

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Снятие- установка направляющих траверс	Мойка колес с применением моющих химических средств	Выбросы в атмосферу химических веществ	Загрязнение сточных вод моющими средствами, ГСМ и СОЖ	Попадание в почву моющих средств, ГСМ и СОЖ
Отворачивание – заворачивание крепежных гаек стенда	Мойка шин с применением моющих химических средств	Пыль ингредиентов и образующиеся при вулканизации газообразные вещества в составе вентиляционных выбросов попадают в окружающую среду	Попадание в сточные воды веществ, образующихся в процессе вулканизации	Осаждение газообразных выбросов и пыли

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Изготовление специального технологического оборудования
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Для снижения вредного воздействия АТП на окружающую среду необходимо правильно организовать вентиляцию помещений. Для защиты атмосферы от загрязнения пылью и туманами используют пыле- и туманоулавливающие аппараты и системы.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для очистки сточных вод применяют механические, биологические, химические, физико-химические и термические способы. Из очистных установок наиболее часто используют установки работающие на принципе простого отстаивания и фильтрации, бензомасленных уловителей, гидроэлеваторы с гидроциклонами. Из маслоуловителей масло сливают в бак и отправляют на перерабатывающие предприятия. Для предотвращения сильно загрязненной воды в канализацию сточные воды необходимо предварительно очистить. Первоначальная стадия очистки стоков является процеживание. Оно предназначено для выделения из сточной воды крупных не растворимых примесей, а также мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе длительной обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования. При отстаивании одновременно удаляют маслосодержащие примеси с помощью специальных маслоуловителей. После отстаивания механические примеси удаляют в гидроциклонах. После очистки часть сточных вод повторно используют для мойки автомобилей. Сточные воды после очистки подвергаются периодическому контролю.

Продолжение таблицы 4.8

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Главным источником загрязнений почвы являются технические отходы. Основными направлениями ликвидации и переработки твердых отходов (кроме металлолома) является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование по договорам с лицензированными предприятиями. Металлолом перерабатывают и вновь используют как сырье. В настоящее время широко используют захоронение отходов в специально подготовленных местах, но при этом занимают большие площади, и может произойти загрязнение грунтовых вод.
---	---

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика зоны ТР, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

2. Проведена идентификация по профессиональным операциям в зоне ТР, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: шум и вибрация при работе с ручным механизированным инструментом, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, испарение химических веществ.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, контроль за правильным использованием средств защиты. Подобраны средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу, включая контроль за правильным использованием средств виброзащиты,

нормирование рабочего времени). Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 4.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 4.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.8).

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Исходные данные для экономического расчета

Таблица 5.1

Показатели	Условные обозначения	Ед. изм.	Значение показателей	
			Базовый	проектный
Годовая программа	Пг	шт	100	100
2 Время машинное (оперативн.)	Топ	час	1	0,95
3 Норма обслуж. раб. места	а	%	8	8
4 Норма на отдых и личные надобности	б	%	6	6
5 Часовая тарифная ставка	Сч	Руб./час	3р-80 руб	3р-80 руб
			4р-90 руб	4р-90 руб
			5р-100 руб	5р-100 руб
6 Коэф. доплат к осн. з/плате	Кд	%	1,88	1,88
7 Коэф. отчисл. на соц. нужды	Кс	%	30	30
8 Цена оборудования	Цоб	Руб.	115500	расчет
9 Коэф. на доставку и монтаж	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовая норма амортиз. на площ.	На	%	2,5	2,5
11 Годов. норма амортиз. оборуд.	На	%	10	10
12 Площадь под оборудов.	Руд.	м²	1,5	1
13 Коэф. допол. площади	Кд.пл		4	4
14 Цена эл. энергии	Цэ	Руб/кВт-ч	2,42	2,42
15 Цена 1 м² площади	Цпл	Руб/м²	4000	4000
16 Стоимость эксплуат. произ. площади	Сэксп	Руб/м²	2000	2000
17 Количество рабочих на техпроцессе	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. транс. заготов. расходов	Ктз	%	1,03	1,03
19 Коэф. возврат. отходов	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. общепроизводств. расходов	Копр.	%	1,25	1,25
21 Коэф. общехозяйств. расходов	Кохр.	%	1,6	1,6
22 Коэф. доплат к основ. з/плате	Кд	%	1,1	1,1

