

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.03.01 Дизайн
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Корпус роботизированного рентгеновского оборудования

УДК 62-213:615.84:621.386:007.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Жамантаев Нурсаги Серикович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Жданова А.Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.	ст. преп.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП ПО НАПРАВЛЕНИЮ
54.03.01 ДИЗАЙН**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен владеть рисунком, умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта, иметь навыки линейно-конструктивного построения и понимать принципы выбора техники исполнения конкретного рисунка
ОПК(У)-2	Владеть основами академической живописи, приемами работы с цветом и цветовыми композициями
ОПК(У)-3	Способен обладать начальными профессиональными навыками скульптора, приемами работы в макетировании и моделировании
ОПК(У)-4	Способен применять современную шрифтовую культуру и компьютерные технологии, применяемые в дизайн-проектировании
ОПК(У)-5	Способен реализовывать педагогические навыки при преподавании художественных и проектных дисциплин
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-7	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ

	информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен владеть рисунком и приемами работы в макетировании и моделировании, с цветом и цветовыми композициями
ПК(У)-2	Способен обосновать свои предложения при разработке проектной идеи, основанной на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи
ПК(У)-3	Способен учитывать при разработке художественного замысла особенности материала с учетом формообразующих свойств
ПК(У)-4	Способен анализировать и определять требования к дизайн-проекту и синтезировать набор возможных решений задачи или подходов к выполнению дизайн-проекта
ПК(У)-5	Способен конструировать предметы, товары, промышленные образцы, коллекции, комплексы, сооружения, объекты, в том числе для создания доступной среды
ПК(У)-6	Способен применять современные технологии, требуемые при реализации дизайн-проекта на практике
ПК(У)-7	Способен выполнять эталонные образцы объекта дизайна или его отдельные элементы в макете, материале
ПК(У)-8	Способен разрабатывать конструкцию изделия с учетом технологий изготовления: выполнять технические чертежи, разрабатывать технологическую карту исполнения дизайн-проекта
ДПК(У)-1	Способен применять современные информационные технологии и графические редакторы, методы научных исследований при создании дизайн-проектов и обосновывать новизну собственных проектных решений

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность – 54.03.01 Дизайн
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Вехтер Е.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Д81	Жамантаев Нурсаги Серикович

Тема работы:

Корпус роботизированного рентгеновского оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	47-4/с, 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: современные промышленные устройства, которые предназначены для повышение комфортности и эффективности деятельности человека.</p> <p>Предмет исследования: корпус роботизированного комплекса С-дуга Биоток CF.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор по литературным источникам: поиск аналогов, выделение достоинств и недостатков.</p> <p>Основная задача проектирования: разработка корпуса рентген-оборудования и пульта управления</p> <p>Содержание процедуры проектирования: обзор материалов; анализ аналогов; эскизирование, формирование вариантов дизайн-решений (форма, эргономика и т.д.); объемное моделирование; макетирование; создание конструкторской документации.</p> <p>Результаты выполненной работы: дизайн-проект корпус рентген-оборудования включает визуализацию спроектированного объекта, конструкторскую документацию, макет.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Эскизы концептуальных решений, чертежи деталей, спецификация, демонстрационный ролик, презентационный материал, два демонстрационных планшета формата А0</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Жданова Анна Борисовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Евгения Викторовна	к.п.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Жамантаев Нурсаги Серикович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) – 54.03.01 Дизайн
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы ИШИТР – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
Октябрь	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы. Работа над ВКР – анализ аналогов	10
Ноябрь	Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе выбранного материала – статья	10
Декабрь	Работа над ВКР – сдача первого раздела ВКР, эскизы	10
Февраль	Работа над ВКР – сдача второго раздела ВКР, формообразование, 3D-модель	10
Март	Работа над ВКР – сдача третьего раздела ВКР, презентационная часть, конструкторская документация	10
Апрель	Работа над ВКР – Макетирование	10
Май	Работа над ВКР – Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи, БЖД, экономика	20
Июнь	Сдача готовой текстовой и графической части ВКР	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

СтудентУ:

Группа	ФИО
8Д81	Жамантаев Нурсаги Серикович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Направление	54.03.01 Дизайн
Уровень образования	Бакалавриат		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, создаваемый в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	<p>Продуктом данного стартапа является проектная деятельность, оказание услуг в сфере промышленного дизайна.</p> <p>Промышленный дизайн медицинского рентгенологического оборудования, создание и разработка проектов, которые оптимизируют использование, стоимость и внешний вид продукции, включая выбор материалов, механизмов, формы, цвета продукции, требований безопасности, использовании и обслуживании;</p>
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Подтверждение авторских прав на двух/трехмерное изображение
<i>Объем и емкость рынка</i>	149,3 млн руб.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	<p>На фоне увеличения введения ограничений потенциально увеличится спрос на промышленный дизайн от российских студий для внутреннего рынка. Так как в стране лежит курс на импортозамещение отечественные производители будут иметь больше возможностей для реализации своего продукта и будут конкурировать уже не с иностранными производителями, а с отечественными.</p> <p>Основное направление - B2B сектор, где главные потребители – производители медицинского рентген-оборудования.</p>
<i>Себестоимость продукта</i>	<p>Стоимость зависит от типа контракта:</p> <p>Минимум - 75 174 руб.</p> <p>Стандарт - 220 574 руб.</p>

	Максимум - 453 586 руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта.</i> <i>Сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами</i>	<ul style="list-style-type: none"> • малый состав сотрудников, который в случае необходимости можно дополнить сотрудниками на аутсорсе. • Специализация на медицинском рентгенологическом оборудовании • Сопровождение при регистрации промышленного образца.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	B2B – российские производители рентген оборудования
<i>Бизнес-модели проекта.</i> <i>Производственный план и план продаж</i>	бизнес-модель А. Остервальдера и И. Пинь.
<i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Личные продажи: <ul style="list-style-type: none"> - Рекламная рассылка с коммерческих предложений заводам и предприятиям 2. Стимулирование сбыта: <ul style="list-style-type: none"> - Социальные сети; - Введения сайта, блога 3. Реклама: <ul style="list-style-type: none"> - публичные выступления -рекламные баннеры в интернет-поисковиках - Таргетированная реклама - Сайты отзывов - «Сарафанное радио»;
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-модель)</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Жданова Анна Борисовна	к.э.н, доцент		02.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Жамантаев Нурсаги Серикович		02.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Д81		Жамантаеву Нурсаги Сериковичу	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.04.01 «Дизайн»

Тема ВКР:

Оболочка роботизированного рентгеновского оборудования	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> <u>Роботизированное рентгеновское оборудование</u></p> <p><i>Область применения:</i> применяются в различных сферах медицины: травматологии, хирургии, ортопедии, интервенционной онкологии (проведение контактной лучевой брахитерапии), сердечно-сосудистой хирургии, урологии и педиатрии</p> <p><i>Материал:</i> пластик, дюралюминий</p> <p><i>Рабочая зона:</i> помещение офисного типа. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера.</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 30 м²</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер, ПО.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор информации по теме, разработка критериев проектирования, создание эскизных решений, 3D-моделирование и составление конструкторской документации, подготовка презентационных материалов (макет, планшет, презентация, отчет).</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – СП 2.2.3670-20 Об утверждении санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда – ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. – ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</p>	<p><u>Вредные факторы:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – аномальные микроклиматические параметры

<p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>воздушной среды</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума – отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения; – отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения; – нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. <p><u>Опасные факторы:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов – наличие электростатического поля, чрезмерно отличающегося от поля Земли; <p><u>Средства коллективной и индивидуальной защиты:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие противопожарных систем – вентиляция воздуха – датчики напряжения в сетях – источники света, соответствующие нормативам 	
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Виды отходов- детали из пластика и алюминия Воздействие на селитебную зону: Никакого негативного воздействия при разработке проектного решения не выявлено. Воздействие на литосферу: выделение вредных веществ в процессе разложения пластика. Воздействие на гидросферу: Загрязнение гидросферы пластиком при производстве и неправильной утилизации. Воздействие на атмосферу: Выбросы в атмосферу вредных веществ при производстве данных материалов. Выделение опасных веществ (формальдегид, фенол, хлорпрен и т.д.)</p>	
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар – Авария на промышленном объекте – Инфекционные заболевания <p>Наиболее типичная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар 	
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>		<p>15.02.2022</p>

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ООД ШБИП</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Д81</p>	<p>Жамантаев Нурсаги Серикович</p>		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 145 страниц, 124 рисунков, 20 таблиц, 71 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: промышленный дизайн, дизайн корпуса, медицина, рентген оборудование, роботизированная С-дуга.

Объектом исследования являются современные промышленные устройства, которые предназначены для повышение комфортности и эффективности деятельности человека.

Цель работы – проектирование корпуса роботизированной С-дуги и пульта управления в соответствии с технологическими требованиями по эксплуатации и изготовлению.

В процессе работы было проведено теоретическое исследование, выявлены проблемные стороны существующих аналогов, определены требования к проектируемому объекту, разработана индивидуальная концепция и конструкторское решение, создана трехмерная модель и прототип в масштабе.

В результате исследования были разработаны корпус и пульт по техническим требованиям.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1 Научно-исследовательская часть	16
1.1 Обзор медицинского рентгенологического оборудования	16
1.1.1 Классификация рентгенологического оборудования	16
1.1.2 Особенности и сфера применения	17
1.1.3 Преимущества роботизированного комплекса	18
1.1.4 Информационный и патентный поиск. Анализ аналогов	19
1.2 Портрет пользователя. Сценарии использования	21
1.3 Комплектация объекта (Каркас корпуса и стандартные комплектующие)	24
1.3.1 Пульт	24
1.3.2 С-дуга	25
1.4 Исследования возможных технологий и материалов	25
1.4.1 Корпус С-дуги	25
1.4.2 Выводы по технологиям изготовления С-дуги	34
1.4.3 Выводы по технологиям изготовления пульта управления	35
1.5 Формирование критериев проектирования	35
1.5.1 Технологические требования	35
1.5.2 Эксплуатационные	36
1.5.3 Социальные	37
1.5.4 Экономические	38
1.6 Выводы по первой главе (постановка задач)	39
1.6.1 Корпус пульта	39
1.7.2 Корпус С-дуги	40
2 Проектно-художественная часть	41
2.1 Методы проектирования	41
2.2 Поиск концепции	42
2.3 Проектирование пульта управления	43

2.3.1 Поиск комплектующих.....	43
2.3.2 Компоновка джойстиков	49
2.3.4 Первая доработка вариантов корпуса.....	50
2.3.5 Анализ конструкции	53
2.3.6 Итоговая концепция пульта управления	56
2.4 Проектирование С-дуги.....	57
2.4.1 Эскизирование С-дуги.	57
2.4.2 Проектирование корпуса под технологии изготовления из стеклопластика и вакуумной формовки	63
2.4.3 Изготовления корпуса 3D-печатью и литья в силиконовые формы	69
2.4.4 Эргономика	70
2.4.5 Соматография.....	74
2.4.6 Проработка конструкции	77
2.4.7 Итоговая концепция С-дуги	81
3 Проектно-конструкторская и презентационная часть	82
3.1 Разработка конструкторской документации	82
3.2 Разработка презентационного материала.....	82
3.2.1 Создание планшета.....	82
3.2.2 Создание презентации.....	83
3.2.3 Создание видеоролика	83
3.3 Макетирование.....	84
4. Концепция стартап-проекта	87
4.1 Описание продукта как результата НИР	87
4.2 Интеллектуальная собственность	87
4.3 Объем и емкость рынка.....	88
4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	96

4.5.. Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами.....	98
4.6 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта.....	98
4.7 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж	100
4.8 Планируемая стоимость продукта	101
4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок.....	105
5 Социальная ответственность	110
Введение	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	111
5.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения	112
5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	113
5.3.1 Анализ вредных производственных факторов.....	113
5.3.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке.....	116
5.4 Экологическая безопасность при эксплуатации.....	118
5.4.1 Воздействие на окружающую среду	118
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	120
5.5.1 Необходимые действия при возникновении пожара в помещении	120
Выводы по разделу	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	124
Приложение А (Обязательное) Конструкторская документация	131
Приложение Б (справочное) Планшет	143
Приложение В (справочное) План операционной.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы состоит в необходимости разработки корпусов медицинского рентгенологического оборудования для повышения конкурентоспособности конечного продукта, с учетом технологических и эргономических требований.

Цели: разработка корпуса роботизированной рентген-системы С-дуга

Для реализации поставленной цели выше, надо решить несколько **задач:**

- анализ и постановка критериев проектирования;
- разработка пульта управления;
- разработка корпуса подвижной С-дуги;
- разработка конструкторского решения;
- подготовка презентационного материала.

Объектом исследования современные промышленные устройства, которые предназначены для повышение комфортности и эффективности деятельности человека.

Предметом является корпус роботизированного комплекса С-дуга Биоток iX.

1 Научно-исследовательская часть

Требования к медицинскому оборудованию формировались на протяжении всей истории медтехники, постепенно усложняясь и дополняясь новыми позициями. Производство медицинских изделий – динамично развивающаяся отрасль, предлагающая всё более совершенные инновационные решения на основе уникальных технологий. По мере технического усложнения приборов и аппаратуры ужесточаются оценочные критерии, которыми руководствоваться клиники и центры при выборе оборудования.

Предъявляемые требования к медицинскому оборудованию обязаны соответствовать её типу и назначению: параметры оценки хирургического и физиотерапевтического оборудования, конечно, будут разными. Однако существуют и универсальные стандарты, заложенные в основу производства любой техники медицинского назначения.

Проанализировав общие требования на проектирования и его стадии, можно вывести критерии для проектирования медицинского оборудования и показать на примере рентген оборудования.

Приоритетными для лечебной аппаратуры являются нормы безопасности и технико-эксплуатационной надёжности – именно от них зависит способность оборудования работать корректно, чётко, без сбоев, тем самым способствуя снижению медицинских рисков.

1.1 Обзор медицинского рентгенологического оборудования

Рентгенологическое исследование востребовано в самых различных областях медицины: общей терапии, неврологии, травматологии, нефрологии, пульмонологии и т. д. Потому рентген-аппараты – неотъемлемая часть современного лечебно-профилактического учреждения.

1.1.1 Классификация рентгенологического оборудования

Высокая проникающая способность рентгенологического излучения позволяет точно и в короткие сроки изучить состояние костей, мягких тканей и органов пациента. Рентген-оборудование находит применение в различных сферах, чем обусловлена широкая классификация подобной техники.

Оборудование для рентгенологического исследования подразделяется на:

- рентгенодиагностическую систему общего назначения;
- ангиографы;
- палатные рентгеновские аппараты;
- дентальные рентген-аппараты;
- ортопантографы (панорамные стоматологические рентген-аппараты);
- операционный мобильный рентген (С-дуга);
- рентгенологические маммографы;
- флюорографические аппараты;
- рентгеновские компьютерные томографы;
- рентгенотерапевтическое оборудование;
- рентген-аппараты для дефектоскопии;
- рентгеновскую досмотровую систему.

Подробнее стоит уделить внимание проектируемому объекту С-дуге. С-дуга — это хирургический аппарат с подвижным электронно-оптическим преобразователем, необходимым для улучшения детализации изображений. Название происходит от С-образного рычага, используемого для соединения источника рентгеновского излучения и детектора [1].

1.1.2 Особенности и сфера применения

В основном С-дуги применяются во время операционных вмешательств, где требуется большая гибкость и маневренность.

Передвижные цифровые рентгеновские аппараты (С-дуги) обычно используются для исследований, требующих максимально точного позиционирования, таких как:

- ангиографические исследования;
- терапевтические исследования;
- кардиологические исследования;
- ортопедические процедуры.

Рентгенохирургический аппарат, также называемый мобильной С-дугой, содержит генератор и усилитель снимков или детектор с плоской панелью [2].

С-образный соединительный элемент позволяет перемещаться горизонтально, вертикально и вокруг поворотных осей. Это позволяет получить снимок практически под любым углом [3]. Генератор испускает лучи, которые проникают в тело пациента, а усилитель преобразует их в видимую картину, отображаемую на мониторе. Врач может проверить анатомические детали, такие как кости и положение имплантатов и инструментов в любое время [5].

1.1.3 Преимущества роботизированного комплекса

По сравнению со стационарными С-дугами (рисунок 1), роботизированный комплекс имеет ряд преимуществ:

- не требует потолочного монтажа, что экономит временные и денежные ресурсы;
- С-дуга более универсальна для помещений;
- экономия полезного пространства (при отсутствии необходимости в аппарате, он удаляется от операционного стола [6]).



Рисунок 1– Ares MR Cardio (стационарная С-дуга)

1.1.4 Информационный и патентный поиск. Анализ аналогов

Патентный поиск. В результате поиска в сети интернет, в частности, на таких ресурсах как patentscore и fips были найдены следующие патенты:

- Патент на рентгенографическую установку RU0002612058, который описывает общий принцип работы [7];
- Американский патент 1US20150023475 - APPARATUS AND METHOD FOR MOBILE X-RAY IMAGING (УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ) (рисунок 2.) Данный патент 2013 года описывает полное устройство с-дуги [8].

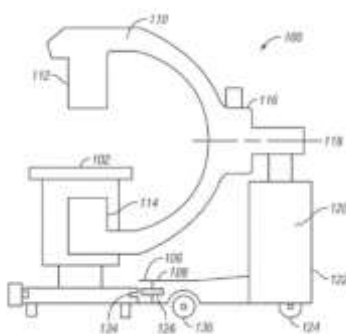


Рисунок 2– Патент устройства С-дуги

Анализ аналогов. Основным аналогом является С-дуга от general electric discovery RT (рисунок 3). Это подвижный рентгеновский аппарат, полноценная система, которая управляется несколькими пультами [9]. Данные системы в своей основе различаются техническими характеристиками поэтому для общего понимания достаточно рассмотреть один аналог.



Рисунок 3– General electric discovery RT

Передвижение комплекса до стола осуществляется посредством небольшого джойстика (рисунок 4).



Рисунок 4– Передвижение комплекса до стола

Далее благодаря закрепленному на столе пульта можно изменять положение дуги и излучателя. Перемещение и вращение дуги производятся вокруг стола с пациентом по трем осям (рисунок 5). Так же есть перемещение самого излучателя – изменение расстояния до приемника.



Рисунок 5– Перемещение С-дуги

Так как перемещение производится во время операций в зоне повышенной ответственности, нежелательные нажатия недопустимы.

Использование джойстиков осуществляется только за счет нажатия на них, что является командой разрешения (рисунок 6).



Рисунок 6– Пульт управление Discovery RT

Также были рассмотрены пульта управления от Neusoft (рисунок 7). Важно понимать, что управление системой в проекте решается иным способом и количество джойстиков, кнопок и других элементов управления не будет совпадать с аналогами. В качестве преимуществ, которые можно использовать в разработке пульта можно отметить:

- выпуклые, кнопки с диодом, для большего удобства так как во время проведения хирургических вмешательств, оборудование покрывается операционной пленкой;
- удобный для пользователя угол наклона корпуса (10-15°);
- крепление корпуса на край кровати;
- вывод кнопки экстренной остановки на торце корпуса и со специальными ребрами от случайного нажатия.



Рисунок 7– Пульт С-дуги Neusoft

1.2 Портрет пользователя. Сценарии использования

Портрет пользователя. Потенциальными пользователями являются молодые и взрослые люди старше 18 лет. Во время операционного вмешательства оборудование пользуется хирургическая бригада (операционная

бригада) — это группа медицинского персонала, создаваемая в лечебном учреждении для проведения хирургических операций. Как правило, состоит из оперирующего и ассистирующих хирургов, анестезиолога и операционной медицинской сестры [10]. Во время данной процедуры пользоваться прибором будут хирурги и ассистенты. Также при проведениях различного рода рентгенологических исследований среди пользователей аппарата есть группы людей разных возрастных категорий и разного пола.

Сценарии взаимодействия. Если рассматривать сценарии взаимодействия, то можно отметить, что специфика эргономики в медицинском оборудовании заключается в большем количестве участников и видов сценариев взаимодействия с ним. Весь медицинский персонал (хирурги, ассистенты) взаимодействуют с элементами управления и всем оборудованием в целом, они перемещаются вокруг оборудования, подключают его и при всех манипуляциях не должно складываться ситуаций, когда медперсонал будет цепляться или запинаться об элементы оборудования. Но все же конкретного взаимодействия с корпусом дуги практически нет. В большей степени они взаимодействуют с пультом управления. Он должен иметь удобные ручки джойстиков, большие кнопки, так как перед операцией пульт покрывается пленкой, а медработник находится в перчатках, все это препятствует легкому нажатию, поэтому необходимо подбирать подходящие комплектующие. Иконки должны быть понятными и читабельными. Для эргономического анализа аппарата необходимо составить сценарий взаимодействия медицинского работника с оборудованием и пациентом [11].

В данный сценарий не включена подготовка операционной перед проведением операции. В общих чертах можно описать его следующим образом: сначала производится обработка помещения, проверка оборудования и подготовка инструментов, затем оборудование покрывается стерильными пленками [12]. Если рассматривать непосредственно сценарий взаимодействия с оборудованием, то оно выглядит следующим образом.

1. Медицинский сотрудник перемещает аппарат с места хранения в операционной непосредственно к операционному столу, при помощи маленького ручного джойстика, расположенный на задней стенке, роботизированной С-дуги.

2. Далее производится настройка положения стола пультом управления находящийся на самом столе.

3. Далее благодаря подвижной части дуги производится корректировка угла обзора при помощи другого пульта управления, закрепленный рядом с пультом управления столом. Благодаря этому пульту также дуга может перемещаться вокруг операционного стола для настройки ракурса изображения необходимого для хирурга.

4. Во время работы хирург или ассистент может регулировать и изменять положение дуги, изменять расстояние детектора до излучателя для того, чтобы получить более четкую картинку.

5. Далее по окончании операции или исследовательской процедуры медработник останавливает работу излучателя и может либо вручную направить дугу в место хранения, либо нажать на кнопку начального положения, и роботизированная С-дуга сама отъедет по заданным ранее координатам.