5.2 Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника

Таблица 5.2

Статьи затрат	Обозн.	Сумма,руб.	Уд. вес, %
1	2	3	4
1 Сырье и материалы	М	9335	17,08
2 Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	7500	13,73
3 Основная зарплата	З осн	8290,8	15,17
4 Дополнительная зарплата	З доп.	829,08	1,52
5 Отчисления на соц. нужды	Осс	2925	5,67
6 Затраты на использ. оборуд.	Зоб.	290,08	0,53
7 Затраты на использ. площади	Зпл	25,78	0,05
Технологическая себестоимость	Стех.	29371,5	53,75
8 Общепроизводственные расходы $Р_{опр} = З_{осн} \cdot К_{опр} = 8290,8 \cdot 1,25$	Ропр	10363,5	18,97
9 Общехозяйственные расходы $Р_{охр} = З_{осн} \cdot К_{охр} = 8290,8 \cdot 1,6$	Рохр	13265,28	24,28
10 Производственная себестоимость	Спр	53000,28	97
11 Внепроизводственные расходы $Р_{вн} = С_{пр} + Р_{вн} / 100 = 155014,94 \cdot 2 / 100$	Рвн	1641,05	3
12 Полная себестоимость $С_{полн} = С_{пр} + Р_{вн} = 82052,47 + 1641,05$	Сп	54641,33	100

5.3 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки

Расчет штучного времени оказания услуги:

$$T_{шт} = T_{маш} \cdot (1 + (a + б) / 100) \quad (5.6)$$

где $T_{маш}$ - машинное (оперативное) время оказания услуги.

a - норма времени обслуживания рабочего места, %;

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

$$T_{шт. баз.} = 1 \cdot (1 + (8 + 6) / 100) = 1 \cdot 1,14 = 1,14 \text{ час.} \quad (5.7)$$

$$T_{прект} = 0,95 \cdot 1,14 = 1,083 \text{ ч.} \quad (5.8)$$

Производственная программа оказания услуг

$$Пг = F_{эф} / T_{шт} = 2023 / 1,14 = 1774 \text{ шт. в год в расч. варианте } 1868 \text{ шт. в год.}$$

Производственная программа принятая предприятием = 1800 ед. в год.

Расчетное количество основного технологического оборудования

$$Н_{об. расч.} = T_{шт} \cdot Пг / F_{эф} \cdot K_{вн.} \quad (5.9)$$

$$\text{Ноб.расч.} = 1,14 \cdot 1774 / 2023 \cdot 1 = 1 \quad (5.10)$$

где Квн - коэффициент выполнения нормы.

Коэффициент загрузки оборудования

$$K_z = \text{Пг.пред.} / \text{Пг.расч} \quad (5.11)$$

$$K_z = 1774 / 1800 = 0,98 \quad K_{z.\text{пл.}} = 1800 / 1868 = 0,96 \quad (5.12)$$

Необходимое количество оборудования и коэффициент его загрузки

Таблица 5.3

Наименование показателей	Условные Обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Норма штучного времени	Тшт	1,14	1,083
2 Производственная программа	Пг	1800	1800
3 Расчетное к-во оборудования	Ноб.расч.	1	1
4 Принятое количество Оборудования	Ноб.пр.	1	1
5 Коэффициент загрузки оборуд.	Кз	0,98	0,96

5.4 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту

Общие капитальные вложения в оборудование по базовому варианту:

$$K_{\text{общ.б.}} = K_{\text{об.б.}} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Цоб.б.} \cdot K_{z.\text{б.}} \quad (5.13)$$

где $K_{z.\text{б.}}$ - коэффициент загрузки оборудования по базовому варианту;

Цоб.б. - остаточная стоимость оборудования с учетом срока службы, руб.;

Ноб.прин. - принятое количество оборудования, необходимого для выполнения производственной программы по базовому варианту.

$$\text{Цоб.б.} = \text{Сперв} - \text{Сперв} \cdot \text{Тсл.} \cdot \text{На} / 100 \quad (5.14)$$

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

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

На - норма амортизации на реновацию оборудования, %.

$$\text{Цоб.б.} = 245500 - (245500 \cdot 6 \cdot 10 / 100) = 130200 \quad (5.15)$$

$$K_{\text{об.б.}} = 1 \cdot 130200 \cdot 0,98 = 127596 \text{ руб.} \quad (5.16)$$

а) капитальные вложения в оборудование.

$$K_{\text{об.б.}} = \text{Ноб.прин.} \cdot \text{Сперв.} \cdot K_{\text{т.з.}} \cdot K_{z.\text{б.}} \quad (5.17)$$

где Сперв. - стоимость приобретения нового оборудования, (руб);

Кт.з. - коэф., учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку оборудования (принимается 3 %);

Кз.б. - коэф. загрузки оборудования по базовому варианту.

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 245500 \cdot 1,03 \cdot 0,98 = 328560 \text{ руб.} \quad (5.18)$$

б) Капитальные вложения в дополнительные площади.

$$\text{Кпл.б.} = \text{Цпл.} \cdot (\text{Spr} - \text{Sб}) \cdot \text{Кз.б.} \quad (5.19)$$

где Spr-Sб - дополнительная площадь по базовому варианту, м²;

Цпл - стоимость приобретения площади, руб/м²;

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

$$\text{Кобщ.б.} = 1 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,98 = 23520 \text{ руб.} \quad (5.20)$$

$$\text{Коб.б.} = 1 \cdot 325500 \cdot 1,03 + 23520 + 16428 = 375213 \text{ руб.} \quad (5.21)$$

Общие капитальные вложения по проектному варианту

$$\text{Кобщ.пр} = \text{Коб.пр} + \text{Кпл.пр} + \text{Зсоп.пр.} \quad (5.22)$$

$$\text{Кобщ.пр} = 54641 + (1 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,96) + \text{Зсоп.пр.},$$

где Коб.пр - капитальные вложения в оборудование, руб;

Кпл.пр - капитальные вложения в дополнительные площади, руб;

Зсоп.пр - сопутствующие капитальные затраты, руб.

а) капитальные вложения в оборудование

$$\text{Коб.пр.} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Сперв} \cdot \text{Кт-з} \cdot \text{Кз.пр.} \quad (5.23)$$

где Сперв - стоимость приобретения нового оборудования;

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

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

$$\text{Коб.пр} = 1 \cdot 54641 \cdot 1,03 \cdot 0,96 = 54029 \text{ руб.} \quad (5.24)$$

б) капитальные вложения в дополнительные площади.

$$\text{Кпл.пр.} = \text{Цпл.} \cdot (\text{Spr} - \text{Sб}) \cdot \text{Кз.пр.} \quad (5.25)$$

где Spr-Sб - дополнительная площадь по проектному варианту, м²;

Цпл - стоимость приобретения площади, руб/м²;

Кз.пр. - коэффициент загрузки по проектному варианту.