Также данное оборудование в том числе используется для лечения аритмии путем проведения эндоваскулярных операции, в процессе которого пациент находится в сознании. необходимо чтобы внешний вид оборудования внушал, спокойствие и выглядел современно. Потому что с точки зрения пациента, роль восприятие им оборудования наиболее важный критерий. Непосредственного тактильного контакта между оборудованием и пациентом не будет, в данном случае здесь играет большую роль когнитивная эргономика. Медицинские исследования и тем более операционные манипуляции — это личная и очень психологически сложная история. Человеку более комфортно, когда он видит, что при исследовании применяются современное оборудование оценить, он может только внешне поэтому важен эстетически приятный вид, это

позволяет психологически разгрузить себя при операциях без общего наркоза. А также поднять имидж самой клиники [13].

Мед техник: как говорилось выше возможность ремонта, замены элементов, проверки - критически важные составляющие процесса поэтому для комфортной работы мед. техников должны быть созданы все условия для беспрепятственного доступа к определенным узлам конструкции [14].

В процессе анализа сценария взаимодействия работника с медицинским оборудованием были выявлены следующие эргономические критерии, которые необходимо учесть при проектировании аппарата для комфортной работы медицинского персонала.

1. Оптимальность рабочей зоны пульта управления С-дугой на столе у медицинского сотрудника [15]. (Удобное расположение элементов управления и соответствие размеров, возможность настройки высоты пульта, оптимальные размеры элементов управления, исключение случайного нажатия, понятность и читаемость иконок на пульте управления) [16].

2. Оптимальность рабочей зоны маленького пульта на задней стенке С-дуги. (удобное расположение места хранения пульта, исключение случайного нажатия) [17].

3. Возможность простого демонтажа корпуса.

1.3 Комплектация объекта (Каркас корпуса и стандартные комплектующие)

1.3.1 Пульт

В качестве вводных данных для пульта управления стали:

- 8-ми осевые джойстики в количестве 3 штук необходимые для манипуляций роботизированной системой. Они отвечают за повороты дугой по 3-м осям и перемещением всей системы;

- Также в пульте управления необходимы кнопки (экстренное отключение, нулевая позиция, кнопки для отведенные для настраиваемых

положений, поднятие/опускание детектора. Иконки увеличения/уменьшения картинки, и кнопка таймера).

1.3.2 С-дуга

Конструкция дуги представляет из себя металлический каркас, скрывающий внутри себя компоненты дуги (двигатели, аккумуляторы, к данной конструкции прикрепляется непосредственно сама дуга, на которой на разных концах закреплены детектор и излучатель) [18].

1.4 Исследования возможных технологий и материалов

Технологии изготовления очень сильно влияют на итоговый внешний вид изделия. Каждая технология имеет свои требования к модели их необходимо заранее учитывать при проектировании чтобы избежать кардинальных изменений в ходе разработки [19].

1.4.1 Корпус С-дуги

Для создания оболочки корпуса на данный момент есть три возможных варианта изготовления корпуса.

1.4.1.1 Стеклопластик

Производство корпусов из стекло композитных материалов основано на пяти этапах.

1. Моделирование в системах автоматизированного проектирования – на выходе полная 3D модель в виртуальном виде.
2. Изготовление мастер-модели с помощью дерева, пенопласта, металла с помощью фрезерования на станках ЧПУ – на выходе модель изделия в натуральную величину.

3. Формирование матрицы – обратного слепка мастер-модели. Поверхность внутри матрицы повторяет мастер-модель и позволяет формировать конечное изделие.

4. Подготовка матрицы к производству – готовый слепок полируется, удаляются неровности и происходит очистка.

5. Создание изделий – на основе готовой матрицы происходит изготовление корпусов деталей заказчика [20].

Особенность корпусов из стекловолокна состоит в формировании матрицы – модели изделия, обладающего большой прочностью для тиражирования изделий (рисунок 8). Цена изготовления корпуса с нуля включает стоимость 7-9 изделий.



Рисунок 8 – Примеры корпусов из стеклопластика

Преимущества производства из стеклокомпозитных материалов:

- Прочность металла, теплопроводность, долговечность. Индивидуальный подбор материалов, обеспечивающих необходимый уровень стойкости к температурным (огнестойкость) и химическим воздействиям;
- Реализация специальных дизайнерских решений. Форма может быть любой и в технологии ручного формования определяется мастер-моделью, в отличие от алюминия или стали, требующих дорогостоящей перенастройки оборудования;
- Низкие эксплуатационные затраты. Стойкость к воздействиям среды и исключает влияния сезонных перепадов температуры. Ремонтопригодность позволяет восстанавливать корпуса без демонтажа в месте их эксплуатации [21].

Производство из стекловолокна довольно выгодный вариант для создания малого количества габаритных изделий. Из минусов можно выделить ломкость материала при значительных нагрузках и вредное производство.

Существует несколько технологий производства стеклопластиковых изделий. Рассмотрим подходящих под поставленную задачу.

Ручное формование. В случае с изготовлением изделий единичными экземплярами наиболее распространенным методом является ручное формование. На подготовленную матрицу наносится гелькоут – материал для получения хорошей отделки на внешней части армированного материала, позволяющий также подобрать цвет для изделия. Затем в матрицу укладывается наполнитель – например, стеклоткань – и пропитывается связующим (рисунок 9). Этот метод широко используется для создания деталей корпуса автомобилей, мотоциклов и мопедов [23].



Рисунок 9 – Ручное формование

Напыление. Напыление не требует раскроя стекломатериала, но взамен нужно использование специального оборудования. Данный метод часто используется для работы с крупными объектами, такими как корпуса лодок, автотранспорт и так далее (рисунок 10). Точно так же, как и в случае с ручным формованием, сначала наносится гелькоут, затем стекломатериал [24].



Рисунок 10 – Напыление

Остальные технологии:

- автоклавное формование;
- роботизированный комплексом;
- RTM (инжекция);
- вакуумная инфузия;
- намотка;
- пултрузия;
- прямое прессование.

Данные технологии не подходят из-за своей специфики или их использование не рационально из-за малого тиража.

1.4.1.2 Вакуумная формовка

Вакуумная формовка — самый простой тип термоформования пластика, в котором для получения желаемой геометрии детали используется одна форма и применяется откачка воздуха.

Существует два основных типа форм: или позитивная (выпуклая) и или негативная, (вогнутая) (рисунок 11, 12). При использовании выпуклых форм лист пластика помещается поверх формы, чтобы воспроизвести внутренние размеры пластиковой детали. В случае вогнутых форм лист термопластика помещается внутри формы с целью точного формирования внешних размеров детали.



Рисунок 11 – Форма, характеризуется выпуклыми очертаниями



Рисунок 12 – Форма, характеризуется вогнутыми очертаниями

Пошагово процесс вакуумной формовки выглядит следующим образом.

1. Фиксация: лист пластика помещается в зажимную раму и фиксируется на месте.

2. Нагрев: пластиковый лист размягчается с помощью источника тепла, пока не достигнет соответствующей температуры формования и не станет податливым.

3. Откачка воздуха: рама с нагретым, гибким листом пластика, опускается над формой и вытягивается откачкой воздуха с другой стороны формы.

4. Охлаждение: после того, как пластик растекся вокруг/в форме, он должен остыть. При производстве крупных изделий для ускорения этого этапа производственного цикла иногда используются вентиляторы и/или холодный туман.

5. Извлечение: после охлаждения пластик извлекается из формы и снимается с рамы.

6. Окончательная обработка: готовая деталь должна быть очищена от излишков материала, а ее края могут быть обрезаны, отшлифованы или сглажены.

Преимущества и недостатки вакуумной формовки. Многие производители, проектировщики и другие специалисты делают выбор в пользу вакуумной формовки, потому что по сравнению с другими методами производства при относительно низкой стоимости она предлагает конструкционную гибкость. Среди преимуществ вакуумной формовки:

- Доступная цена. В частности, для мелкосерийного производства (250–300 единиц в год) вакуумная формовка, как правило, является более экономичной, чем другие методы производства;
- Время изготовления. Вакуумная формовка предлагает более быстрое время изготовления, чем другие традиционные методы производства, потому что оснастка может быть изготовлена быстрее [25].

Материалы для вакуумной формовки. Для вакуумной формовки применяются самые разные термопластики. Среди наиболее часто используемых пластиков:

- акрил (ПММА);
- акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС);
- поликарбонат (ПК);
- полиэтилен (ПЭ);
- полиэтилентерефталатгликоль (ПЭТГ);
- полипропилен (ПП);
- полистирол (ПС);
- поливинилхлорид (ПВХ).

1.4.1.3 Литье в силиконовую форму

Литье в силиконовые формы – технология, позволяющая получать небольшие тиражи изделий (от нескольких единиц до нескольких тысяч) методом отлива пластика в заранее подготовленные формы из силикона. Результатом становится полноценная копия нужного изделия необходимыми параметрами и характеристиками. Процесс изготовления форм и выполнения отливок в них достаточно быстрый, а цена, по сравнению с литьем в металлические формы, невысокая.

Формы изготавливают, используя жидкий двухкомпонентный силиконовый компаунд для изготовления форм на основе платинового или оловянного катализатора – удобный и надежный материал различной твердости

и эластичности, позволяющий получить надежную форму с высокой степенью детализации. Готовые формы сохраняют свои характеристики и параметры на длительный период, с одной формы обычно получают около 20 отливок изделий из пластика [26].

Мелкосерийное производство путем литья в силиконовые формы имеет определенные особенности и состоит из нескольких этапов:

1. Производство прототипа изделия. Речь идет о проектировании объемной модели на компьютере с последующей ее распечаткой на 3d-принтере или фрезеровкой на ЧПУ. (рисунок 13).

2. Подготовка мастер-модели. Иными словами, это усовершенствованный и подготовленный к производству формы для литья прототип изделия [27].



Рисунок 13 – Технология литья

3. Изготовление силиконовой формы для литья. Для производства формы или, как ее еще называют, матрицы мастер-модель помещается в опалубку – герметичную емкость из твердого материала, соответствующую габаритам изделия. Затем устанавливается система трубок (литниковую систему), предназначенных для подачи в форму жидкого пластика. После этого силикон, который предварительно прошел дегазацию в вакуумной камере, заливают в опалубку. Наконец, емкость с силиконом примерно на сутки оставляют застывать в специальной камере, и только после этого получается готовая матрица (рисунок 14).



Рисунок 14– Установка литниковой система

4. Тестовая отливка и доработка формы. Если после тестовой отливки детали, полученное изделие отличается от мастер-модели, производится доработка формы. Как правило, модернизация силиконовой матрицы не занимает много времени, и в основном заключается в усовершенствовании литниковой системы и каналов вывода воздуха из формы при заливке, на основе полученного первого образца (рисунок 15).

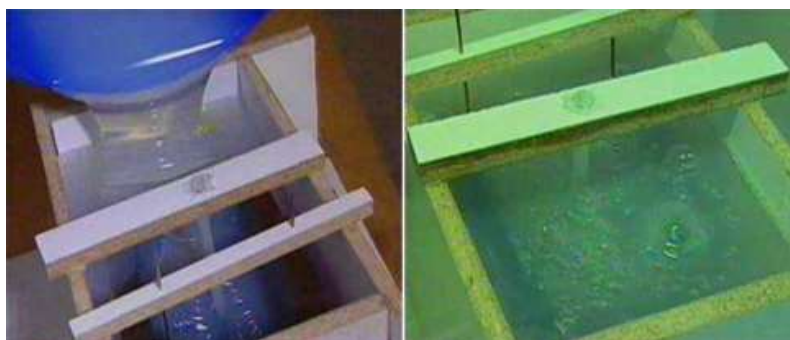


Рисунок 15– Заливка формы

5. Производство форм. После того, как заказчик одобрил полученный после тестовой отливки результат, начинается мелкосерийное производство изделий. Количество силиконовых форм зависит от численности конечных изделий из расчета, что одна матрица способна дать 20-50 единиц качественной продукции в зависимости от особенностей геометрии и материала литья.

Завершается этот алгоритм непосредственным литьем пластмассы (рисунок 16).

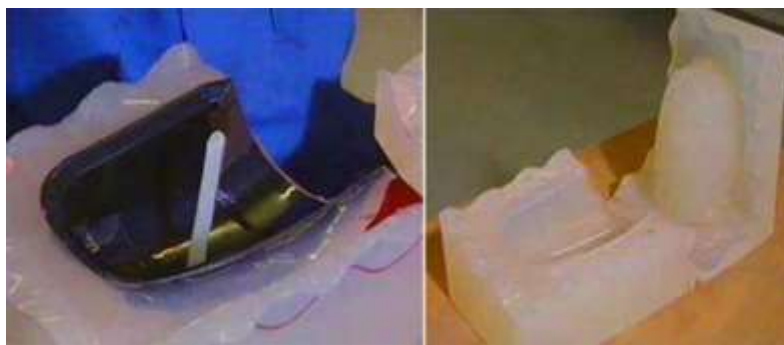


Рисунок 16– Разъём формы

Преимущества. Сильные стороны эластичных форм по сравнению с пресс-формами не заканчиваются на их дешевизне и быстром изготовлении, о чем было сказано в самом начале:

1. Силиконовые матрицы универсальны, поскольку способны работать с любым видом пластмасс.
2. Силиконовые емкости безопасны. Они не горят, являются химически инертными и устойчивыми к УФ-излучению.
3. Такие формы просты в использовании. Изделие отделяется от матрицы легко, а поскольку форма имеет высокую гибкость, то и внутреннее напряжение детали снижается [28].

1.4 3D-печать

Аддитивное производство обеспечивает практически безграничную свободу действий. При изготовлении корпусов на 3D-принтере можно предусмотреть защелки, резьбовые соединения и гибкие шарниры. Благодаря продуманным функциональным возможностям корпус станет более универсальным.

3D-печать обеспечивает гибкость проектирования, недостижимую при литье под давлением. Действительно, внести изменения в конструкцию готовой пресс-формы практически невозможно. Если требуется изменить проект, придется начинать все с начала. С 3D-печатью все иначе: нужно всего лишь внести изменения в 3D-файл. Возможность быстро корректировать рабочие процессы повышает адаптивность производства без лишних затрат. Благодаря

3D-файлам не нужно беспокоиться о сроке службы конструкции корпуса или иной детали. Изменения можно вносить в любой момент, как только это понадобится [29].

Виды 3D-печати: CJP, DLP, FDM, LCD, SLA, SLS.

Преимущества 3D-печати корпусов и элементов для приборов:

- ускорение разработки: на печать пластикового корпуса 20x20x15 см потребуется 6-7 часов;
- дешевле на 70-90% чем традиционные методы;
- любая геометрия, сложные составные конструкции;
- высокая прочность и точность построения;
- простота тестирования изделий и внесения изменений;
- созданные на 3D-принтере детали могут быть использованы вместе с элементами, произведенными традиционными методами;
- напечатанные детали могут быть использованы как в качестве

готовых изделий, так и в качестве тестовых прототипов или образцов для литья.

1.4.2 Выводы по технологиям изготовления С-дуги

Для разработки корпуса С-дуги из пластиковых или композитных материалов подходят все технологии, выбор пути изготовления лежит в поиске завода-изготовителя, какой будет их ценовая политика, возможности и насколько качественные материалы они будут использовать. Для создания путем отливки в силиконовые формы потребуется мастер-модель (первоначальная идеальная модель, с которой будет взят слепок). Мастер возможно будет изготавливаться путем фрезеровки цельного куска пластика, а не 3D-печать, что накладывает примерно те же ограничения что и в создании матриц для вакуумной формовки. Например, отсутствие отрицательных углов для изъятия заготовки из матрицы соответствует с невозможностью прохождения большинства фрез для снятия внутренней части из фрезерованного пластика. В конечном итоге для того, чтобы не ошибиться и не переделывать модель

полностью для каждого типа технологии можно подстроится под общие принципы всех вышеописанных технологии [30].

1.4.3 Выводы по технологиям изготовления пульта управления.

Пульт используется в суровых технологических условиях. В процессе проведения операций хирурги и ассистирующий персонал находятся в защитных жилетах со свинцовыми пластинами их вес может варьироваться от 4 до 10 и более килограмм. Кроме этого, не исключены удары корпуса, поэтому использование пластика для изготовления пульта не лучший выбор. Изготовление пульта стоит основывать на дюралюминии и нержавеющей стали так как они не подвержены коррозии. Использовать металлообрабатывающие технологии: обработка на фрезеровочном, токарном и сверлильном, гибочном станках [31].

1.5 Формирование критериев проектирования

1.5.1 Технологические требования

Удобство разборки, транспортировки, монтажа и ремонта изделия.

Транспортировка изделия будет проводиться в собранном состоянии, т. е. оболочка изделия не подразумевает ее монтаж непосредственно на месте. Ремонт и обслуживание одна из самых важных составляющих, он проводится местными медицинскими техниками, поэтому должен быть легкий и быстрый доступ к элементам подверженным наибольшему износу и наиболее хрупким, или нуждающиеся в ручной калибровке.

Крепление корпуса к каркасу предпочтительно через болтовое соединение при помощи резьбовых заклепок. Крепление пластика к пластику через клипсы (Такое крепление использовать для более точечного доступа к определенным наиболее востребованным для проверки узлам и платам, с целью упрощения демонтажа оболочки). Клипсы просто снимать, они дешевые, легкозаменяемые, крупные и заметные, при этом дают плотное соединение.

Снижение трудоемкости сборки. Данный пункт о сборки изделия на производстве. В данном случае данный пункт влияет в меньшей степени в силу того, что изделие малотиражное, процесс сборки не нуждается в автоматизации.

Производственные. Соответствие оборудованию и производственным возможностям завода-изготовителя. Иметь большие производственные мощности при производстве малотиражных изделий скорее экономически не выгодно, поэтому чаще всего изготовление отдельных узлов, плат и деталей отдается на завод изготовитель. В данном случае по запросу необходимо узнавать какие технологии изготовления им доступны, какое оборудование используется, какие оно имеет характеристики и в случае, если проектная часть выполняется на своем производстве необходимо полностью учитывать и закладывать в деталь способ ее изготовления [32].

Материалы. Материалы — это сложный многофакторный критерий, который тесно связан с технологией изготовления. Для разных узлов конструкции применяются различные материалы:

Так, например, для корпуса дуги будет применен пластик, так как он имеет легкий вес и добиться достаточной прочности можно, используя различные конструктивные решения.

Для корпуса пульта в свою очередь рациональнее использовать нержавеющей металл. Так как пульт должен выдерживать большие физические нагрузки в связи с особенностями его расположения в операционной [33].

1.5.2 Эксплуатационные

Износоустойчивость и долговечность. В силу того, что оборудование дорогое и с высокими эксплуатационными требованиями, стоит выстраивать высокие требования к износоустойчивости и долговечности ко всем деталям. Изготовление корпуса из устойчивого к механическим и химическим воздействиям пластика.

Соответствия целевому назначению. Корпус не должен препятствовать

прямой цели оборудования-проведения рентгеновских процедур.

Прочность и жесткость. Выбор подходящего прочного пластика с толщиной минимум 4мм. Достаточное количества мест креплений для корректного распределения веса корпуса.

1.5.3 Социальные

Безопасность эксплуатации. Любое медицинское оборудование подвержено сертификации и должно проходить эксплуатационные испытания. Помимо этого, должны проводиться следующие исследования: анализы на биосовместимость, токсичность, прочность, долговечность, износостойкость. Так тщательный подбор материалов для изготовления медицинской аппаратуры способствует нейтральному взаимодействию с кожей, тканями, физиологическими жидкостями человеческого организма, исключает возникновение аллергии и других форм проявления биологической несовместимости. Полный состав требований к медицинскому оборудованию прописан в «Техническом регламенте «О безопасности медицинских изделий».

В данном случае с С-дугой, Оборудование должно иметь степень влагозащищённости Х4, что подразумевает отсутствие защиты от пыли, но степень защиты от попадания внутрь влаги под давлением с различных углов полива. Должны использоваться не токсичные материалы. Прямого контакта человека с оболочкой корпуса нет, поэтому в данном случае многие виды пластика подходят. Так же должно быть предусмотрено экранирование (создание прослойки защищающего от электромагнитного излучения), необходимое для стабильной работы оборудования.

Удобство эксплуатации. Специфика эргономики в медицинском оборудовании заключается в большем количестве участников и видов сценариев взаимодействия с ним. Весь медицинский персонал (хирурги, ассистенты, анестезиологи) взаимодействуют с элементами управления и всем оборудованием в целом, они перемещаются вокруг оборудования, подключают

его и при всех манипуляциях не должно складываться ситуаций, когда медперсонал будет цепляться или запинаться об элементы оборудования. Но все же конкретного взаимодействия с корпусом дуги практически нет. В большей степени они взаимодействуют с пультом управления. Он должен иметь удобные ручки джойстиков, большие кнопки и читабельные иконки.

Медицинский техник: как говорилось выше возможность ремонта, замены элементов, проверки - критически важные составляющие процесса поэтому для комфортной работы медтехников должны быть созданы все условия для беспрепятственного доступа к определенным узлам конструкции.

Условия эксплуатации. С - дуга так же используется при операциях. Данная процедура сопровождается дополнительными ужесточенными условиями. Во время операций, движения медработников сфокусированы над выполнением поставленных задач, поэтому о корпус дуги будут ударяться различные предметы: стойки, столы и другое дополнительное оборудование. Поэтому оборудование должно выдерживать удары. Иметь защиту ip x4 [34], для должной обработки оборудования, а сам пульт выдерживать высокое давление.

1.5.4 Экономические

Себестоимость изготовления изделия. Само по себе производство медицинского оборудования довольно дорогостоящие. В силу того, что используются высокотехнологичное оборудование и комплектующие, а также используется высококвалифицированный труд и при всем этом оборудование новое и сложное, поставить на поток его производство довольно трудно, поэтому часто такое оборудование имеет малый тираж, что также сказывается на себестоимости [35].

Особенность в проектировании данных систем является в его уникальности, постоянном усовершенствовании. Хотя такие системы и проходят по стандартным требованиям, но они в своем роде являются единичным товаром, так как большое затрачиваемое время на производство приводит к

усовершенствованию в рамках каждой системы. В таком случае сложно прогнозировать будущие изменения, сложно поставить такое производство на поток и использовать технологии для массового производства в данном случае не будет рациональным решением. Технологии изготовления единичных экземпляров дорогостоящее, но часто единственный подходящий метод [36].