Таблица 5.4

Наименование	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Общие капвложения в оборудование	245500	54641
2 Сопутствующие капвложения по проектному варианту	23520	15360
3 Затраты на производственную площадь, занятую оборудованием	16428	1671
4 Общие капвложения	375213	71672
5 Удельные капвложения	208,45	39,82

5.5 Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги

Таблица 5.5

Статьи затрат	Калькуляция, руб.	
	базовый	Проектный
1	2	3
1 Материалы	нет	Нет
2 Основная зарплата рабочих	214,32	203,6
3 Дополнительная зарплата рабочих	21,43	20,36
4 Отчисления на соц. нужды	70,7	68
5 Расходы на содержание оборудования и производственных площадей	166,57	116,02
6 Технологическая себестоимость	482,48	416,13
7 Общехозяйственные расходы $Р_{опр} = Z_{осн} \cdot K_{опр}(1,25) 214 \cdot 1,25$	267,9	254,5
8 Общехозяйственные заводские накладные расходы $Р_{охр} = Z_{осн} \cdot K_{охр}(1,6)$	342,91	325,76
9 Производственная себестоимость $С_{пр} = С_{тех} + Р_{опр} + Р_{охр}$	1039,29	996,39
10 Внепроизводственные расходы $вн = С_{пр} \cdot K_{внепр}(2\%)$	20,79	19,93
11 Полная себестоимость: $С_{полн} = С_{пр} + Р_{вн}$	1060,08	1016,32
12 Прибыль предприятия $ПР = С_{полн} \cdot K_{пр}(15\%)$	159,01	152,45
13 Цена услуги	1219,09	1168,77

5.6 Расчет показателей экономической эффективности новой техники

Показатель снижения трудоемкости. Трудоемкость не меняется, т.к. оперативное время не меняется.

Показатель снижения технологической себестоимости.

$$\begin{aligned} \text{Стех} &= (\text{Стех.в.} - \text{Стех.пр.}) / \text{Стех. в.} \cdot 100\% = \\ &= (482,48 - 416,13) / 482,48 \cdot 100\% = 13,75 \quad \% \end{aligned} \quad (5.26)$$

Условно-годовая экономия:

$$\text{Эуг} = (\text{Цбаз.} - \text{Цпр}) \cdot \text{Пг} \quad (5.27)$$

$$\text{Эуг} = (1219,09 - 1168,77) \cdot 1800 = 90576 \quad \text{руб.} \quad (5.28)$$

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

$$\text{Ожидаемая прибыль от услуг: } 152,45 \cdot 1800 = 277641 \quad \text{руб.} \quad (5.29)$$

Годовой экономический эффект

Экономия от снижения затрат на покупку оборудования:

$$\text{Эг} = (\text{Зпрб} - \text{Зпр.п}) = 375213 - 71672 = 303541 \quad \text{руб.} \quad (5.30)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с техническим заданием, в рамках бакалаврской работы в данной расчетно-пояснительной записке представлены необходимые данные по проектируемому стенду для измерения высоты центра тяжести спортивного болида Формула-Студент. При этом тип проектируемого стенда – стационарный, назначение – лабораторный. Способ измерения координат центра масс – методом наклона болида на поворотной платформе.

В соответствие с заданием на разработку представлен рабочий проект, технологическая планировка учебной лаборатории Д-112. Разработана планировка производственного корпуса с учетом размещения стенда для измерения высоты центра тяжести спортивного болида Формула-Студент.

Проведены исследования и анализ технических устройств – одностоечных подъемников. Выполнен обзор существующих конструкций, проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. Выбрана конструктивная схема устройства, заданы требуемые характеристики. В конструкторском разделе подобраны основные детали и узлы, силовые опорные элементы и их крепление.

Разработана технологическая карта процесса измерения высоты центра масс спортивного болида Формула-Студент.

Проведен анализ безопасности и экологичности проекта, условий труда основного персонала при использовании технологического оборудования, состояние пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Выполнены расчеты экономической эффективности затрат на модернизацию устройства и определены себестоимости технологической, цеховой, заводской и отпускной цены на изготовленную продукцию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Епишкин, В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирования предприятий автомобильного транспорта» [Текст] / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. - Тольятти : Изд-во ТГУ 2012. – 195 с. : обл.
- 2 **Малкин, В.С.** Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.С. Малкин, В.Е. Епишкин. – Тольятти: ТГУ, 2008. - 75 с.
- 3 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП-01-86).-М.: Машиностроение.-1986.- 129 с.
- 4 **Петин, Ю.П.** Техническая эксплуатация автомобилей : учебно-методич. пособие по курсовому проектированию [Текст] / Ю.П.Петин, Е.Е.Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 117 с. : обл.
- 5 **Фастовцев, Г.Ф.** Организация технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей [Текст]/ - М.: Транспорт, 1989.- 240 с.
- 6 **Напольский, Г.М.** Технологическое проектирование АТП и СТО [Текст]/.- М.: Транспорт, 1985.- 231 с.
- 7 **Малкин, В.С.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования. Учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / Малкин В.С., Живоглядов Н.И., Андреева Е.Е.. - Тольятти: ТГУ, 2005. – 108 с.
- 8 **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. 7-е изд., перераб. и доп. [Текст]/ В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1992.
- 9 **Карнаухов, И.Е.** Детали машин, подъемно-транспортные машины и основы конструирования [Текст] / И. Е. Карнаухов. – М. : ВСХИЗО, 1992.
- 10 **Аверьянова, Г.А.** Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость деталей машин [Текст] / Г.А. Аверьянова. – Великие Луки: ВГСХА, 1995.

11 **Баженов, С. П.** Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов : учеб. для вузов [Текст] / С. П. Баженов, Б. Н. Казьмин, С. В. Носов ; под ред. С. П. Баженова. - 4-е изд., стер. ; Гриф МО. - М. : Академия, 2010. - 328, [1] с.

12 **Петросов, В.В.** Ремонт автомобилей и двигателей : учеб. [Текст] / В. В. Петросов. - Гриф МО. - М. : Academia, 2005. - 223 с.

13 **Фокин, В. В.** Материаловедение на автомобильном транспорте : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. В. Фокин, С. Б. Марков. - Гриф УМО. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 287 с.

14 **Ременцов, А. Н.** Автомобили и автомобильное хозяйство : введение в специальность : учебник [Текст] / А. Н. Ременцов. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2010. - 189, [1] с.

15 **Вахламов, В. К.** Автомобили : эксплуатационные свойства : учеб. для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - М. : Академия, 2007. - 238 с.

16 **Бойко, Н. И.** Транспортно-грузовые системы и склады : учеб. пособие [Текст] / Н. И. Бойко, С. П. Чередниченко. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 399 с.

17 Грузоподъемные машины для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ : учеб.-справ. пособие для вузов [Текст] / М. Н. Хальфин [и др.]. - Гриф МО. - Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 607 с.

18 **Волков, Д. П.** Строительные машины : учеб. для вузов [Текст] / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2002. - 373 с.

19 **Горев, А. Э.** Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие для вузов [Текст] / А. Э. Горев. - 3-е изд., стер. ; Гриф УМО. - М. : Academia, 2008. - 287 с.

20 **Ременцов, А. Н.** Автомобили и автомобильное хозяйство : введение в специальность : учебник [Текст] / А. Н. Ременцов. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2010. - 189, [1] с.

21 **Горев, А. Э.** Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособие для вузов [Текст] / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. - 2-е изд., испр. ; Гриф УМО. - М. : Академия, 2008. - 254 с.

22 Погрузочно-разгрузочные работы : практич. пособие для стропальщика-такелажника [Текст] / [сост. Н.М. Заднипренко и др.]. - М. : НЦ ЭНАС, 2005. - 207 с.

23 Справочник по конструкционным материалам [Текст] / под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. - 637 с.

24 **Чумаченко, Ю.Т.** Материаловедение для автомехаников : учеб. пособие [Текст] / Ю. Т. Чумаченко, Г. В. Чумаченко, А. И. Герасименко ; под ред. А. С. Трофименко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 480 с.

25 **Пугачев, И. Н.** Организация и безопасность дорожного движения : учеб. пособие для вузов [Текст] / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2009. - 270 с.

26 **Горина, Л.Н.** Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие[Текст]/ - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.