1.6 Выводы по первой главе (постановка задач)

В данной главе были изучена специфика особенности и сфера применения разрабатываемого оборудования. Был проанализированы вводные данные, сценарии взаимодействия с оборудованием и проведен обзор аналогов. Были изучены возможные и рациональные технологии изготовления и в последствии разработаны критерии для проектирования. После данного комплексного изучения есть необходимость в конкретизации задач на проектирование.

1.6.1 Корпус пульта

1. Подобрать комплектующие, недостающие кнопки и уплотнители.
2. Необходимо сделать корпус пульта с максимально возможной плотной компоновкой, но так чтобы джойстики входящие в корпус не повредили компоненты на плате при их использовании.
3. Учесть технологии и реализуемость изготовления. В зависимости от выбранной технологии необходимо учесть радиусы скруглений при гибки листового металла, а также для фрезерованных материалов учитывать возможности станков и фрез.
4. Разработать иконки для управления дугой.
5. Создать крепление пульта на стол.
6. Сделать пульт под небольшим наклоном для более удобного использования.
7. Корпус должен иметь уровень защиты IPX4.

1.7.2 Корпус С-дуги

1. Разработать корпус С-дуги отвечающего общим требованиям доступных технологий изготовления.
2. Создать эстетичный внешний вид.
3. Использовать минимальную толщину материала в 4 мм подходящий под условия эксплуатации.
4. Предложить способы крепления корпуса на каркас дуги.
5. Оставить доступ к определенным узлам дуги для удобного обслуживания на месте.

2 Проектно-художественная часть

Дизайн-проектирование, это деятельность, которая в своем развитии, опирается на аналитическую форму исследования особенностей развития сложных искусственных систем, исторического осмысления их формообразующих факторов и художественно-образного преобразования их в «материальный» дизайн-продукт [37].

2.1 Методы проектирования

Существует множество подходов и методов в дизайне, которые используются на разных этапах проектирования. В данной работе были выделены следующие применяемые методы:

Системный подход. Дизайн, как очень обширный, многогранный вид деятельности строиться на основе не только интуиции, но и системе знаний целых наук. Все эти аспекты (а их огромное множество), благодаря которым рождается дизайнерский продукт, требуют системы, определенного порядка, выстроенности и логичности [38].

Системный подход упрощает, ускоряет процесс проектирования, сводит к минимуму возможность ошибок, т.к. все систематические методы логически выстроены и имеют возможность контроля. Именно для этого на ранних этапах был произведен анализ всех возможных технологий изготовления и различных требований для постановки задач на проектирование.

Комбинаторный метод. Метод формообразования в дизайне, основанный на поиске, исследовании и применении закономерностей вариантного изменения пространственных, конструктивных, функциональных и графических структур, а также на способах проектирования объектов дизайна из типизированных элементов. Данный метод используется для поиска формообразования, а также для перекомпоновки внутренних элементов с целью найти наиболее удобное и компактное расположение [39].

Мозговой штурм. Метод заключается в следующем: все участники мозгового штурма свободно предлагают способы решения задачи, при этом никто не может критиковать чужую идею, а, наоборот, поощряется одобрять насколько это возможно, воодушевлять других на генерацию максимального количества идей, независимо от их абсурдности. Данный метод также использовался на консультациях с конструктором и инженерами для поиска различных технических решений и понимания возможностей изменения формы объекта.

Соматографический. Метод схематического изображения человеческого тела в технической или иной документации. Важнейшую роль в осуществлении соматографических исследований играют эргономические антропометрические признаки для выбора оптимальных соотношений между пропорциями человеческой фигуры и формой, размерами машины. Данный метод использовался для оценки проектного решения [40].

2.2 Поиск концепции

Пульт. Общая концепция пульта заключалась в компоновке 3 джойстиков управления и различных кнопок (рисунок 17). Пульт должен был крепиться к штанге на операционном столе. Ручки и кнопки должны соответствовать эргономическим размерам человека.



Рисунок 17– Первые эскизы корпуса

С-дуга. Общая концепция состояла в том, чтобы создать пластиковый или металлический корпус, который бы скрыл внутренние элементы. Для создания целостного образа в большей степени использовались пластичные плавные

формы, которые скрывали угловатые черты каркаса. Так как данная роботизированная дуга подвижна и управляется с пульта управления то вполне уместно было бы использовать более динамичные формы [41].

Первоначальный поиск концепции начался с чернового 3D-моделирования так как это позволяет с большей точностью сохранять пропорции и быстро наращивать массу (рисунок 18, 19). В данной программе были простыми некоторые операции по созданию моделей, но для последующего производства оценки технических характеристик необходимо было использовать инструменты поверхностного и твердотельного моделирования [42].

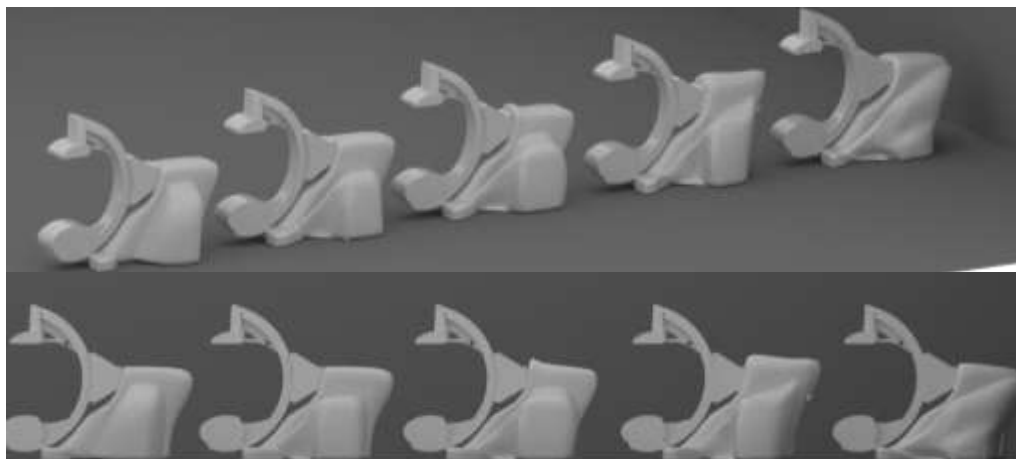


Рисунок 18– Первые эскизы С-дуги

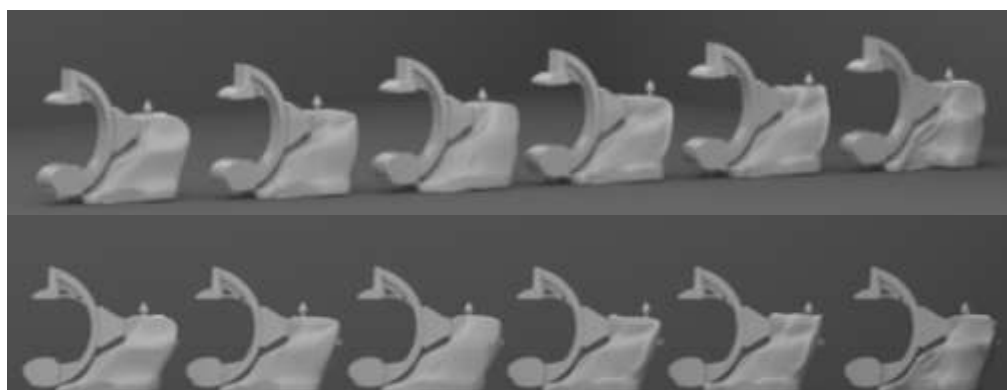


Рисунок 19– Первые эскизы С-дуги

2.3 Проектирование пульта управления

2.3.1 Поиск комплектующих

Кнопки. Исходя из условий эксплуатации и эргономики кнопки должны быть:

- механическими;
- крупными и выступающими для легкого нажатия и нанесения на них рисунка;
- желательно со встроенным диодом (белого и желтого свечения), чтобы не выводить его отдельно;
- с приятным внешним видом;
- с влагозащитной.

Дополнительной сложностью при их поиске состояла в малом заказе. Так как производство оборудования достаточно малосерийное примерно 3-4 единицы в год, то нет необходимости в приобретении большого количества кнопок. Многие магазины не занимаются поставкой такого малого числа единиц, а производство кнопок на заказ несоизмеримо дороже. В итоге поиска подходящих кнопок, было выделено два направления (рисунок 20):

- металлические со светодиодом с не выступающим колпачком и лучшей влагозащитой;
- пластиковые, со светодиодом, крупные и выступающие.



Рисунок 20– Варианты кнопок

Гофра. Для герметизации джойстиков необходимо было найти гофру. Существуют гофры для джойстиков, но они все имеют только черную окраску для данного пульта в приоритете было использование белых и серых тонов чтобы иконки хорошо читались на общем виде.

Из светлых вариантов были найдены уплотнители для тросов (рисунок 21).



Рисунок 21– Уплотнители для тросов

Было решено на данном этапе использовать их, отрезав широкую, лишнюю часть. В частности, была взята третья гофра, она имела большой диаметр, что сказывалось на том, чтобы уменьшить иконки. Срезать еще одно колено не представляло возможности так как, а таком случае джойстик не двигался. То, как выглядит собранная гофра с джойстиком продемонстрирована на черновом макете (рисунок 22).



Рисунок 22– Черновой макет

Также был вариант создания собственных уплотнителей при литье в полиуретан, но полученные данным способом гофры имели бы маленькую износостойкость по сравнению с уже имеющимися. В связи с тем, что при производстве стандартных уплотнительных гофр используют литье в

металлические пресс формы под давлением. При таком способе гофры имеют более плотную и износостойкую структуру.

Иконки. Иконки должны показывать траекторию движения С-дуги, излучателя и системы в целом. Также необходимы были иконки зуммирования картинки на экране. Иконки настраиваемых позиций (0,1,2,3).

В основе иконок лежит изометрическое изображение С-дуги со стрелками, показывающие траекторию движения (рисунок 23).

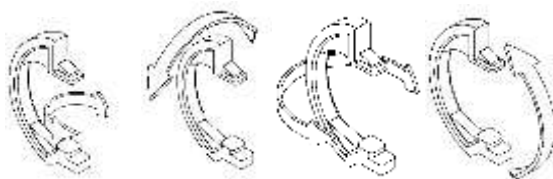


Рисунок 23 – Первые иконки вращения С-дуги

Также необходимы были кнопки таймера и возврата системы в нулевую систему, были предложены следующие варианты (рисунок 24, 25).



Рисунок 24 – Иконка таймера



Рисунок 25 – Иконка нулевой позиции

В последствии было предложено покрасить стрелки в черный для лучшего чтения (рисунок 26).



Рисунок 26 – Иконки с черными стрелками

Также существовали стандартные символы для обозначения излучателя и лампы (рисунок 27).

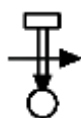


Рисунок 27 – Иконка передвижения излучателя

Иконка лампы, которая в последствии использовалась для зуммирования (рисунок 28).



Рисунок 28– Иконка лампы

Иконку нулевой позиции было решено оставить прошлую (рисунок 29).

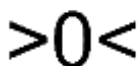


Рисунок 29– Итоговая иконка нулевой позиции

Также необходимо было сделать иконки для передвижения всей системы (рисунок 30).

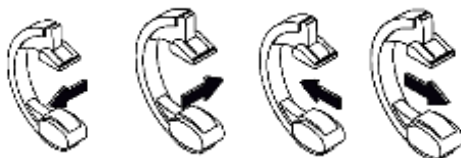


Рисунок 30– Иконки передвижения системы

Иконки зума, которые будут масштабировать получаемую картинку на экране (рисунок 31).



Рисунок 31– Иконки уменьшения/увеличения

Было предложено множество стрелок, показывающих опускание и поднятие излучателя (рисунок 32), но в итоге было решено сделать более стандартную иконку излучателя для кнопки разрешения, а само передвижения осуществлять за счет джойстика (рисунок 33).

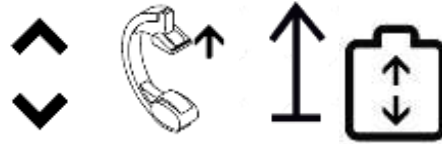


Рисунок 32– Иконки поднятия и опускания излучателя



Рисунок 33– Итоговая иконка поднятия и опускания излучателя

Иконки зуммирования приобрели следующий вид, который использовался в аналогах (рисунок 33).



Рисунок 34– Иконки уменьшения/увеличения

Было решено, оставить стандартную иконку излучателя и использовать знаки +\ - на кнопках (рисунок 34).



Рисунок 35– Итоговая иконка зуммирования

В итоге иконки передвижения системы получили следующий вид (рисунок 36, 37).

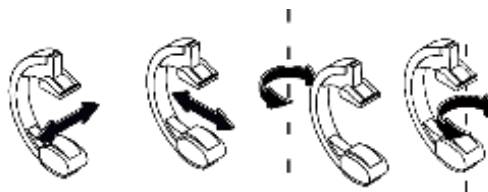
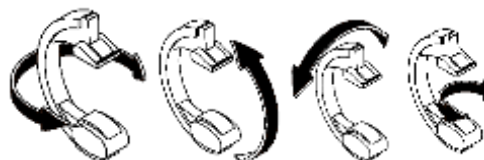


Рисунок 36– Итоговые иконки передвижения и вращения системы



2.3.2 Компоновка джойстиков

Компоновка джойстиков проходила параллельно с разработкой иконок. На начальном этапе было представлено 3 варианта компоновки. Первая компоновка пульта отличалась центральным расположением третьего джойстика и использование кнопок зуммирования большим пальцем во время управления джойстиками (рисунок 38).

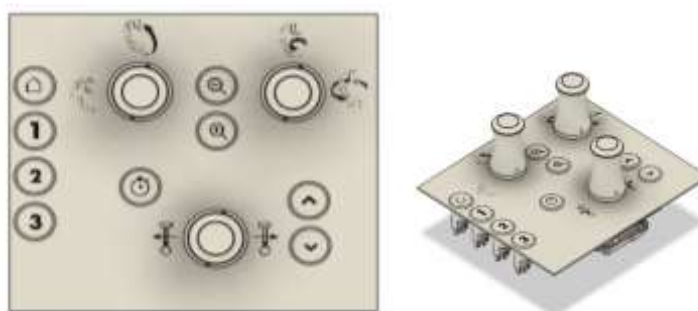


Рисунок 38– Первая компоновка элементов пульта

Вторая компоновка пульта представлен на рисунке 39. Именно данный вариант дальше дорабатывался.

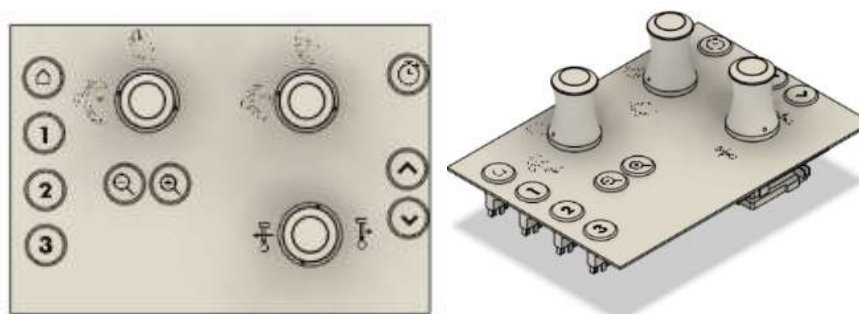


Рисунок 39– Вторая компоновка элементов пульта

Третья компоновка пульта, была предложена за счет большего экономии пространства, чтобы пульт меньше выпирал от стола, что позволило бы оператору быть ближе к пациенту и не задевать пульт при перемещении (рисунок 40).

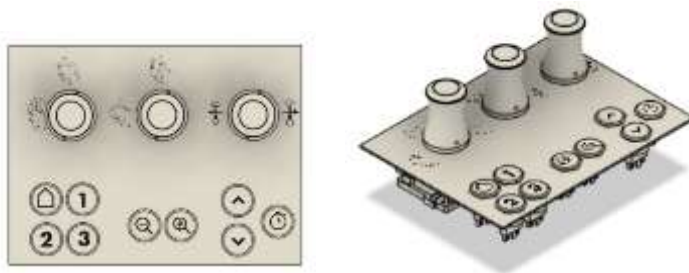


Рисунок 40– Третья компоновка элементов пульта

Из доступных технологий изготовления было в приоритете фрезерование листового алюминия 12 и 16 мм. Так же были доступны различные металлопрокат кругляки, уголки, квадраты и шестигранники.

Также связи с неровностью листа с каждой стороны будет снят дополнительный миллиметр слоя, чтобы удалить такого рода изъяны. Необходимо сделать рельсовое крепление к столу на краю корпуса. А также сделать ребра от препятствующие случайному нажатию на экстренную кнопку «STOP», которая будет располагаться на торце корпуса. Пример представлен на рисунке 41.



Рисунок 41– Ребра от случайного нажатия кнопки «STOP»

Так же необходимо спроектировать посадочные места для крепления джойстиков и платы.

2.3.4 Первая доработка вариантов корпуса

На начальной стадии проектирования не стояла задача уменьшения размеров и компактного расположения элементов. Использовались маленькие кнопки (рисунок 42) само изображение предполагалось наносить на корпус. Спроектировано рельсовое крепление.

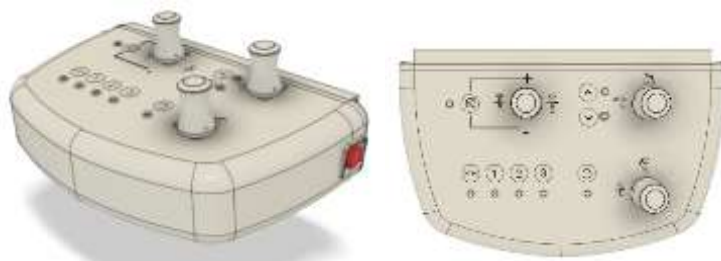


Рисунок 42 – Первый вариант корпуса

В качестве альтернативы параллельно с первым развивался второй вариант корпуса с горизонтальным расположением джойстиков. Использовались маленькие кнопки, как и в первом варианте и само изображение предполагалось наносить на корпус (рисунок 43).



Рисунок 43 – Второй вариант корпуса

Второй вариант дорабатывался, кнопки заменены на большие, пластиковые, доработаны иконки и компоновка элементов управления с соответствием с требованиями (рисунок 44).



Рисунок 44 – Итоговый вариант корпуса

Черновая визуализация для демонстрации внешнего вида корпуса в перспективе представлена на рисунке 45.



Рисунок 45– Черновой рендер

Создано рельсовое крепление оказалось недостаточно крепким и в последствии дорабатывалось (рисунок 46).



Рисунок 46– Рельсовое крепление к столу

Нижняя часть корпуса прикручивалась к верхней при помощи болтового соединения. В нижней части располагалось крепление к столу. Крепление происходит следующим образом на специальную часть операционного стола прикрепляется корпус и зажимается снизу специальным болтовым соединением (рисунок 47).



Рисунок 47– Отверстия для крепления задней крышки и корпуса к столу

2.3.5 Анализ конструкции

В ходе анализа, выяснилось, что используемые в модели большие радиусы скругления невозможно сделать путем сгибания и сварки. Наиболее приемлемые внутренний радиус скругления должен быть в два раза больше толщины листа. Более большие радиусы сложнее изготовить и точность исполнения снижается [43].

Также алюминий затруднительно сваривать. На его поверхности есть окисная плёнка, имеющая высокую температуру плавления 2050°C , а температура же плавления самого алюминия — около 660°C . Из-за чего значительная жидкотекучесть алюминия затрудняет управление сварочной ванной [44]. Так же металл обладает большой усадкой, что является причиной деформаций при остывании заготовок. Наиболее подходящий способ создания подобной формы является отливка. Но данный способ экономически не выгоден из-за малосерийности производства [45].

После анализа выявленных проблем, представлено 3 варианта корпуса.

Первый вариант, состоящий из 6 элементов наиболее простой сделан по аналогии ранее спроектированного ими пульта управления. Используются те же радиусы отверстий и скруглений (рисунок 48).

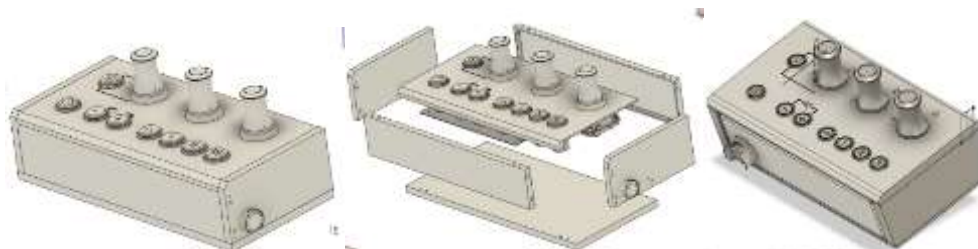


Рисунок 48– Первый вариант

Второй вариант корпуса из четырех элементов основная часть корпуса согнута из алюминия. Сечение корпуса похоже на прямоугольную трапецию, так как дно находится горизонтально полу (рисунок 49).

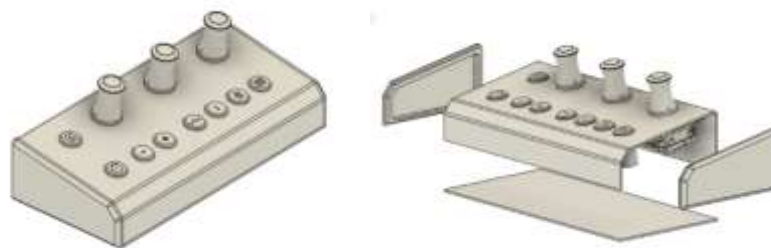


Рисунок 49– Второй вариант корпуса

Третий вариант корпуса пульта управления изготавливался бы следующим образом: фрезерование основной части корпуса с крепежными ушками, далее сгибание до итогового вида и крепление боковых частей заподлицо (рисунок 50).

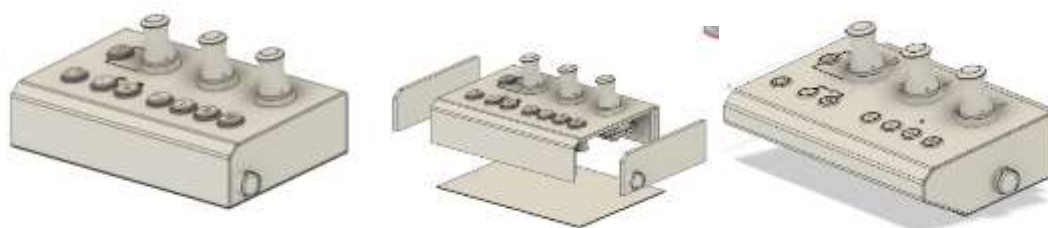


Рисунок 50– Третий вариант корпуса

Третий вариант. Рельсовое крепление было доработано и сделан разрез для показа расположения внутренних элементов (рисунок 51, 52).

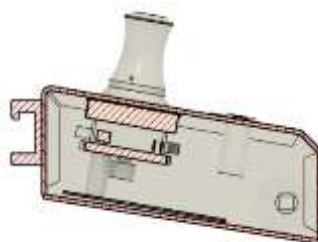


Рисунок 51– Третий вариант (вид в разрезе)



Рисунок 52– Визуализация пульта

Данный вариант не стал конечным в силу сложности гибки листа под наклоном. Кроме того, пульт получался более громоздким так что рядом стоящий пульт от стола мог бы не поместиться на штангу стола. Само крепление не дает жесткости конструкции. Требовалась перекомпоновка и пересмотр конструкции.

Один из вариантов предполагал создание каркаса пульта, на который надевается кожух из листового материала. Все варианты имели общие проблемы:

1. Корпуса состояли из множества деталей, сборка таких пультов крайне сложна, очень высок брак при таких много детальных, сложно сопряжённых конструкциях.

2. Обрабатывать данные радиусы скругления, углы не под 90° сложны для фрезерования на станке без ЧПУ.

Чтобы решить эти две проблемы необходимо спроектировать одну сложную деталь, к которой бы прикреплялись все элементы и снизу оставить место для крышки из листового металла. Использовать в данном случае станки с ЧПУ позволило бы снизить возможность брака и есть возможность регулировать положение платы по высоте если крепить ее на стойки, для того чтобы джойстики не цепляли компоненты платы. Корпус приобрел следующий вид (рисунок 53).

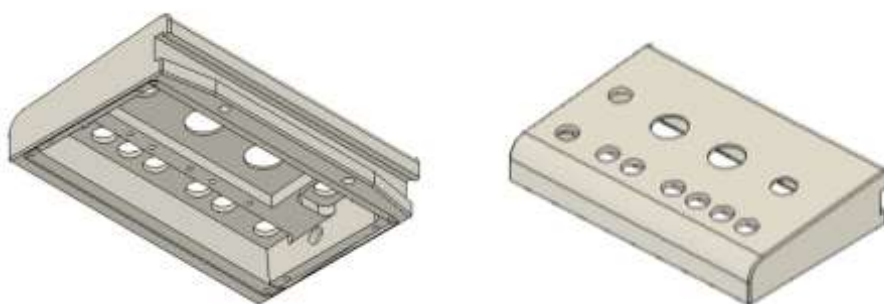


Рисунок 53– Фрезерованная деталь пульта

Корпус пульта должен располагаться рядом с пультом управления от стола. Он меньше по габаритным размерам, в нем меньше составляющих элементов и поэтому попытка сделать корпус вровень с пультом от стола не

состоялась. Но в данном случае общая система управления С-дугой и столом выглядит цельно (рисунок 54).

Изготовление пульта происходит на станке с ЧПУ вырезается из листа дюралюминия 60мм. Процесс резки происходит в несколько этапов [46].

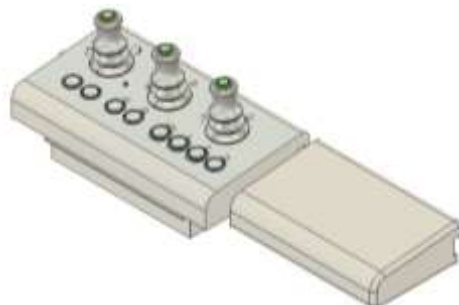


Рисунок 54 – Модель пульта по сравнению с пультом управления столом

Параллельно с этим проходил поиск формы ручки и сделан черновой макет утвержденной из всех вариантов [47]. Проектируемые ручки основаны на телах вращения для изготовления на токарном станке (рисунок 55).

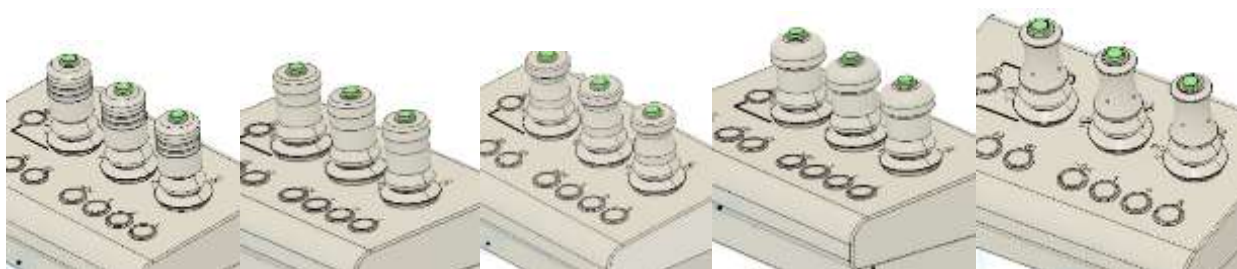


Рисунок 55– Варианты ручек изготовленных на токарном станке

2.3.6 Итоговая концепция пульта управления

Итоговая концепция пульта незначительно различалась с пультом управления. Единственное различие состояло в уменьшении габаритных размеров частности ширины пульта (расстояние от стола до ближайшей части к оператору) так как большая ширина создает наибольшее неудобство для мед персонала [48]. Итоговый вид пульта представлен на рисунке 56.



Рисунок 56– Итоговая концепция пульта управления

2.4 Проектирование С-дуги

2.4.1 Эскизирование С-дуги.

В первую очередь прорабатывалась общая концепция большого корпуса. Поиск формы включал в себя как использование различных пластичных форм, так и переход к жесткой геометрии [49]. Из достаточно большого количества эскизов, имеющих схожие формы можно выделить три следующих эскизы (рисунок 57).

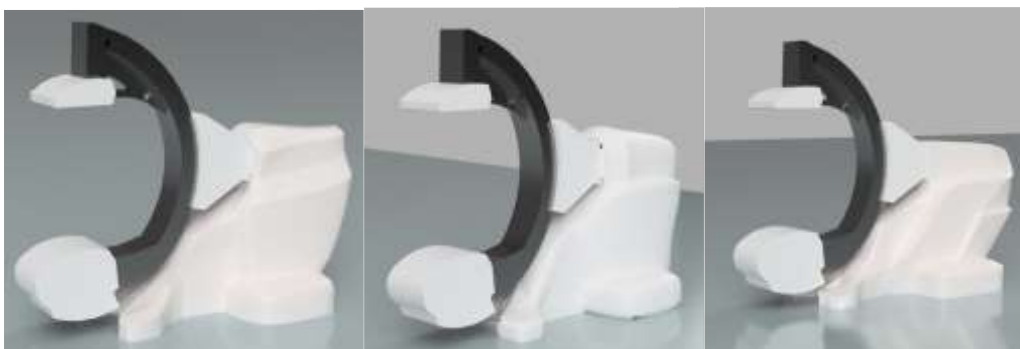


Рисунок 57– Эскизы С-дуги

Из всех эскизов дальнейшее развитие получил 1 вариант, как базовая концепция. Верхняя часть боковин была расширена, что дает больше пространства расположить внутренние компоненты (рисунок 58).

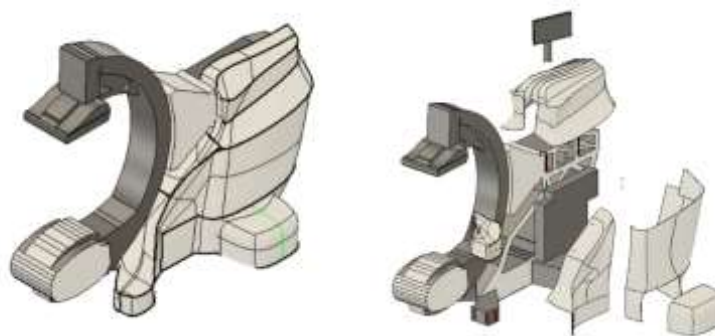


Рисунок 58– Предварительное членение компонентов

Предложено предварительное членение компонентов, предположения по креплению. Так некоторые части крепить на винты, использование металлических скоб в качестве усилений для пластика (рисунок 59) [50].



Рисунок 59– Скобы-усиления

В последствии рассмотрен вариант использования комбинированных материалов [51]. Идея заключалась в использовании металлических пластин на больших плоских площадях, для того чтобы уменьшить габариты пластиковых деталей и упрощение их изготовления. Металлические части можно вырезать на лазерном станке и согнуть в нужных местах [52]. Это менее ресурсоемкий и более дешевый вариант. Кроме того данная часть корпуса исполнена как боковая декоративная крышка, после снятия которой есть удобный доступ до внутренних элементов (рисунок 60, 61).

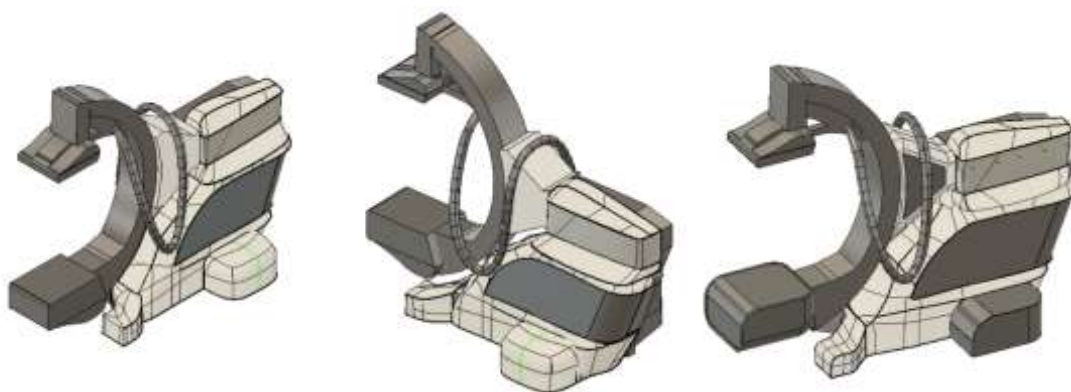


Рисунок 60– Вариант с металлической гнутой боковой крышкой



Рисунок 61 – Вариант с металлической плоской боковой крышкой

Параллельно велась работа по разработке остальных кожухов системы (рисунок 62, 63, 64).

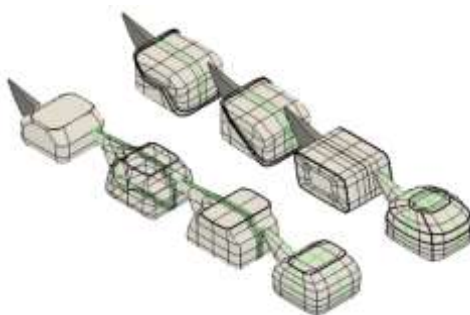


Рисунок 62 – Нижняя часть дуги (излучатель), варианты

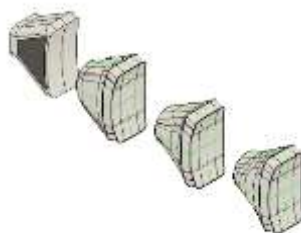


Рисунок 63 – Центральная часть дуги (привод)

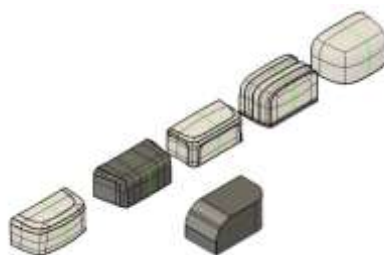


Рисунок 64– Боковые крышки колес

Данные варианты нижнего кожуха дуги основывались из текущего формообразования.

Наиболее удачные варианты были представлены на визуализации. Основные задачи при проектировании было достаточное пространство для составляющих излучателя и соответствие текущей основной форме (рисунок 65) [53].

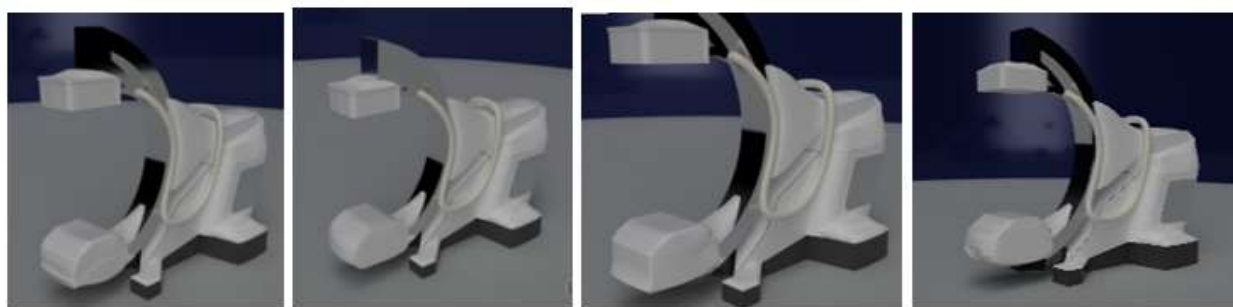


Рисунок 65– Первый вариант корпуса излучателя

Также сделано несколько эскизов верхних кожухов (рисунок 66).



Рисунок 66– Варианты кожуха детектора

Также сделаны элементы, которые скрывают верхнюю часть, но все верхние элементы в силу высоких экономических затрат следовало заменить на более простые и стандартные исходные модели (рисунок 67).

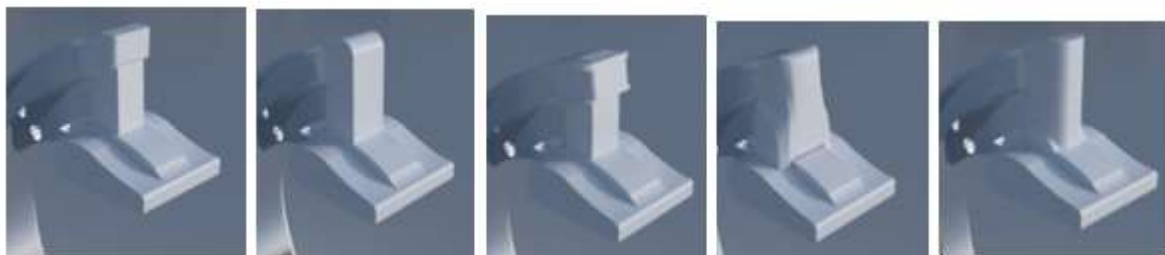


Рисунок 67– накладки на кожух детектора

На данном этапе рассматривался вариант создания накладок на боковые колеса. Такой вариант предлагал скрытие внутренних функциональных отверстий пластиковыми накладками, вместо создания полноценных боковых кожухов. Сам каркас необходимо зачистить и покрасить. Данный вариант имел преимущества в плане простоты снятия, они с меньшей вероятностью сломались из-за столкновения с другими элементами операционной комнаты (рисунок 68 69).



Рисунок 68– Накладка на большое колесо

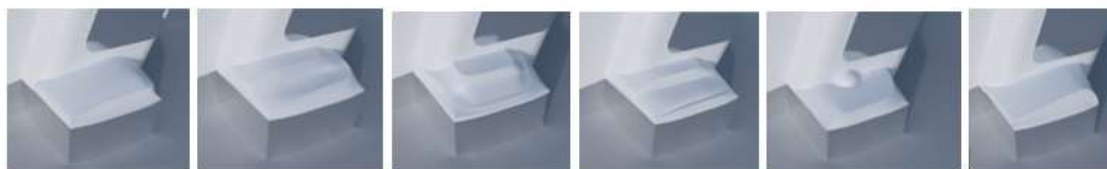


Рисунок 69– Новые варианты накладок на большое колесо

Все же данный вариант не утвержден так как имел ряд сложностей, проблема в том, что каркас уже полностью сварен и собран поэтому проведения зачистки крайне сложная задача. Изначально он предполагал создание полноценного внешнего корпуса поэтому имеет множество неровностей и не соответствие некоторых узлов так как в процессе сварки металл деформируется.

Произведена незначительная корректировка верхней части и создана модель центрального кожуха. В процессе стало известно, что из-за замены некоторых комплектующих будет увеличена ширина данной части по центру.

Поэтому рассмотрены варианты уширения данного элемента (рисунок 70).

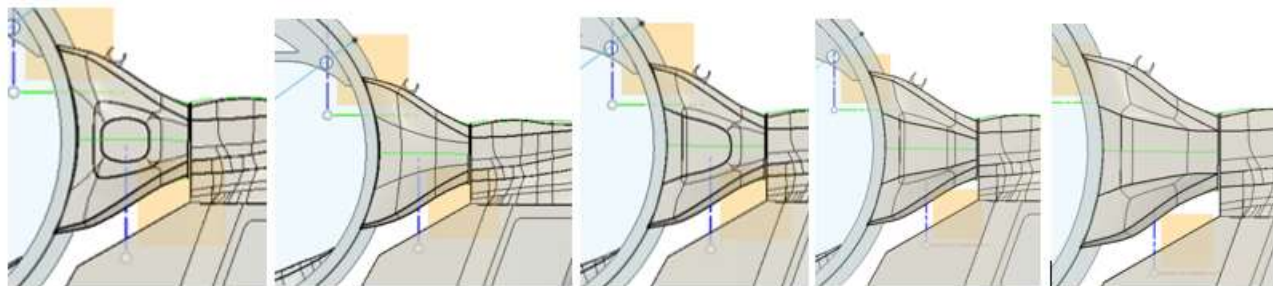


Рисунок 70– Варианты расширения корпуса привода

На данных вариантах было применено внешнее крепление гофры. Но так как часть приходящих проводов и основного корпуса должны вести в центральную часть, чтобы скрыть разрыв гофры было предложено сделать отверстие в самом кожухе. Угол вращения составляет примерно 130 градусов поэтому уход от симметричного вида никак не ограничит функционал (рисунок 71).



Рисунок 71– Вариант корпуса привода

Основной недостаток использования металлических вставок заключался в том, что листы металла довольно неровные, легко деформируются и их крайне сложно сопрягать с пластиком (рисунок 72).

Предложенные накладки на колеса не скрывали неровности и асимметрию каркаса поэтому от них пришлось отказаться. Необходим корпус, который будет иметь возможность регулировки и скрывать все стороны каркаса.



Рисунок 72– Вариант корпуса из металла и пластика

На основе уже принятых решений предложен эскиз пластикового корпуса (рисунок 73).

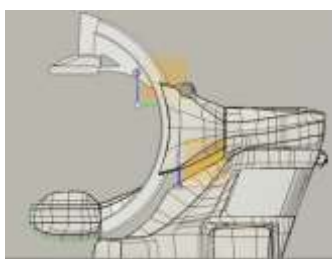


Рисунок 73– Эскиз корпуса

2.4.2 Проектирование корпуса под технологии изготовления из стеклопластика и вакуумной формовки

Так как приблизительный внешний вид уже был установлен, дальнейшая проработка была направлена уже в сторону технологий изготовления. Так метод вакуумной формовки и изготовления из стеклопластика имеют общие технические требования отсутствие отрицательных уклонов и положительные уклоны в 2-5°. В ходе анализа существующей модели были найдены слабые места, которые невозможно или крайне сложно изготовить и сочлениить.

В первую очередь пришлось отказаться от маленьких боковых панелей в силу того, что они все еще имеют большой вес, клипсы его не выдержат поэтому крепление необходимо было бы сделать на каркасе а это влечет за собой дополнительные сложности так как из-за достаточно большого расстояния сложнее будет сопоставить точки крепления а также это повлечет смещение

внутренних элементов и удорожания корпуса за счет создания дополнительных деталей.

Также подвижная часть корпуса, вращающая дугу, подверглась изменениям. Место крепления гофры заменено и стало не цельной частью корпуса, а отдельной металлической деталью, которая в дальнейшем требует доработки. Основная идеология состояла в том, что металлическая деталь даст больше жесткости и кожухи данного места можно сделать симметричными, а потом по месту сделать вырез (рисунок 74). Благодаря этому идет снижение стоимости детали, так как будет требовать лишь одну матрицу.

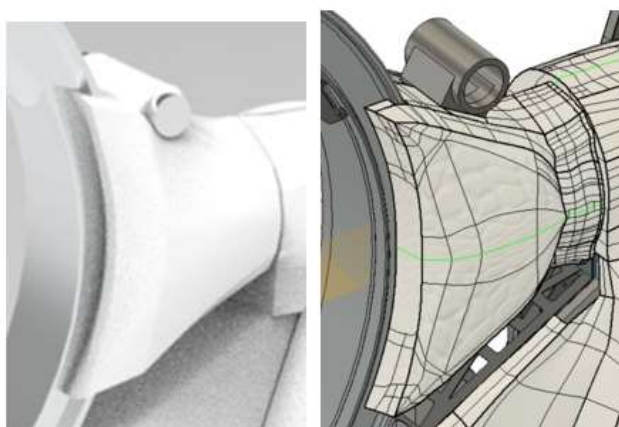


Рисунок 74– Доработанная форма вращения дуги

Отказавшись от маленьких боковых вставок, и заменена на одну большую заднюю деталь и большую боковую. Задняя крышка в таком случае ложилась поверх боковой. Сам боковой каркас следовало бы крепить к каркасу через дополнительный металлический профиль (рисунок 75).

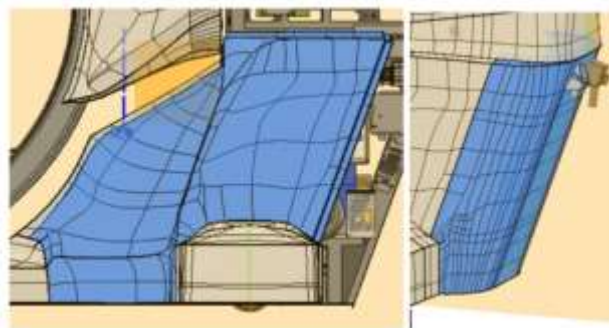


Рисунок 75– Крепление корпуса

Проблема данного решения заключалась в том, что торцы получаемой пластиковой детали в местах крепления будут проваливаться и край будет

волнообразным. Кроме того, нужно учитывать тот факт, что каркас так и пластиковый корпус имеют свои допуски и если подразумевать что задняя крышка покрывает две боковых, то невозможно будет заранее предугадать какой ширины будет корпус поэтому задняя крышка может просто не встать на свое место. Крышка под дугой имеет те же самые проблемы.