27 **Сафронов, В.А.** Экономика предприятия: Учебник [Текст] / В.А. Сафронов. – М. : «Юрист», 2005.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			16.РБ.ПЭА.070.61.00.000СБ	Сборочный чертеж			
		A4			16.РБ.ПЭА.070.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка			
						<u>Сборочные единицы</u>			
Стор. №		Б4	1		16.РБ.ПЭА.070.61.01.000	Основание в сборе	1		
		Б4	2		16.РБ.ПЭА.070.61.02.000	Платформа в сборе	1		
		Б4	3		16.РБ.ПЭА.070.61.03.000	Стойка в сборе	2		
		Б4	4		16.РБ.ПЭА.070.61.04.000	Петля в сборе	4		
		Б4	5		16.РБ.ПЭА.070.61.05.000	Каретка в сборе	2		
		Б4	5		16.РБ.ПЭА.070.61.06.000	Лебедка в сборе	1	КС-1	
						<u>Детали</u>			
Взам. инв. №			8		16.РБ.ПЭА.070.61.00.008	Труба 65x40x1900	7		
			9		16.РБ.ПЭА.070.61.00.009	Труба 65x40x2460	3		
			10		16.РБ.ПЭА.070.61.00.010	Труба 65x40x1900	2		
			11		16.РБ.ПЭА.070.61.00.011	Труба 40x40x2460	1		
			12		16.РБ.ПЭА.070.61.00.012	Труба 65x40x220	2		
			13		16.РБ.ПЭА.070.61.00.013	Труба 65x40x150	2		
			14		16.РБ.ПЭА.070.61.00.014	Труба 65x40x450	28		
			15		16.РБ.ПЭА.070.61.00.015	Кронштейн	4		
			16		16.РБ.ПЭА.070.61.00.016	Труба 65x25x520	4		
			17		16.РБ.ПЭА.070.61.00.017	Труба 65x25x1050	1		
						16.РБ.ПЭА.070.61.00.000			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стенд измерительный	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Гуськов						1	3
	Пров.	Турбин							
	Н.контр.	Егоров							
	Утв.	Бабрайский					ТГУ зр. ЭТКдз-1131		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		18	16.РБ.ПЭА.070.61.00.018	Плита 10	1	
		19	16.РБ.ПЭА.070.61.00.019	Труба 60х40х70	2	
		20	16.РБ.ПЭА.070.61.00.020	Швеллер 56х25х2020	2	
		21	16.РБ.ПЭА.070.61.00.021	Кронштейн швеллера	1	
		22	16.РБ.ПЭА.070.61.00.022	Кронштейн платформы	2	
		23	16.РБ.ПЭА.070.61.00.023	Кронштейн каретки	4	
		24	16.РБ.ПЭА.070.61.00.024	Кронштейн ролика	2	
		25	16.РБ.ПЭА.070.61.00.025	Кронштейн троса	1	
		26	16.РБ.ПЭА.070.61.00.026	Ролик	6	
		27	16.РБ.ПЭА.070.61.00.027	Втулка кронштейна	6	
		28	16.РБ.ПЭА.070.61.00.028	Втулка ролика	12	
		29	16.РБ.ПЭА.070.61.00.029	Ось ролика	6	
				Стандартные изделия		
		29		Болт М16х70 ГОСТ 15589-70	4	
		31		Гайка М16 ГОСТ 15522-70	4	
		32		Шайба 16 ГОСТ 10450-78	4	
		33		Гайка М16 ГОСТ 1064-73	4	
		34		Гайка М14 ГОСТ 1064-73	12	
		35		Шайба 14 ГОСТ 11371-78	12	
		36		Шайба стопорная 14 ГОСТ 5056-70	12	
		37		Гайка М12 ГОСТ 5919-73	3	
		38		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	3	
		39		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	3	
		40		Трос 6В20 ГОСТ 5113-82	1	905
		41		Колш 6х20 ОСТ 369-04	1	
		42		Хомут 6х14	2	
		43		Гайка М6 ГОСТ 5919-73	4	
		44		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	4	

Копировал

Формат А4