Поэтому от данной идеи пришлось уйти к увеличению боковой детали. Также чтобы приблизительно гарантировать ровную поверхность края и соответственно для лучшей стыковки пластиковых деталей решено усилить края металлическим профилем. Найдено несколько вариантов исходя из стандартных уголков.

Первый вариант с алюминиевым Н-образным профилем (25x8x25x1.5x2000) предполагал то, что боковые детали вставляются в паз и фиксируются болтами (рисунок 76).



Рисунок 76– Крепление стыка через Н-образным профилем

Другой профиль имел внутренний паз, который закрывался дополнительной накладкой. Так можно скрыть место крепления (рисунок 77).



Рисунок 77– Крепление стыка через омега-профиль

Еще одним из простых вариантов было использование U-образного и П-образного профиля, который обрамляет край и через который происходит фиксация к каркасу (рисунок 78).



Рисунок 78– Крепление стыка через П-образный профиль

Также есть возможность уменьшения ширины большой боковой детали за счет использования дополнительной металлической крышки (рисунок 79). Тогда крыло крепления не вытянуто, а почти вровень с основной плоскостью. Данное решение может значительно сэкономить стоимость детали. Так как при формовке ширина боковины будет высотой матрицы, а чем выше матрица, тем больше затрат на ее изготовления и в добавок дополнительные сложности в силу того, что чем выше деталь формовки, тем меньше ее площадь, и большое растяжение пластика приведет к его утончению.



Рисунок 79– Крепление стыка через металлическую пластину

Также рассматривался вариант использования т-образного профиля, который по своей сути является скрывающей крышкой, можно выбрать из разных материалов от металла и пластика ПВХ вплоть до резины (рисунок 80).



Рисунок 80– Крепление стыка через Т-образный профиль

Профиль скрепляет пластиковые детали к каркасу и т-образный профиль скрывает места крепления. Для пластика предлагалось использовать впаиваемые закладные крепежи (рисунок 81).



Рисунок 81– Закладной крепеж

Задняя часть выглядела следующим образом. Боковая пластиковая деталь вставляется торцевой частью в паз h-образного профиля и крепится к каркасу. Благодаря форме профиля можно закрепить поверх заднюю крышку под один уровень (рисунок 82).

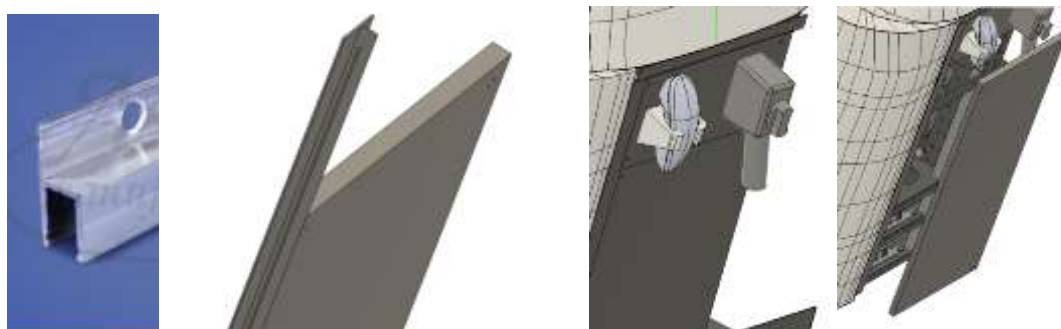


Рисунок 82– Крепление задней крышки

Для крепления нижнего кожуха предлагалось использовать угловой профиль, который крепится к большой боковой детали, зажимаясь установочными винтами изнутри, а кожух колес в последствии вставляется в паз (рисунок 83).

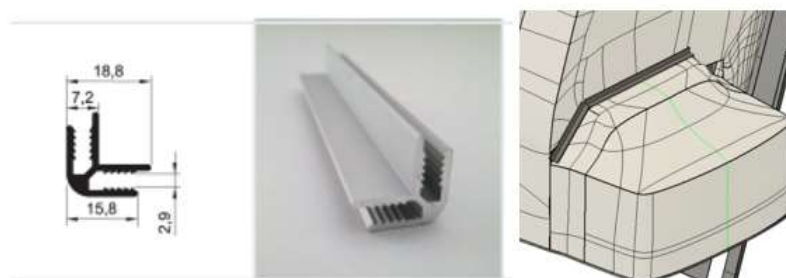


Рисунок 83– Крепление стыка через угловой профиль

Снизу по контуру можно было бы пустить окантовочный профиль, который мог бы послужить дополнительной фиксацией (рисунок 84).



Рисунок 84– Использование окантовочного профиля

Крепление корпуса излучателя было основано также через П(и)-образный и h-образный профиля накладывающиеся один на другой (рисунок 85).

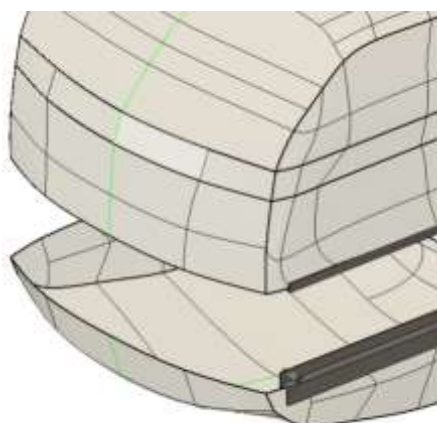


Рисунок 85– Крепление излучателя

Также в случае возникновения сложностей с гибкой профиля предложено несколько доработок форм в сторону геометризации края и создания более четких углов под 90 и 45 градусов (рисунок 86).



Рисунок 86– Варианты стыка крепления излучателя

2.4.3 Изготовление корпуса 3D-печатью и литья в силиконовые формы

Как было описано выше проектирование под изготовление вакуумной формовкой и корпуса из стеклопластика влечет за собой множество нерешенных задач:

- требует множество ручных доработок;
- имеет меньшую точность;
- дополнительные детали портят внешний вид.

Чтобы избежать данных факторов можно подготовить модель под 3D-печать. Технические требования к данной модели практически минимальны и позволяют создать абсолютно любые формы, больше возможностей к созданию аккуратных и скрытых элементов крепления.

В результате моделирования под данную технологию удалось добиться более плавных форм (рисунок 87). Также использовались исключительно инструменты поверхностного и твердотельного моделирования, что позволило добиться более четких размеров. В результате отсутствия ограничений изготовления стыки можно изготовить, более аккуратно не используя дополнительные металлические профили для гарантии размеров. В следствии этого изменилась форма кожуха излучателя и добавлена вентиляция. Она расположена на задней части боковой стенки. Проектировалось она с площадью, соответствующей характеристикам охлаждения. С внутренней части в вентиляции вплавляется в пластик металлическая сетка для предотвращения попадания крупного мусора и случайного попадания пальцев рук.



Рисунок 87– модель под 3D-печать

2.4.4 Эргономика

Промышленным дизайнерам при проектировании медицинского оборудования необходимо учитывать антропометрические характеристики человека для безопасного и оптимизированного взаимодействия человека с прибором [54]. Проведения различных исследовательских процедур и операций от медицинских работников требуется максимальная концентрация на протяжении долгого времени. Перед ними стоят тяжелые и ответственные задачи и промышленным дизайнерам при проектировании необходимо оптимизировать работу медперсонала.

При разработке медицинского оборудования главную роль играет полноценный и обязательный учет эргономических требований. Все медицинские приборы и аппараты должны соответствовать антропометрическим и физиологическим возможностям человека [55].

Эргономические требования к медицинскому оборудованию определяются психологическими, физиологическими, антропометрическими и биомеханическими характеристиками человека и устанавливаются в целях оптимизации его деятельности. Эргономические требования к качеству оборудования представляются в виде конкретных цифровых выражений, означающих, как правило, ограничения параметров конструкции прибора.

В процессе эргономического анализа взаимодействия с роботизированной С-дугой будет рассмотрен медицинский персонал во время проведения операций или проведения исследований.

Согласно усредненным данным высота стоячего рабочего места для проведения точных работ должна варьироваться в пределах 95-120 см, а легкие работы в пределах 85-110 см. Элементы управления предпочтительно должны находиться в зоне постоянной работы (рисунок 88) [56].

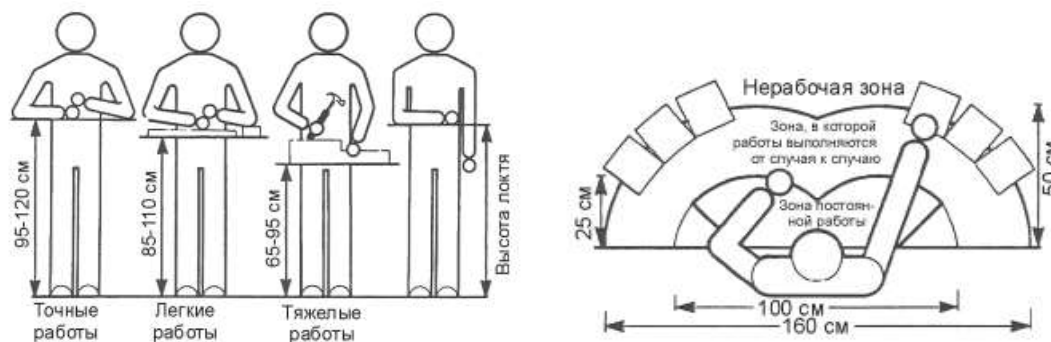


Рисунок 88– Эргономические требования для стоячего рабочего места

В данной работе для проведения исследований взаимодействия различных групп людей с оборудованием было решено использовать возможности 3D-анализа, так как данный метод позволяет проанализировать непосредственно 3D-модель разрабатываемого оборудования с моделями повторяющие пропорции и размеры человека.

Важность и возможности 3D-анализа эргономики:

- обеспечение точных антропометрических пропорций человека;
- предоставление рекомендаций по расположению элементов управления и дисплее;
- наглядное предоставление решений для оценки и презентации;
- обеспечение оптимального положения человека сидя или стоя, определение особых требований к регулировке доступа элементов управления в диапазоне от 5-го женского до 95-го перцентиля мужского пола;
- повышение вероятности создания успешного качественного инженерного продукта с меньшими затратами на разработку.

Для эргономического анализа было решено сделать 3D-модели согласно размерам 5 женского перцентиля и 95 мужского.

Была сделана женская 3D-модель с ростом 154 см, и мужская с ростом 185 см. Так как простого масштабирования недостаточно чтобы сохранить пропорции из таблицы перцентилей модели были соответственно отредактированы чтобы размеры размахов рук, ширина корпуса и другие положения совпадали (рисунок 89, 90).

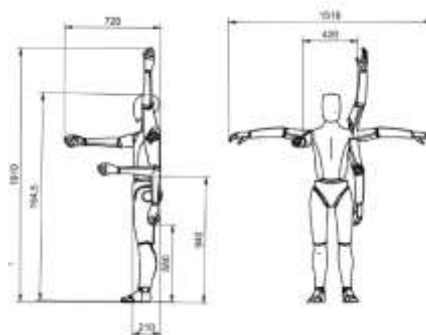


Рисунок 89– Размеры 5-ый женский перцентиль

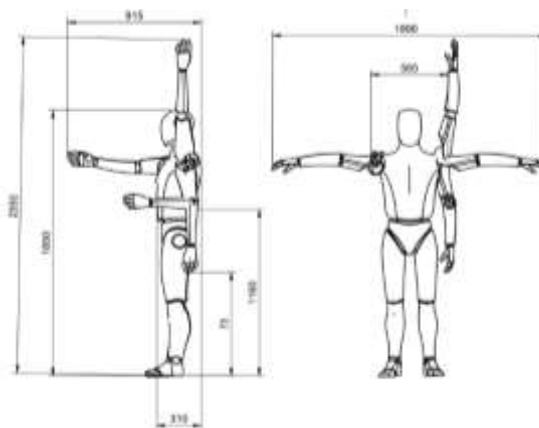


Рисунок 90– Размеры 95-го мужского перцентеля

Для анализа взаимодействия использована планировка операционной. В которую включено необходимое оборудование и проведен анализ взаимодействия (приложение В).

Использованная планировка повторяет реальную операционную комнату. Также в спецификации можно просмотреть компоненты данной комнаты. Единственное различие в том, что по плану там находилось другое рентген оборудование, а именно О-дуга вместо С-дуги. На последующих визуализациях и соматографии расположено именно С-дуга.

Используя инструменты 3D-графики, были установлены модели рядом с необходимым оборудованием. Конкретно на данных визуализациях можно увидеть взаимодействие с 5 женским перцентилем. Визуализация была необходима для демонстрации взаимодействия не только с пультами управления проектируемого объекта, но также возможность взаимодействия со стандартным оборудованием - штативом монитора, который можно регулировать по высоте и на котором транслируется картинка с рентген оборудования (рисунок 91).

Комната оборудована всем необходимым оборудованием для проведения оперативных вмешательств.



Рисунок 91– Взаимодействие с монитором и с пультом управления на столе

На рисунке 92 более отчетливо можно разглядеть то, что человеку с низким ростом также удобно перемещать и настраивать монитор. Данный штатив с несколькими степенями свободы позволяет хирургу настроить положение, которое удобно ему во время проведения операций. Также можно отметить, что само потолочное крепление позволяет экономить пространство в операционной и исключает возможности спотыкания об стойки или напольные штативы если бы они использовались вместо потолочной. Напольные штативы также используются, они необходимы для хирурга и для ассистирующих хирургов, чтобы считывать остальные показатели и следить за ходом операции.



Рисунок 92– Взаимодействие с монитором

Взаимодействие, а именно взятие джойстика с задней панели дуги можно проанализировать на рисунке 93.



Рисунок 93– Взаимодействие с креплением пульта управления

2.4.5 Соматография

Для получения более точных сведений о взаимодействии была создана соматография. На рисунке представлено взаимодействие 95 мужского перцентиля с оборудованием. Так как пульт управления крепится к подвижному столу чья максимальная высота 1070 мм то пульт соответственно, может быть, на максимальной высоте 1070 мм (рисунок 94).

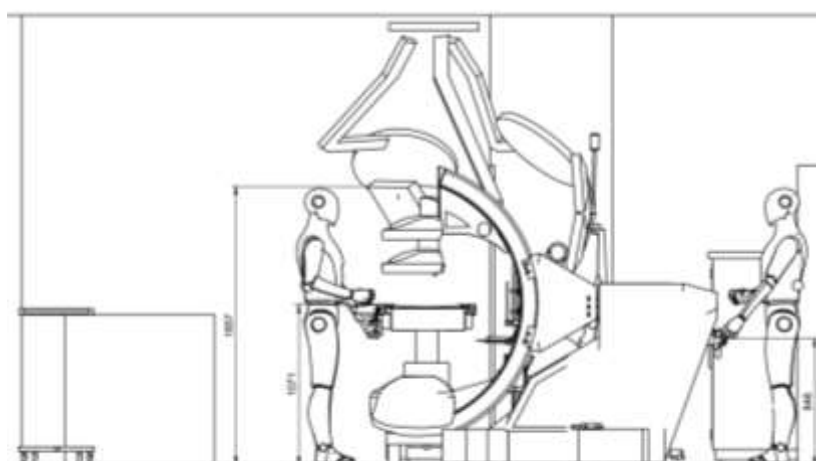


Рисунок 94– Соматография. 95 мужской перцентиль

Расположение пульта на самой С-дуге все еще находится в радиусе доступности руки так как нижняя точка пальцев у 95 мужского перцентиля составляет 730 мм, а пульт управления располагается на высоте 850 мм.

Анализируя вид сверху также видно, что органы управления настольным пультом от С-дуги и пультом управления столом находятся в зоне ближайшей досягаемости (рисунок 95, 96).

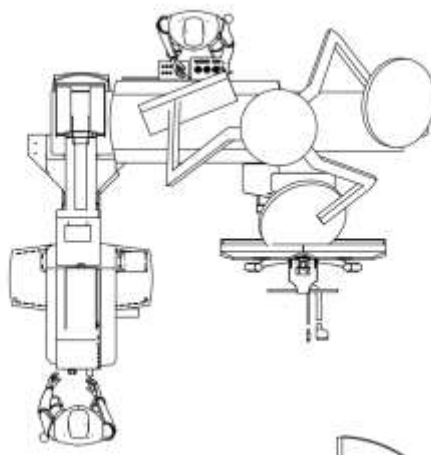


Рисунок 95– Соматография. 95 мужской перцентиль. Вид сверху

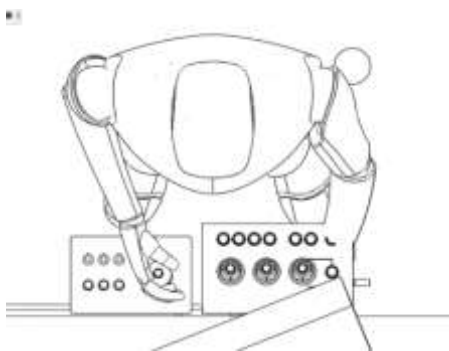


Рисунок 96– Соматография. 95 мужской перцентиль взаимодействие с пультом управления.

При анализе женского перцентилья уровень стола был выставлен по минимальной высоте 770 мм. При соотнесении видно, что пульт находится в удобном для использования положении, а также пульт управления на задней стенке дуги тоже приемлем для данной группы людей. Пульт на задней стенке расположен наиболее удобно для женщин пятого перцентилья и людей среднего роста, так как человеку абсолютно не нужно никуда тянуться все находится на удобной высоте. Также в том же самом месте, но правее находится разъем питания, который по необходимости нужно будет разъединять и это также не составит никаких сложностей. Также на рисунке показано положения детектора (верхняя часть дуги). Изменять положения детектора необходимо для того,

чтобы настроить четкую картинку. Сверху расположен держатель для двух ламп и монитора. Монитор может находиться в любом положении и вращаться на 360 градусов вокруг двух направляющих ножек (рисунок 97).

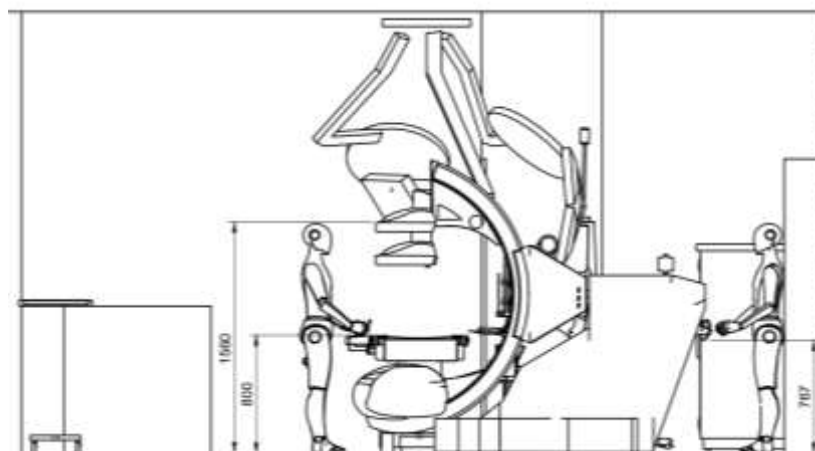


Рисунок 97– Соматография. 5 женский перцентиль

На виде сверху также видно, что элементы управления в зоне досягаемости (рисунок 98).

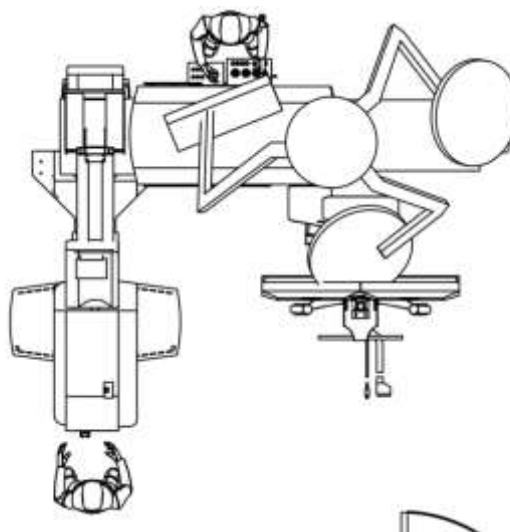


Рисунок 98– Соматография. 5 женский перцентиль. вид сверху

Человек может управлять сразу несколькими джойстиками. Оперативно менять направление движения дуги или стола (рисунок 99).

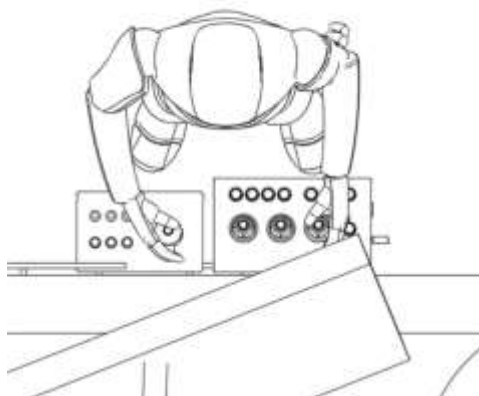


Рисунок 99– Соматография. 5 женский перцентиль. взаимодействие с пультом

2.4.6 Проработка конструкции

После анализа различных технологий изготовления и создания моделей соответствующих возможностям данных технологий по сумме факторов наиболее выгодной технологией в данных условиях является 3D-печать. Большие промышленные принтеры позволяют распечатать прототип изделия и в последствии использовать для изготовления корпусов при помощи литых в силиконовые формы.

Проработка конструкции корпуса началась с кожуха излучателя (рисунок 100). Наибольшая сложность заключалась в отсутствии мест крепления на данной части дуги. Имелось только два отверстия по бокам к которым можно закрепить поэтому предложенный вариант дополнительных деталей из листового металла необходим для организации дополнительных мест крепления. Верхняя часть кожуха крепится листу металла на саморезы или также возможно

использования закладных деталей. Затем нижняя деталь крепится к металлической части.

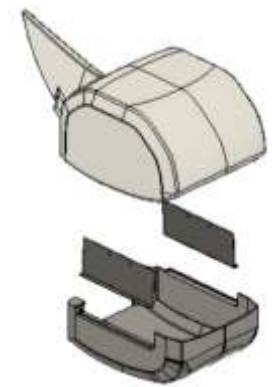


Рисунок 100– Конструкция кожуха излучателя

Далее прорабатывался кожух вращения дуги (рисунок 101). Использовались дополнительные металлические детали для зажима гофры с проводами. Часть проводов должны уходить внутрь поэтому внутри имеется отверстие. После закрепления гофры надеваются боковые детали и крепятся на 4 винта через стойки и сверху чтобы скрыть металлическую часть накрывается крышкой. Которая крепится к металлическому держателю гофры через винтовое соединение.

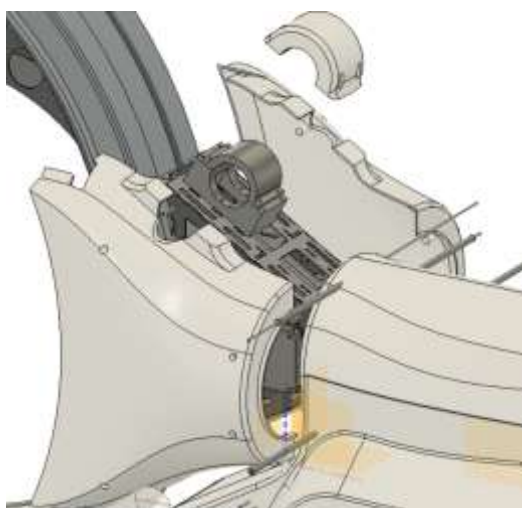


Рисунок 101– Конструкция кожуха вращения дуги

Далее подверглись изменениям членение деталей. Так для выбранной технологии изготовления было произведено упрощения конструкции с

уменьшением количества деталей. Кожух передних колес стал единой деталью (рисунок 102). Такой вариант имеет смысл по нескольким причинам:

- сокращается количество деталей;
- боковые корпуса стали менее вытянутыми, а значит и упрощен принцип разборки и возможной поломки в результате разборки, когда часть дуги не закреплена и всем весом тянет на оставшиеся места крепления;
- передние колеса находятся под операционным столом и данное решение снижает опасность попадания жидкостей.

Под данным кожухом нет особо важных для обслуживания элементов поэтому здесь не обаятелен быстрый съем корпуса.

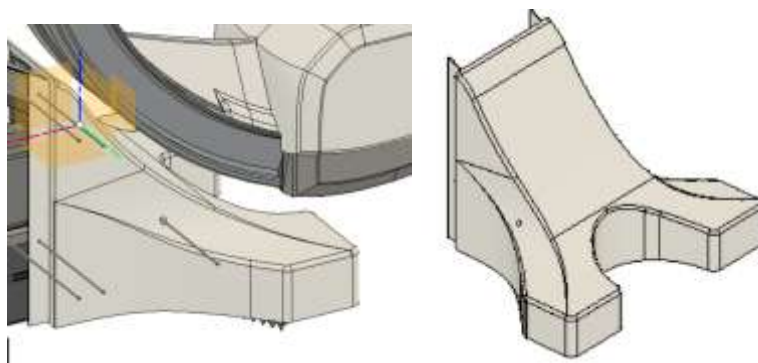


Рисунок 102– Кожух передних колес

При проработке конструкции боковой части наибольшая сложность заключалась в креплении гофры с проводами. Представленное крепление на рисунке 103 подразумевает крепление нижней части к каркасу дуги и зажима сверху в качестве фиксатора.

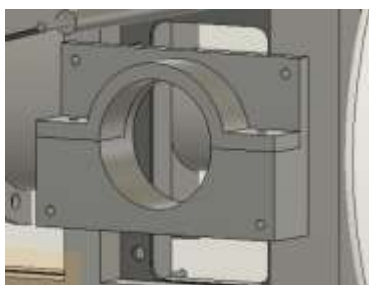


Рисунок 103– Крепление гофры

В следствии того, что закреплять крайне проблематично надеть кожух на уже закрепленную часть невозможно. Решение данной проблемы было в членении правой боковины на еще одну деталь. В данном случае съем правой

боковины никак не зависят от закрепления гофры чем обеспечиваться лучший доступ к внутренним элементам (рисунок 104).

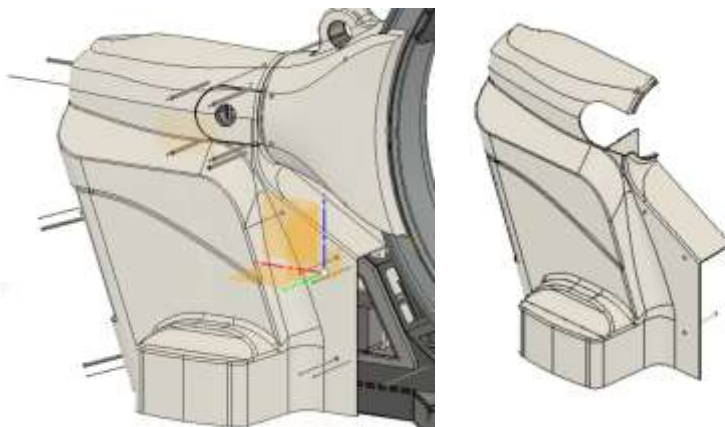


Рисунок 104– Боковая часть корпуса

Крышка держателя гофры имеет скрытое крепление, показанное цилиндрическими элементами (рисунок 105).

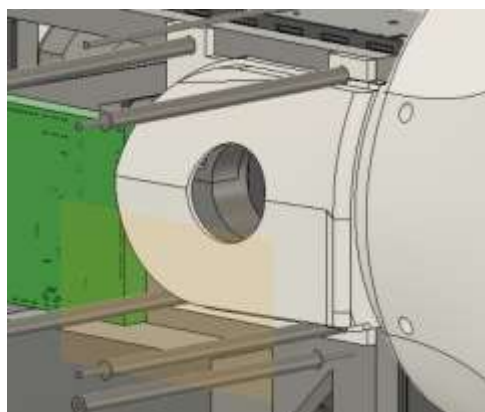


Рисунок 105– Крышка крепления гофры

На рисунке 106 представлена задняя часть корпуса. На картинке представлено крепление джойстика управления и разъем питания. Они зафиксированы на каркасе, а боковые детали их только обрамляют. Боковины имеют скрытые крепления сзади которые скрываются задней крышкой. Ее

необходимость обосновывается наличием с задней стороны большого количества плат необходимых в обслуживании и быстром доступе.

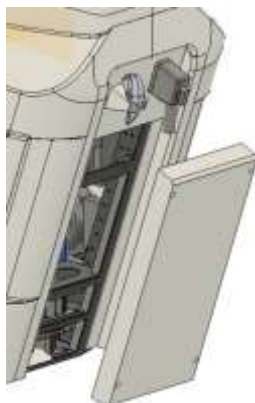


Рисунок 106– Задняя часть корпуса.

2.4.7 Итоговая концепция С-дуги

Данная конструкторское решение стало итоговым для данного проекта и на данном этапе можно оценить итоговый внешний вид С-дуги (рисунок 107).



Рисунок 107– Итоговый вид С-дуги

3 Проектно-конструкторская и презентационная часть

3.1 Разработка конструкторской документации

Создание конструкторской документации изделия пошло в той же программе. По существующим моделям были созданы чертежи проектируемых деталей пульта управления, а также сборочный чертеж и спецификация изделия для грамотной сборки и изготовления пульта. Сами детали в большей степени изготавливаются по безчертежным технологиям, в которых используются 3D-модели объектов для фрезерованных деталей и векторные форматы для раскроя деталей из листового материала. Чертежи необходимы в качестве регламентирующих документов. Данные материалы в полном объеме представлены в альбоме конструкторской документации, которая прилагается к данной ВКР и представлена в приложении А.

3.2 Разработка презентационного материала

Одним из заключительных этапов работы над проектом следует стадия оформления необходимого графического и презентационного материала. Грамотное и качественное оформление этих материалов позволит более наглядно представить концепт и идею проекта зрителю, продемонстрировать наиболее сильные стороны объекта. В рамках проекта обязательно должны быть выполнены следующие элементы: планшет, видеоролик и презентация.

3.2.1 Создание планшета

Итоговый планшет для дипломной работы распечатан на двух подрамниках вертикальной ориентации формата А0 с размером 84,1 на 118,9 сантиметров. Планшеты разрабатываются в программе растровой графики, далее печатаются в типографии и наносятся на листы ПВХ. В данном случае размер холста для работы составляет двойной размер А0 – 1682 мм на 2378 мм, так как нужно разработать два планшета вертикальной ориентации формата А0.

Цветовой профиль в работе СМУК, так как такая цветовая модель наиболее близко передает цвета при печати за счет того, что максимально имитирует смешение красок на бумаге.

Планшет должен содержать следующую информацию об проектируемом объекте:

- художественное название изделия;
- описание;
- 3D-модель и различные ракурсы объекта для наглядной демонстрации;
- чертежи с габаритными и эксплуатационными размерами;
- эргономику – взаимодействие изделия с пользователем.

3.2.2 Создание презентации

Презентация выполнена в едином стиле с графическим оформлением презентационных планшетов. Сдержанный минималистичный стиль оформления был выбран с целью более лаконичного представления объекта. Так как проектируемым объектом является медицинское оборудование было выбрано более строгое оформление подрамников и акценты сделаны на сами визуализации объектов и взаимодействие людей с ними (Приложение Б).

3.2.3 Создание видеоролика

Для наиболее выгодного и грамотного представления общего результата работы над проектом для наглядности был выполнен видеоролик. Используя видеоролик предполагается наглядно продемонстрировать взаимодействие модели и человека. Начинать презентационный ролик логично с процесса появления объекта в кадре, который продемонстрирует зрителю особенности. Монтаж общего итогового видеоролика происходил в программе для редактирования и обработки видео. Такая программа является одним из инструментов нелинейного монтажа видео и служит как для процесса пост –

обработки видео, так и для его непосредственного монтажа. В процессе работы в данной программе все видео анимации были сведены в единое целое, в видео добавлялись необходимые эффекты, анимация текста и других графических элементов. Музыка стоит выбирать спокойную, которая не будет перебивать внимание зрителя, а сможет подчеркнуть и выделить акценты и особенности транслируемой информации.

3.3 Макетирование

Фрезеровка металла дорогостоящий процесс поэтому для проверки внешнего вида и эргономики был сделан макет. Первоначальные попытки создания макета на 3D принтере не были успешными в силу того, что площадь печати была крайне высокой, многие принтеры не термостабильны по всему периметру, поэтому в некоторых участках пластик остывал быстрее и начал отлипнуть от поверхности. Из-за чего дальнейшая печать стала невозможной (рисунок 108).



Рисунок 108– 3D-печать пульта

В следствии этого макет создавался путем послойного склеивания листов фанеры нужной толщины. Так модель пульта разрезалась на слои, созданные чертежи отправлены на резку (рисунок 109).

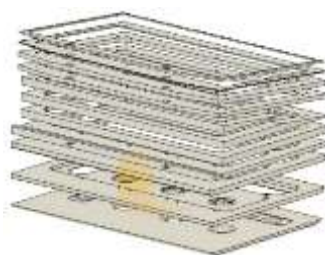


Рисунок 109– Модель для создания макета

После склеивания макет выглядел следующим образом (рисунок 110).



Рисунок 110– Склеенные слои макета

Края были скруглены и зачищены (рисунок 111).



Рисунок 111– Первичная обработка черного макета

Затем корпус был покрашен (рисунок 112).



Рисунок 112– Покраска макета

Далее была произведена сборка пульта и сделана наклейка для корпуса (рисунок 113).



Рисунок 113– Макет

Описанный ранее макет пульта управления подключен к системе и используется как временный вариант для проведения тестов (рисунок 114).



Рисунок 114– Подключенный к системе макет

4. Концепция стартап-проекта

4.1 Описание продукта как результата НИР

Продуктом данного стартапа является проектная деятельность, оказание услуг в сфере промышленного дизайна.

Промышленный дизайн медицинского рентгенологического оборудования, создание и разработка проектов, которые оптимизируют использование, стоимость и внешний вид продукции, включая выбор материалов, механизмов, формы, цвета продукции, требований безопасности, использовании и обслуживании;

Миссия предприятия:

Предоставление клиентам современных решений промышленного дизайна, создание проектов и прототипов.

Цели предприятия:

Предоставление проектных услуг в сфере промышленного дизайна.

4.2 Интеллектуальная собственность

Для защиты интеллектуальной собственности было выбрана защита путем подтверждения авторских прав на двух/трехмерное изображение. Эта защита основывается на положении авторского права по ст. 1270 п.2. п.п.1 ГК РФ: «использованием произведения считается воспроизведение произведения, то есть изготовление одного и более экземпляра произведения или его части в любой материальной форме, в том числе в форме звуко- или видеозаписи, изготовление в трех измерениях одного и более экземпляра двумерного произведения и в двух измерениях одного и более экземпляра трехмерного произведения ...» [57]. Другими словами, двумерное изображение защищает трехмерное и наоборот. Преимущества: простота, низкая трудоемкость и стоимость оформления, расширенная область правовой охраны. Недостатки: низкая информированность населения, сравнительно невысокая практика применения. Оформление прав - подтверждение авторских прав путем

добровольной регистрации: депонирование и регистрация произведения, регистрация произведений малых форм.

При заключении договора с клиентами указываем что на время разработки все наработки эскизы 3D-модели принадлежат студии после оплаты права переходят заказчику, и он может производить корпус. После этого студия может сопровождать заказчика для регистрации промышленного образца. Для защиты от копирования уже изготовленного оборудования.

4.3 Объем и емкость рынка

4.3.1 Обзор ситуации на российском рынке услуг в области промышленного дизайна

Промышленный дизайн производимого изделия, играет важнейшую роль в формировании спроса на товар, как на внутреннем, так и на внешних рынках. В РФ же внешний вид продукции разных отраслей промышленности пока не может конкурировать с западными (по дизайну и качеству) и восточными аналогами (по дизайну и цене). При этом разные предприятия в стране находятся на разном этапе понимания важности промышленного дизайна: от начала инвестирования до полного игнорирования этого направления. Основные причины отказа от промдизайна в стране – отсталые технологии на производствах, привычка отечественных производителей к внутрифирменному проектированию и скептицизм в отношении возможностей промдизайна как мощного дифференцирующего инструмента на потребительском рынке. Тем не менее рынок услуг в области промдизайна постепенно развивается. Высокие темпы роста по сравнению с традиционными отраслями (в среднем около 20% в год, по оценкам экспертов) объясняются низкой базой [58].

4.3.2 Основные факторы, влияющие на развитие промышленного дизайна в РФ

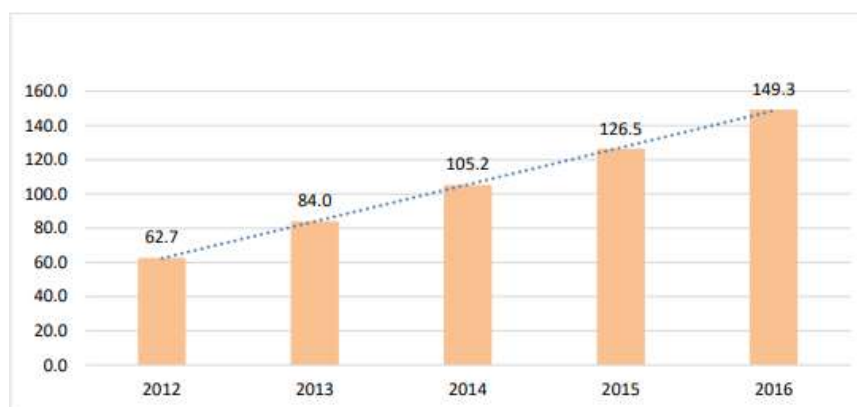
В настоящий момент спрос на услуги в области промдизайна, по оценкам участников рынка, постепенно растет, однако существует ряд барьеров, которые мешают более активному развитию направления. Так, в числе таких стоп-факторов находится скептическое отношение российских производителей к разработке эргономичного и эстетичного дизайна промышленной продукции. При этом производители, изначально ориентированные на потребительские рынки (B2C), являются более гибкими в этом отношении и начинают постепенно осознавать необходимость разработки конкурентного дизайна. Принятие и внедрение промдизайна в B2B-компаниях, не привыкших работать на розничных рынках, происходит гораздо медленнее.

Другим существенным барьером является склонность отечественных производителей к внутрифирменному проектированию. На аутсорсинг проекты передаются, в том числе и за рубеж, но это не общепринятая практика. В большинстве случаев размещение заказов в европейских, американских и даже во многих китайских студиях достаточно дорого для отечественных производителей, поэтому они стараются обращаться к российским дизайнерам. Относительная дороговизна подобных услуг за рубежом также может стать фактором роста интереса производителей к внутреннему рынку.

4.3.3 Состояние российского рынка услуг в области промдизайна

В РФ рынок услуг в области промдизайна только развивается. Официальная статистика в области промдизайна в РФ практически отсутствует (представлены только точечные данные). Согласно же данным участников российского рынка дизайн-услуг, его фактический объем в 2015 г. составлял всего 126,5 млн руб. или около 2 млн долл., а в 2016 г. – 149,3 млн руб., или также около 2 млн долл. (см. рис. 115). Это очень низкие показатели по сравнению с уровнем развитых рынков. Например, в США объем рынка промдизайна в 2015–2016 гг. составлял свыше 2,5 млрд долл., по данным аналитических агентств. В настоящий момент западные страны, по экспертным оценкам, при разработке

новых продуктов инвестируют до 5% от стоимости проекта на промдизайн (включая проекты внутрифирменного проектирования и аутсорсинга), в Китае этот показатель выше в несколько раз и составляет 17%. В РФ, по данным участников рынка, только 0,2% от затрат расходуется на промдизайн, и только 3% всех производителей фокусировались на разработке оригинального дизайна.



Источник: на основе отформатированных данных дизайнерских бюро (FormLab и др.) и Союза машиностроителей России и расчетов автора.

Рисунок 115– Динамика объема рынка услуг в области дизайна в РФ в 2012–2015 гг., млн руб.20

Что касается географических особенностей формирующегося рынка, то региональными лидерами, по оценкам экспертов, закономерно, являются Москва и Санкт-Петербург, где расположена большая часть дизайнерских компаний. Регионами второго эшелона являются крупные промышленные города – Нижний Новгород, Екатеринбург и Ижевск.

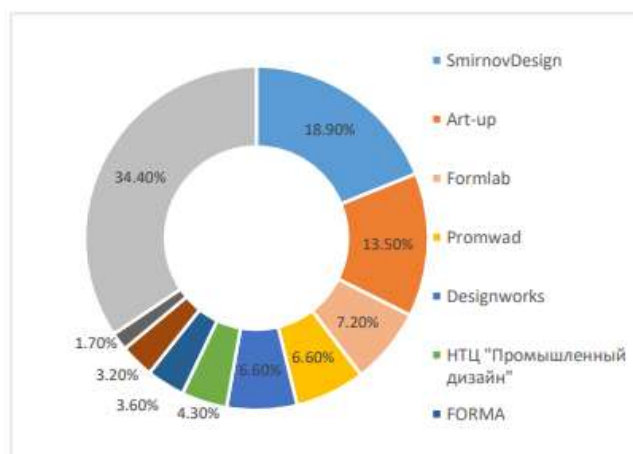
В отношении стоимости контракта на оказание услуг в области промдизайна, то эти данные являются в настоящий момент непрозрачными (здесь свою роль играют заключаемые с заказчиками договора о неразглашении информации). Однако, по экспертным оценкам, стоимость услуг может варьироваться от сотен тысяч до нескольких миллионов рублей, по другим оценкам средняя стоимость контракта не превышает 20 тыс. долл. При этом запрашиваемая российскими дизайнерами сумма в несколько раз ниже того, что получают дизайнеры за выполнение аналогичных заказов на развитых рынках, где согласно данным аналитических агентств, средняя стоимость проекта промдизайна составляет 100–200 тыс. долл. Стоит также отметить, что помимо

традиционной модели сервисного бизнеса (непосредственная оплата заказчиком услуг), на российском рынке промдизайна развивается модель соинвестирования, когда дизайнерская компания участвует в проекте производителя своими ресурсами (примерно 2-5% в зависимости от изделия и дизайнерской составляющей, согласно российской практике), а после выхода продукта на рынок получает ежегодное роялти. Однако на данный момент таких проектов единицы, производители пока опасаются нетрадиционного способа привлечения дизайнерских компаний.

4.3.4 Ключевые игроки на российском рынке услуг в области промдизайна

Появление и развитие в РФ студий промдизайна свидетельствует о том, что спрос со стороны частного сектора в области художественно-объемного проектирования в стране растет. На данный момент, согласно экспертным оценкам, в РФ уже действует свыше 300 дизайнерских бюро, осуществляющих художественно-объемное проектирование изделий. Среди наиболее известных: SmirnovDesign, «Студия Артемия Лебедева», Promwad, Formlab, FORMA, Art-up, OSTENGRUPPE Manworksdesign, Lumiknows, Aleshin Studio, DesignWorks, Industrialdesign.ru, DS.302, НТЦ «Промышленный дизайн», i-ДИЗАЙН, Конструкторское бюро 601, ЭксДизайн и др. Причем среди дизайнерских компаний есть как многопрофильные ателье промышленного дизайна (например, SmirnovDesign, FormLab), так и узкоспециализированные (например, Promwad специализируется на дизайне электроники). Распределение рыночных долей ключевых игроков представлено ниже на рисунке 116, однако в число участников аналитиками Formlab не был включен один из лидеров рынка – «Студия Артемия Лебедева». Возможная причина – сложность определения ее доли на узком рынке услуг в сфере промдизайна, так как компания практически универсальна и, помимо промдизайна, охватывает такие смежные направления, как городской дизайн, графический дизайн, дизайн среды, веб-дизайн и

архитектура. По оценкам других участников рынка «Студия Артемия Лебедева» занимает примерно 19% российского рынка промдизайна.



Источник: на основе данных FormLab и Союза Машиностроителей России.

Рисунок 116 – Структура российского рынка услуг в области промдизайна по крупнейшим игрокам, %, 2014–2015 гг.

Абсолютными лидерами формирующегося рынка, как уже говорилось, можно назвать пока только две компании: SmirnovDesign и «Студия Артемия Лебедева». Интересным моментом является то, что между собой пионеры данной российской креативной индустрии особо не конкурируют, так как оперируют в разных сегментах. Стоит сделать акцент на том, что с точки зрения развития рынка дизайн-услуг лидеры выполняют важную роль — они прокладывают дорогу более мелким игрокам, в том числе появляющимся на их ресурсах. Так бывшими сотрудниками SmirnovDesign были созданы собственные студии индустриального дизайна: Art-up, Manworksdesign, Lumiknows, objectlab. Лидеры «приучают» консервативную промышленность к пониманию необходимости промдизайна для создания современных конкурентоспособных продуктов, эстетичных, эргономичных и экономичных в производстве.

4.4.5 Анализ конкурентов в Томске

На Томск приходятся следующие фирмы, занимающиеся промышленным дизайном изделий.

«ПРО М-ДИЗАЙН»

Логотип компании ПРО М-Дизайн представлен на рисунке 117.

Рисунок 117– Логотип ПРО М-Дизайн

Адрес: Томск, пр. Развития 8, офис 499, 4 этаж.
Томск Компания ООО «Про М-Дизайн» предлагает услуги компаний по обработке различных материалов в г. Томске.

Кроме того, можно заказать разработку промышленного и других видов дизайна продукции в данной компании (рисунок 118). Предприятие находится на рынке услуг промышленного дизайна с 2017 года. Студия сотрудничает с различными производственными и IT предприятиями.



Рисунок 118– Примеры выполненных работ «ПРО М-Дизайн»
«Solid Industrial Design»

Инженеры компании «Solid Industrial Design» разрабатывают и проектируют промышленное оборудование и устройства частного пользования, начиная с 2003 года (рисунок 119) [59]. Они выполняют как масштабные проекты для компаний, так и небольшие заказы для частных лиц. Выполненные проекты охватывают широкий спектр областей применения. Инженеры компании разрабатывали технологическое, химическое и медицинское оборудование, транспортные средства, а также установки для тяжелого машиностроения. За 16 лет разработано более 150 проектов, что составляет примерно 9-10 проектов в год (рисунок 120).



Рисунок 119– Логотип Solid Industrial Design»

Изучая сайт и просмотрев проекты, в которых участвовали разные люди можно предположить, что количество сотрудников насчитывает около 10-15 человек.



Рисунок 120– Примеры работ «Solid Industrial Design»

Intec(интек)

Интэк предлагает услуги для бизнеса. Основная специализация — автоматизация производственных процессов, промышленный дизайн.

Задачи, которые ставят перед собой:

Создание высокотехнологичной аппаратуры для широкого потребителя с использованием самых новейших разработок в области электроники и технического дизайна. При разработке и проектировании нашей продукции мы гарантируем оптимальное решение для сочетания высоких технических параметров, эргономичного дизайна и интуитивно-понятного интерфейса.

Наиболее яркий пример является кольцо nimb, которое получило награду reddot award 2018 (рисунок 121) [60].



Рисунок 121 – Кольцо nimb

Dilabs (дилабс)

Еще один конкурент компания дилабс. Компания имеет более 50 разработчиков аппаратного и IT классов, позволяющих осуществлять разработку дизайна, электроники, программного обеспечения и сопровождать производство в одном месте.

Компания имеет широкий профиль. Обладаем профильным опытом в сферах индустриального инжиниринга, крупного ритейла, промышленного оборудования, потребительских продуктов, медицинских устройств и программно-аппаратных комплексов. Компания имеет несколько примеров работ в сфере медицины (рисунок 122, 123) [61].



Рисунок 122– Замораживатель плазмы крови

Медицинское оборудование для шоковой заморозки плазмы крови.



Рисунок 123 – Термоконтейнер

Медицинское оборудование для логистики плазмы крови, медицинских препаратов и органов.

Конкурентоспособность (таблица 1)

КСф – конкурентоспособность услуги фирм высчитывается по данной формуле: $КС = \sum(R \times Б)$;

Таблица 1 – Анализ конкурентоспособности предприятия

Показатели конкурентоспособности		1 Опыт работы с медицинским оборудованием уклон больше в мед. оборудования	2 Эргономичность проектов	3 Эстетика товара	4 Продвижение услуг	Сумма рангов
Ранг R		40%	20%	30%	10%	100%
Бальная оценка	Бф	9	8	6	7	
	Б Про М-Дизайн	7	4	6	4	
	Б Solid Industrial Design	5	3	4	5	
	Б Intec	5	9	8	6	
	Б Dilabs	7	9	8	7	
КС	КСф	7,7				
	КС Про М-Дизайн	5,8				
	КС Solid Industrial Design	4,3				
	Б Intec	6,8				
	Б Dilabs	7,7				

Относительно КС Про М-Дизайн конкурентоспособность фирмы больше единицы и равна 1.33 ($K_{кс}=7,7/5,8=1,33$).

Относительно КС Solid Industrial Design конкурентоспособность фирмы больше единицы и равна 1.79 ($K_{кс}=7,7/4,3=1,79$).

Относительно КС Intec конкурентоспособность фирмы больше единицы и равна 1.13 ($K_{кс}=7,7/6,8=1,13$).

Относительно КС Dilabs конкурентоспособность фирмы равна 1 ($K_{кс}=7,7/7,7=1$).

Показатели $K_{кс}$ больше единицы, из чего следует что предприятие является конкурентоспособным.

4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Сводный анализ российского рынка услуг в области промышленного дизайна Основные выводы, касающиеся имеющихся преимуществ и возможностей дальнейшего развития российской индустрии промышленного

дизайна, наряду с анализом основных угроз и слабых сторон, представлены в формате сводного (SWOT) анализа данного российского креативного сектора (таблица 2).

Таблица 2 – Сводный анализ индустрии промышленного дизайна в России

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ (Strengths)	СЛАБЫЕ СТОРОНЫ (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> Наличие в стране промышленных дизайнеров и инженеров мирового класса Формирование ассоциаций и сообществ промдизайнеров, готовых осуществлять образовательную работу и поддержку молодых кадров Наличие и развитие инфраструктурно-стимулирующих проектов, где востребованы дизайн-услуги (технопарки, зоны передового развития), возрождение ВНИИТЭ 	<ul style="list-style-type: none"> Отсутствие эффективной системы господдержки развития промдизайна Отсутствие в данный момент комплексной системы мониторинга в РФ, необходимой для полноценных количественных оценок индустрии Небольшое количество профильных компаний, оказывающих услуги в области промдизайна, сложное вхождение в рынок «новичков» Неконкурентоспособная система дизайнерского образования в РФ Отсутствие профессиональных управленцев в области дизайна (для сравнения в США очень развит дизайнменеджмент) Слабая промо-поддержка российского промышленного дизайна в стране и за рубежом
ВОЗМОЖНОСТИ (Opportunities)	УГРОЗЫ (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> Увеличение доли российских дизайн-компаний на российском рынке благодаря вводимой протекционистской политике Отказ зарубежных компаний продолжать работу с российскими производителями. Повышение качества дизайнерского образования посредством развития международных связей между профильными отечественными и зарубежными вузами (организация стажировок, мастер-классов, семинаров с участием ведущих промдизайнеров и др.) Усиление дизайн-оффшорной привлекательности РФ за счет предложения заказчикам более низких цен 	<ul style="list-style-type: none"> Высокий экспортный дизайн-барьер, который будет только расти по мере усложнения промышленной продукции. Усиление оторванности российских дизайнеров от мирового рынка, от культурного и профессионального опыта Недооценка потенциала отечественного дизайна в российской бизнес– среде и переоценка возможностей качества работы западных бюро Сжатие среднего класса в РФ – основного потребителя промдизайна. Низкий уровень потребительской культуры в целом Достаточно активная «утечка мозгов» за рубеж

На российском рынке промышленного дизайна множество квалифицированных кадров, которые уезжают за рубеж одна из причин является

отсутствие рабочих мест по специализации. Поэтому есть необходимость в создании дизайн студий чтобы сдерживать «утечку мозгов».

Кроме того, на фоне увеличения введения ограничений. Потенциально увеличится спрос на промышленный дизайн от российских студий для внутреннего рынка. Стимулирование импортозамещения отечественными производителями способствует увеличению возможностей для реализации своего продукта и повышению конкуренции на внутреннем рынке.

4.5 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

Преимущества компании:

- малый состав сотрудников, который в случае необходимости можно дополнить сотрудниками на аутсорсинге;
- специализация на медицинском рентгенологическом оборудовании;
- сопровождение при регистрации промышленного образца.

4.6 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Конечным потребителем являются операционная группа (хирурги, рентгенологи, медсестры) именно она будет взаимодействовать с конечным продуктом.

А целевым сегментом данного предприятия являются российские производители рентгенологического оборудования. Наиболее ближайший производитель техники является томская компания Биоток.

Биоток выпускает полный спектр изделий, необходимых для хирургических и рентген-эндоваскулярных вмешательств:

- комплекс электрофизиологических исследований и электроанатомического картирования Биоток Unity;

- эпикардиальный и эндокардиальный Аблатор;
- рентгеновские системы типа С-дуга и О-дуга;
- диагностический кардио стимулятор;
- эпикардиальные и эндокардиальные катетеры для аблации и диагностики;
- ЭКГ/АД Холтер.

Если рассматривать объем рынка производителей рентгеновского оборудования в России в целом можно заметить что наиболее крупные компании находятся в Москве и Санкт-Петербурге.

У 8 крупнейших производителей рентгеновского оборудования выручка перевалила за миллиард. При этом порядка половины от общего объема выручки в 2019 году генерировали московские компании (рисунок 124).



Рисунок 124 – Топ производителей аппаратуры на основе рентгеновского

Аналитики «ARG» изучили финансовые показатели более 100 российских компаний, занимающихся производством аппаратуры на основе рентгеновского, альфа-, бета-, гамма-излучений (с акцентом на медицинское оборудование): анализ показал, что на рынке лидируют московские игроки. Более четверти рассмотренных компаний (26,9%) были зарегистрированы в

Москве, а по выручке их доля была гораздо более заметной (52,0% по итогам 2019 года).

В рейтинге компаний по объему выручки за полный 2019 год игроки расположились следующим образом.

Первое место заняло АО «МТЛ» («МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ Лтд»), зарегистрированное в г. Москва, один из ведущих отечественных разработчиков и производителей инновационного медицинского оборудования для лучевой диагностики (выручка — 5 млрд. руб.).

На второй строчке разместилось ООО «С.П.Гелпик» из г. Москва (выручка – чуть менее 3 млрд. руб.).

Третью строчку заняло АО «НИПК «Электрон» из г. Санкт-Петербург, занимающееся разработкой и производством медицинского диагностического оборудования, комплексных и ИТ-решений для здравоохранения (выручка - 2 млрд. руб.).

Вывод: для ранних работ студии необходимо начинать сотрудничать с местными, томскими компаниями по производству рентген-оборудования и в последствии ориентироваться на московские и санкт-петербургские компании.

4.7 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж

Данные были приведены в таблицу 3 бизнес-модель по А.Остервальдеру и И. Пинь.

Сектор B2B: Производители медицинского рентгеновского оборудования.

Разработка дизайна корпуса, с учетом технологий изготовления рентгеновского оборудования для повышения конкурентоспособности на данном рынке.

Моделирование потребностей у потребителя:

Функциональная ценность – разработка конкурентоспособного внешнего вида оборудования помогает увереннее позиционировать свой продукт и повышать цены своего продукта.

Таблица 3 – Бизнес-модель А. Остервальдера и И. Пинь.)

Ключевые партнёры	Ключевые виды деятельности	Ценностные предложения	Взаимоотношения с клиентами	Потребительские сегменты
<ul style="list-style-type: none"> Промышленные дизайнеры-фрилансеры Конструкторы хирурги медсестры рентгенологи 	<p>Разработка дизайна, эргономики, технологичности оборудования</p> <p>Разработка эскизных вариантов 3д моделей документации</p>	<ul style="list-style-type: none"> разработка конкурентоспособного внешнего вида оборудования для заказчика в результате заказчик может продать свою цену своего оборудования повышение эргономичности оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> Поддержка коммуникации с клиентом Индивидуальная работа с клиентом Оказание услуг по сопровождению регистрации промышленного образца 	<p>Главные потребители – российские производители рентген оборудования.</p> <p>Конечными пользователями в основном являются хирурги, медсестры, рентгенологи</p>
	<p>Ключевые ресурсы</p> <ul style="list-style-type: none"> Наличие ПО Наличие 3D принтера Квалификация сотрудников 		<p>Каналы сбыта</p> <p>Собственный сайт, блог</p> <p>Личные продажи - коммерческие предложения на почту</p>	
<p>Структура издержек</p> <ul style="list-style-type: none"> Основные затраты: оплата услуг промышленных дизайнеров-фрилансеров, конструкторов с учетом амортизации техники и ПО Затраты на 3D-печать Создание и развитие интернет-магазина и услуги СММ-специалиста Периодическая оплата услуг бухгалтера и патентного поверенного Налоги 		<p>Потоки поступления доходов</p> <ul style="list-style-type: none"> Выручка от продажи проекта Оказание по сопровождению регистрации промышленного образца 		

4.8 Планируемая стоимость продукта

Себестоимость продукта в основе составляет удаленная работа самозанятых сотрудников с учетом амортизации на персональный компьютер и программное обеспечение. Связи с этим к сотрудникам выставляются требования к средней комплектации компьютера и ПО.

Рабочие дни в году 247 на 12 месяцев получается среднее количество дней в месяц 20,6. Расчет зарплаты сотрудников представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет зарплаты в день

Наименования должности	Сумма руб./мес.	Среднее количество рабочих дней в месяц	Сумма руб./день
Конструктор	70 000 руб.	21	3500
Дизайнер	60 000 руб.	21	3000
Бухгалтер	4 300 руб. (в пересчете 12800 руб. за квартал до 10 операций)		
СММ-специалист	20 000 руб.		

Для работы сотрудников были установлены требования к ПК (таблицы 5,6).

Таблица 5 – Требуемое оборудование дизайнера

Характеристики	Стоимость
Процессоры Intel® Core™ i5 7-го поколения	20 000 руб.
Монитор	10 000 руб.
Оперативная память Crucial CT8G4SFRA32A 2x8 ГБ	7000 руб.
Видеокарта GeForce GTX 1050 Ti	20 000 руб.
Корпус	3000 руб.
Кулер	1500 руб.
SSD накопитель 500 гб Crucial CT500P2SSD8	5500 руб.
Блок питания Deepcool PF500, 500 Вт	3000 руб.
Материнская плата AMD B450	4 500 руб.
Итого:	74 500 руб.

Таблица 6 – Требуемое оборудование конструктора

Характеристики	Стоимость
Процессор Intel Core i5 9600K	22 000 руб.
Монитор	10 000 руб.
Оперативная память 16Gb DDR4 2666MHz Kingston HyperX Fury (HX426C16FB/16)	5500 руб.
Видеокарта GeForce GTX 1050 Ti	20 000 руб.
Корпус	3000 руб.

Продолжение таблицы 6

SSD накопитель 240 гб Crucial CT500P2SSD8	4000 руб.
Кулер	1500 руб.
Блок питания 700W THERMALTAKE TR2 S TRS-700AH2NK	5500 руб.
Материнская плата ASUS PRIME B365M-K mATX 1151v2	4 500 руб.
Итого:	76 000 руб.

Был произведен расчет амортизации оборудования (таблица 7).

Таблица 7 – Расчет амортизации оборудования средних характеристик

Наименования должности	Сумма руб./мес.	Количество дней	Срок полезной эксплуатации 5 лет	Сумма руб./день
Компьютер конструктора	76 000 руб.	1235	5	62
Компьютер дизайнерf	74 500 руб.	1235	5	60

Также был произведен расчет амортизации программного обеспечения (таблица 8).

Таблица 8 – Расчет амортизации программного обеспечения

Наименования ПО	Годовая подписка	Количество дней	Сумма руб/день
SOLIDWORKS Professional Term License	292 560 руб.	247	1184
fusion 360	74 117руб.	247	300

В таблице 9 представлены сроки и стоимость услуг получения патента на промышленный образец.

Таблица 9 – Патентование промышленных образцов

Наименование услуги	Сроки и стоимость, руб.
Проверка патентоспособности промышленного образца	Срок проверки: 15 рабочих дней Стоимость: по запросу.
Составление и подача заявки на промышленный образец	Срок подачи заявки: 10-15 рабочих дней Стоимость: 35 000 Р

Был произведен расчет средней стоимости работы дизайнера за различные пакеты услуг (таблица 10).

Таблица 10 – средняя стоимость работы дизайнера за проект

Виды работы дизайнера	Тип контракта/время на выполнение			Цена за день 3000(ЗП)+300(ПО) +60(ПК)=3360
	минимум	стандарт	максимум	
Составление ТЗ	2	3	4	
Создание десяти эскизных вариантов, уточнение требований	4	6	10	
Проработка трех черновых моделей, уточнение требований	5	8	10	
Проработка итоговой концепции		10	15	
Черновое макетирование		2	2	
Визуализация			8	
Создание прототипа			2	
Создание видеоролика			10	
Доработки			5	
Итого цена за проект	36 960 руб.	97 440 руб.	221 760 руб.	

Таким же образом произведен расчет средней стоимости работы конструктора (таблица 11).

Таблица 11 – Средняя цена работы конструктора за проект

Виды работы конструктора	Тип контракта/время на выполнение			Цена за день 3000(ЗП)+1184(ПО) +62(ПК)=4246
	минимум	стандарт	максимум	
Составление ТЗ	2	3	4	
Подбор комплектующих	2	3	5	
Подбор технологии изготовления	2	2	2	
Проработка мест крепления	3	3	5	
Доработки		5	5	
Итоговая модель		8	10	

Продолжение таблицы 11

Создание конструкторской документации		5	8	
Доработки			5	
Итого цена за проект	38 214 руб.	123 134 руб.	186 824 руб.	

Суммируя все статьи расходов затрачиваемы на различные типы контрактов, можно получить итоговую себестоимость (таблица 12).

Таблица 12 – Затраты на проект

Затраты	Тип контракта		
	минимум	стандарт	максимум
ЗП Дизайнер	36 960 руб.	97 440 руб.	221 760 руб.
ЗП Конструктор	38 214 руб.	123 134 руб.	186 824 руб.
Услуги патентного поверенного			45 000 руб.
Итоговые затраты	75 174 руб.	220 574 руб.	453 586 руб.

4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Маркетинговый план

Следующим важным этапом является составление маркетингового плана. Он представляет из себя документ, в котором описаны стратегические планы компании, ее рыночные цели компании и методы их возможного достижения.

Для начала необходимо произвести сегментацию рынка. Сегментация рынка означает разбиение потребителей и потенциальных потребителей на конкретные группы, по потребителям, которые имеют схожие запросы, данное деление происходит при помощи следующих переменных:

Операционные переменные.

После распределения ценового рынка было принято решение использовать стратегию «дифференцированного маркетинга».

Предлагая разнообразные услуги и комплексы маркетинга, фирма сможет рассчитывать на достижение большего объема продаж и завоевывание более сильной позиции на каждом сегменте рынка по сравнению с конкурентами. Таким образом, предприятие будет стремиться сделать предложение оригинальным для каждого сегмента, что в свою очередь позволит устанавливать относительно более высокие цены.

Для каждого сегмента рынка необходимо разработать комплекс маркетинга «4P» (таблица 13).

Таблица 13 – Комплекс маркетинга «4P»

№№ п/п	Комплекс маркетинга «4P»	Содержание разделов
1.	Товар(услуга)	<p>- Услуга проектирования включает разные пакеты услуг:</p> <p>1. Минимум (Создание ТЗ и 10 эскизных вариантов, проработка трех черновых моделей, подбор комплектующих подбор технологии изготовления проработка мест крепления)</p> <p>2. Стандарт (Создание ТЗ и 10 эскизных вариантов, черновое макетирование, создание 3Д- модели, проработка трех черновых моделей, проработка итоговой концепции, подбор комплектующих подбор технологии изготовления проработка мест крепления, конструкторская документация)</p> <p>3. Максимум (Создание ТЗ и 10 эскизных вариантов, черновое макетирование, создание 3Д- модели, проработка трех черновых моделей, проработка итоговой концепции, подбор комплектующих подбор технологии изготовления проработка мест крепления, конструкторская документация, визуализация, анимационный видеоролик, создание прототипа, сопровождение при регистрации промышленного образца)</p>
2.	Цена	<p>Цена устанавливается затратным методом для каждого элемента пакета услуг: (+60%)</p> <p>Минимум ((120 000 рублей)</p> <p>Стандарт (352 000 рублей)</p> <p>Максимум (720 000 рублей)</p>
3.	Методы продвижения товара	

Продолжение таблицы 13

3.1	Личные продажи	Рекламная рассылка с коммерческих предложений заводам и предприятиям
3.2	Стимулирование сбыта	- Социальные сети; -Введения сайта, блога
3.3	Реклама	- публичные выступления -рекламные баннеры в интернет-поисковиках - Таргетированная реклама - Сайты отзывов - «Сарафанное радио»;
4.	Распределение	Прямой канал сразу с потребителем (b2b)

В таблице 14 представлена планируемая выручка на 3 года.

Таблица 14 – Выручка

Виды контрактов		год		
		1	2	3
максимум	количество	2	3	5
	Средняя цена за контракт	720 000		
	выручка	1 440 000	2 160 000	3 600 000
стандарт	количество	5	8	8
	Средняя цена за контракт	352 000		
	выручка	1 760 000	2 816 000	2 816 000
минимум	количество	10	15	20
	Средняя цена за контракт	120 000		
	выручка	1 200 000	1 800 000	2 400 000
Итого		4 400 000	6 776 000	8 816 000

В таблице 15 представлены переменные затраты на 3 года.

Таблица 15 – Переменные затраты

Виды контрактов		год		
		1	2	3
максимум	количество	2	3	5

Продолжение таблицы 15

	Средние переменные затраты на 1 контракт	453 586	453 586	453 586
	затраты	907 712	1 360 758	2 267 930
стандарт	количество	5	8	8
	Средние переменные затраты на 1 контракт	220 574	220 574	220 574
	затраты	1 102 870	1 764 592	1 764 592
минимум	количество	10	15	20
	Средние переменные затраты на 1 контракт	75 174	75 174	75 174
	затраты	751 740	1 127 610	1 503 480
Итого		2 762 322	4 252 960	5 536 002

Также были описаны постоянные ежегодные затраты (таблица 16).

Таблица 16 – Постоянные затраты

	Затраты в год
Бухгалтер	51 200
СММ-специалист	240 000
Итого	291 200

Используя данные по переменным и постоянным затратам, а также планируемой выручки можно спрогнозировать доходы на 3 года (таблица 17).

Таблица 17 – Анализ доходов

год	1	2	3
Выручка	4 400 000	6 776 000	8 816 000
Переменные затраты	2 762 322	4 252 960	5 536 002
Постоянные затраты	291 200	291 200	291 200
Доля переменных затрат от выручки	0,628	0,628	0,628
Доля постоянных затрат от выручки	0,066	0,043	0,033

Продолжение таблицы 17

Прибыль до вычета налогов	1 346 478	2 231 840	2 988 795
Налог на прибыль (20%)	269 296	446 386	597 759
Чистая прибыль	1 077 182	1 785 472	2 391 036

Вывод:

Проведенные экономические расчеты показывают, что данная модель бизнеса требует минимальные вложения на ранних этапах создания.

Высокая доля переменных затрат от выручки и низкая доля постоянных говорит о том, что данная бизнес-модель имеет высокую финансовую устойчивость, низкие операционные риски и не требует кредитования. Риски организатора данного предприятия минимальны и такой способ ведения бизнеса по предоставлению услуг в сфере промышленного дизайна перспективен.

5 Социальная ответственность

Темой данной ВКР является разработка оболочки медицинского оборудования-роботизированной С-дуги.

Объект исследования: Роботизированное рентгеновское оборудование

Область применения: применяются в различных сферах медицины: травматологии, хирургии, ортопедии, интервенционной онкологии (проведение контактной лучевой брахитерапии), сердечно-сосудистой хирургии, урологии и педиатрии

Материал: пластик, дюралюминий

Рабочая зона: помещение офисного типа. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера.

Размеры помещения: 30 м².

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер, ПО.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: сбор информации по теме, разработка критериев проектирования, создание эскизных решений, 3D- моделирование и составление конструкторской документации, подготовка презентационных материалов (макет, планшет, презентация, отчет).

В данном разделе рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности при работе с разрабатываемым объектом. Задачей раздела является оценка степени воздействия вредных факторов на человека, общество и окружающую природную среду с целью минимизации данных воздействий и защиты от них. Кроме этого, необходимо создать оптимальные условия эксплуатации, охраны окружающей среды, пожарной профилактики и техники безопасности. Также необходимо учесть время работы дизайнера за компьютером, так как некоторые стадии проектирования зависят от данного аспекта.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

Рабочее время не должно превышать 40 часов в неделю. При компоновке рабочего места следует оставлять свободный доступ к оборудованию, аптечке и огнетушителю, путь для эвакуации, доступ к осмотру оборудования. При выполнении работ в положении сидя рабочее место должно обеспечивать оптимальное положение человека. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [66]. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». В помещениях должна отсутствовать сырость и влажность. Рабочая зона должна освещаться комбинированным или общим освещением, с соблюдением регламента яркости.

Учет эргономических характеристик в отношении производственного оборудования, организации рабочих мест и трудовому процессу, а также на одного работника (для постоянных рабочих мест) вне зависимости от вида выполняемых работ, регламентируются СП 2.2.3670-20 Об утверждении санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" и должны составлять:

- не менее 15 м³ при выполнении легкой физической работы с категорией энерготрат Ia -Iб;
- не менее 25 м³ при выполнении работ средней тяжести с категорией энерготрат IIa - IIб;
- не менее 30 м³ при выполнении тяжелой работы с категорией энерготрат III [67].

В ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования тезисно приводятся основные эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя [68]:

- конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля;
- выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля;
- при проектировании организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин и мужчин;
- конструкцией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием;
- при работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук;
- очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом ($\pm 15^\circ$) от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом ($\pm 15^\circ$) от сагиттальной плоскости.

5.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения

Таблица – 18 Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте проектировщика оболочки рентгенологического оборудования

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
аномальные микроклиматические параметры воздушной среды	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	СП 52.13330.2011 "ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ"
отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2011 "ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ"
нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.	МР 2.2.9.2311-07. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.

Продолжение таблицы 18

статические перегрузки, связанные с рабочей позой	ГОСТ 12.2.032-78 "РАБОЧЕЕ МЕСТО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ СИДЯ. Общие эргономические требования"
производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов	ГОСТ 12.1.038-82* «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»
наличие электростатического поля, чрезмерно отличающегося от поля Земли	ГОСТ 12.1.002-84 «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»

5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

5.3.1 Анализ вредных производственных факторов

5.3.1.1 Повышенный уровень и другие неблагоприятные

характеристики шума

Шумом можно назвать беспорядочное сочетание звуков, которые различны по уровню и частоте. Шумовые помехи могут создавать как сами люди, так и устройства.

Если шум будет длительно воздействовать на человеческий организм происходят следующие нежелательные явления:

- снижение слуха;
- повышение кровяного давления;
- снижение внимания.

Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровня звука на рабочих местах приводятся в СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [68].

Допустимые уровни звукового давления при конструировании и проектировании, указанные в документе «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Допустимые уровни звукового давления при конструировании и проектировании

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для того, чтобы обеспечить нормальную работу необходимо нормировать уровень шума. Для того, чтобы снизить шум можно предложить следующие меры:

- 1) облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижение шума на (6-8) дБ);
- 2) экранирование рабочего места (установка перегородок, диафрагм);
- 3) установка оборудования, которые производят минимальный шум;
- 4) рациональная планировка помещения.

5.3.1.2 Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды

По многочисленным исследованиям можно выявить, что высокая температура в сочетании с высокой влажностью воздуха оказывают большое влияние на работоспособность оператора. Происходит увеличение времени реакции оператора ЭВМ, нарушение координации движений, резкое увеличение числа ошибочных действий, ухудшение состояния кожного покрова. Также, высокая температура влияет на психологические функции: происходит снижение внимания, уменьшение объема оперативной памяти, снижение способности к ассоциациям. Помещения, в которых установлены ЭВМ, должны поддерживать оптимальные микроклиматические условия в соответствии СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (пункт 29) (таблица 20) [66].

Таблица 20 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих месте проектировщика оболочки рентгенологического оборудования

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	(20,0-21,9)	(24,1-25,0)	(19,0-26,0)	(15-75)	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	(21,0-22,9)	(25,1-28,0)	(20,0-29,0)	(15-75)	0,1	0,2

При превышении нормы необходимо сокращать рабочий день сотрудников или иметь кондиционеры с системой охлаждения и вентиляции. Для поддержания микроклимата в холодное время года необходимо использовать систему центрального отопления.

5.3.1.3 Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения

Важнейшим фактором для создания оптимальных условий труда является освещение рабочего места. При работе за монитором глаза получают наибольшее напряжение, поэтому освещению следует уделять особое внимание. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации.

Величина естественного освещения должна соответствовать нормам по СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. В соответствии с установленными нормами освещенность рабочей поверхности должна быть 300-500 лк [67]. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

На рабочем месте необходимо располагать искусственный источник освещения, чтобы регулировать уровень освещенности. Для того, чтобы

избежать напряжения зрения, уровни яркости освещения должны быть примерно одинаковыми.

5.3.1.4 Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Нервно-психические перегрузки подразделяют на:

- умственное перенапряжение. При значительном напряжении, возможны изменения кровяного давления, пульса, что может привести к сердечно-сосудистым и некоторым другим заболеваниям;

- перенапряжение анализаторов;

- эмоциональные перегрузки.

Для того, чтобы снизить уровень умственного и физического напряжений необходимо предпринимать следующие меры:

- устанавливать регламентированные перерывы;

- для снижения уровня утомления глаз и перенапряжения, необходимо во время перерывов выполнять комплексы упражнений;

- следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ за компьютером, также корректировать длительность перерывов или проводить смену деятельности, не связанную с работой за компьютером.

5.3.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке

5.3.2.1 Производственные факторы, связанные с

электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов

Воздействие электрического тока на человека носит разносторонний характер. Электрический удар является самым распространенным вариантом поражения электрическим током. Основные причины поражения электрическим током на рабочем месте:

- в результате поражения изоляции;

- нерегламентированное использование электрических приборов;
- сотрудники не прошли инструктаж по правилам электробезопасности.

Предлагается обеспечить нормальный режим электроустановки, в котором напряжение прикосновения не должно превышать 2 В; значение тока, протекающего через тело человека - 0.3 мА согласно требованиям ГОСТ 12.1.038-82* «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов». Основное организационное мероприятие по обеспечению безопасности – это инструктаж и проверка знаний правил безопасности [70].

5.3.2.2 Наличие электростатического поля, чрезмерно

отличающегося от поля Земли

Свободные электрические заряды могут явиться причиной пожаров и взрывов, нарушения технологических процессов, точности показаний электрических приборов и средств автоматизации. Электризация диэлектриков трением может возникнуть при соприкосновении двух разнородных веществ из-за различия атомных и молекулярных. Основным способом предупреждения возникновения электростатического заряда является постоянный отвод статического электричества от технологического оборудования с помощью заземления. Каждую систему аппаратов и трубопроводов заземляют не менее чем в двух места. Резиновые шланги обвиваются заземленной медной проволокой с шагом 10 см. В 37 пункте СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" описаны предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности электростатического поля (ЭСП):

- при воздействии 8 ч за смену - 20 кВ/м;
- при воздействии 1 ч за смену - 60 кВ/м;
- при воздействии ЭСП более 1 часа - определяются по формуле:

$E(\text{ПДУ})=60/\sqrt{T}$, где: T - время воздействия, ч.

Влияние электростатического поля с пониженной влажностью воздуха вызывают заболевания кожного покрова лица и кистей рук. К примеру, сыпь, покраснения, зуд и шелушение [69]. Работникам необходимо сокращать время работы за компьютером, делать пятнадцатиминутные перерывы в течение полуторных часов работы, а также применять защитные экраны. В противном случае, не соблюдение этих советов может привести к повышенному уровню напряженности.

5.4 Экологическая безопасность при эксплуатации

Важным элементом экологической безопасности и социальной ответственности является проведение анализа (оценки) «жизненного цикла» продукта, который предполагает, что необходимо рассмотреть весь жизненный цикл продукта.

В качестве материала изготовления пульта управления С-дугой выбран алюминий. Алюминий принадлежит к числу наиболее экологичных металлов. Одним из преимуществ алюминия является его высокая регенерационная способность. Он легко поддается переработке и может использоваться вторично неограниченное количество раз. Производство алюминия наносит гораздо меньше вреда экологии, чем производство других металлов. Использование вторичного алюминия экономит до 95% энергии, которая необходима для выплавки первичного металла, сохраняя природные ресурсы и снижая выбросы следующих газов: CO₂, NO₂, SO₂.

В качестве основы под корпус самого корпуса С-дуго возможно использование различных видов пластика. Пластиковое загрязнение — процесс накопления продуктов из пластмасс в окружающей среде, отрицательно сказывающийся на дикой природе, среде обитания диких животных и людей. В окружающую среду попадает огромное количество пластиковых отходов.

5.4.1 Воздействие на окружающую среду

5.4.1.1 Воздействие на литосферу

Среднее время разложения пластмассовых изделий, созданных по разным технологиям, колеблется от 400 до 700 лет. Основные опасения связаны с тем, что пластмассы, попадая в землю, распадаются на мелкие частицы и могут выбрасывать в окружающую среду химические вещества, добавленные в них при производстве (хлор, различные химикаты, например токсичные или канцерогенные антивоспламенители). При попадании на полигоны пластик не представляет потенциально никакой угрозы, так как полигон — специальное инженерное сооружение, которое создается для защиты окружающей среды и здоровья человека и препятствует загрязнению в том числе почвы и подземных вод.

5.4.1.2 Воздействие на гидросферу

По данным Всемирного фонда дикой природы (WWF), от 5 до 12 млн тонн пластика оказывается в Мировом океане ежегодно. Попадая в океан, пластик распадается на миллионы мельчайших частиц, которые плавают в поверхностном слое океана на гигантских территориях. Для снижения количества пластика попадающего в мировой океан следует совершенствовать конструкции изделий с целью уменьшения количества пластика, увеличения срока службы продукта, его ремонта и повторного использования, а непригодные для использования детали из пластика отправлять на переработку.

5.4.1.3 Воздействие на атмосферу

Пластик наносит серьезный ущерб окружающей среде, начиная с его производства и заканчивая утилизацией. Заводы, выпускающие пластиковые изделия, выделяют в атмосферу до 400 миллионов тонн углекислого газа формальдегида, фенолов, хлорпрена и т.д. Для предотвращения выбросов на заводы необходимо устанавливать пылегазоочистные устройства снижающих

количество выбросов в атмосферный воздух и экологическую нагрузку на окружающую среду.

В процессе работы никакого негативного воздействия на селитебную зону при разработке проектного решения не было выявлено.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения

При разработке проектного решения могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации, например: пожар, авария на промышленном объекте, инфекционные заболевания. Чрезвычайная ситуация, которая возникает наиболее часто – возникновение пожара. Пожар может быть вызван следующими факторами:

- 1) короткое замыкание в электропроводке;
- 2) возгорание мебели и электрического оборудования;
- 3) возгорание систем освещения.

5.5.1 Необходимые действия при возникновении пожара в помещении

В случае возникновения пожара необходимо произвести следующий ряд действий:

- Необходимо сообщить о случившемся происшествии в службу спасения по телефонам «01», «112»; организовать эвакуацию людей;
- Использовать имеющиеся в помещении средства пожаротушения;
- Если своими силами ликвидировать очаг пожара не удастся, то необходимо покинуть помещение и закрыть за собой дверь, но при этом не запирать на замок.

Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, в соответствии с техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности, является класс Е (пожары горючих веществ и материалов

электроустановок, находящихся под напряжением). При возникновении пожаров необходимо воспользоваться первичными средствами пожаротушения в помещениях с ПЭВМ, к ним относятся различные углекислотные, аэрозольные, порошковые огнетушители, предназначенные для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития.

Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены основные нормативные акты для обеспечения безопасности жизнедеятельности на рабочем месте. Рассмотрены наиболее значимые опасные и вредные факторы. Описано влияние разработки на окружающую среду при эксплуатации и меры, необходимые для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Также были проанализированы возможные ЧС и необходимые действия при их возникновении. Рабочее место, используемое при разработке, удовлетворяет всем требованиям безопасности, правилам и нормам, необходимым работнику категории 1а. Уровень шума находится в рамках допустимых значений. Микроклиматические условия соблюдаются за счет системы отопления в холодное время и кондиционером в теплое время. Искусственное освещение обеспечивается за счёт ламп, расположенных на потолке и использованием настольного освещения. Влияние нервно-психических перегрузок снижают путем регламентирования перерывов и выполнения комплексов упражнений.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ 1 категория, помещения без повышенной опасности. Группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок – первая (I). Снизить возможные производственные факторы, связанных с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, путем проверки состояния оборудования при начале работы, проведения инструктажа и соблюдения правил безопасности во время работы. Помещение по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных

установок по взрывопожарной и пожарной опасности» относится к категории В. При возникновении пожара необходимо воспользоваться первичными средствами пожаротушения в помещениях с ПЭВМ, к ним относятся различные углекислотные, аэрозольные, порошковые огнетушители, предназначенные для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития [71].

Объект по негативному воздействию на окружающую среду относится к объектам II категории, оказывающих умеренное негативное воздействие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы ВКР были получены навыки и знания в области промышленного дизайна. В соответствии с заданием ВКР, выполнены все задачи, начиная с научно-исследовательской части, постановки критериев проектирования и заканчивая разработкой дизайна роботизированного комплекса, в полном объеме. Полученные знания были применены при разработке, роботизированной С-дуги.

Были выполнены следующие задачи:

- сформулированы требования к будущему объекту и проведен поиск концептуальных решений на основании этих требований;
- разработаны объекты (пульт управления и оболочка С-дуги);
- осуществлён подбор материалов и технологий изготовлений на основании требований к объекту;
- проведен эргономический анализ;
- разработана проектно-конструкторская и презентационная документация.

Спроектированный объект соответствует поставленным требованиям. Объект обладает ресурсоэффективным и ресурсосберегающим коммерческим потенциалом. На основании исследований и оценки финансового менеджмента является перспективным проектом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 1 Виды рентген-аппаратов и их влияние на экологию [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nporecycle.ru/articles/vidy-rentgen-apparatov-i-ikh-vliyanie-na-ekologiyu/> – (дата обращения 20.11.2021).
2. Рентгенохирургические аппараты С-дуга [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://stormoff.ru/catalog/rentgenologiya-i-tomografiya/rentgenologiya/rentgenokhirurgicheskie-apparaty-s-duga/> – (дата обращения 21.11.2021).
3. Рентген-установка типа С-дуга [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cifrorentgeny-viziografy.ru/ustanovka-c-duga> – (дата обращения 22.11.2021).
4. РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU194462978&_cid=P22-L3X3ZD-49717-1 – (дата обращения 25.11.2021).
5. APPARATUS AND METHOD FOR MOBILE X-RAY IMAGING [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=US130245256&_cid=P22-L3X44F-51813-1 (дата обращения 25.11.2021).
6. gehealthcare С-дуги [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gehealthcare.ru/products/surgical-imaging> – (дата обращения 02.12.2021).
7. ГОСТ Р 502670 Изделия медицинские электрические. (Дата введения в действие: 30.06.1993).
8. Хирургическая операция. Основные принципы предоперационной подготовки. Послеоперационный период [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.grsmu.by/files/file/university/cafedry/obshei-hiryrgii/files/lekcionnu-material/26.pdf#:~:text=Операционная%20бригада%20-%20группа%20лиц,анестезиолога%20и%20операционной%20медицинской%20сестры> – (дата обращения 03.12.2021).

9. Эргономические особенности работы операционной медицинской сестры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt-online.org/187853> – (дата обращения 03.12.2021).
10. АСЕПТИКА, СТЕРИЛИЗАЦИЯ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://vmede.org/sait/?id=Farm_tehnologiya_bzg_ls_gavrilov_2010&menu=Farm_tehnologiya_bzg_ls_gavrilov_2010&page=4 – (дата обращения 10.12.2021).
11. Лоцманенко В.В, Кочегаров Б.Е. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ (ОСНОВЫ). Учебное пособие – М.: Мир, 2004, 96с.
12. Корпуса из стеклопластика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://uzsi74.com/korpusa-iz-stekloplastika/>– дата обращения: 10.12.2021.
13. Способы получения композитных материалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://molotokrus.ru/sposoby-polucheniya-kompozitnyh-materialov/>– дата обращения: 10.12.2021.
14. Знакомство с методом вакуумной формовки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://formlabs.com/ru/blog/introduction-to-vacuum-forming/>– дата обращения: 15.15.2021.
15. ЛИТЬЕ В СИЛИКОНОВЫЕ ФОРМЫ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bvi-en.ru/lite-v-silikonovye-formy/> – дата обращения: 05.01.2022.
16. Мелкосерийное производство по доступной цене [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dvision.su/services/lite-plastmass/v-silikonovye-formy/>– дата обращения: 05.01.2022.
17. 3D-печать корпусов: от выбора материала до улучшения конструкции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/3d-printing-enclosures/>– дата обращения: 10.01.2022.
18. ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136066> – дата обращения: 15.01.2022.

19. МОЛОДЕЖЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://msit.tpu.ru/assets/digestArticles/msit_2022.pdf – дата обращения: 18.01.2022.

20. ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ДИЗАЙНЕРОВ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39272666> – дата обращения: 20.01.2022.

21. КОМБИНАТОРИКА - МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41771692> – дата обращения: 10.02.2022.

22. МЕТОДЫ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/11_197680_metodi-ergonomicheskikh-issledovaniy.html – дата обращения: 10.03.2022.

23. Байков Д. И. и др. Сваривающиеся алюминиевые сплавы. — Л.: Судпромгиз, 1959. — 236 с

24. Сварка алюминия [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сварка_алюминия – дата обращения: 15.03.2022.

25. “Oxmetall” – Онлайн справочник по металлическим материалам: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://oxmetall.ru/metalli/alyuminij/kak-pokrasit> – Дата обращения 15.03.2022

26. Блантер. М. Е. Металловедение и термическая обработка. М.: Mashgiz, 1963., 416 с.

27. Заплатин В.Н. Справочное пособие по материаловедению (металлообработка). / Под ред. В.Н. Заплатина. М.: Издательский центр «Академия», 2007.

28. Волков, Г.М. Материаловедение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Г.М. Волков, В.М. Зуев.. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 448 с

29. Проектирование рабочего места [Электронный ресурс] // Мотивация и стимулирование труда. – 2017. – URL: <http://www.motivtruda.ru/proektirovanie-rabochego-mesta.htm> – дата обращения: 16.03.2022
30. Проектирование. Понятие конструирования [Электронный ресурс] // Wikimedia Foundation, Inc. – 2018. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Проектирование#Понятие_конструирования – дата обращения: 17.03.2022
31. Бондарев Ю.И. Формообразование как основа дисциплин «Дизайнпроектирования» и «Рисунок» // Наука. Искусство. Культура. -2016.- №4. - С. 111-120.
32. Промышленный дизайн: учебное пособие/ под ред. Б.Е.Кочегаров. – ДВГТУ, 2006. – 153 С.
33. Леонтьев, Е.А. Проектирование медицинских приборов, систем и комплексов: учебное пособие / Е.А. Леонтьев, С.В. Фролов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 84 с. – 100 экз.
34. Вальтер А.В. Технологии аддитивного формообразования: учебное пособие / А.В. Вальтер; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 172 с.
35. Ильина О.В. Проектирование в промышленном дизайне: учебнометодическое пособие. – 2-е изд.перераб. и доп. - СПбГТУРП. – СПб.,2015. – 21с.
36. Ильина О.В. Проектирование промышленных изделий: учебнометодическое пособие / СПб ГТУРП. – СПб., 2014. – 25 с.
37. Проектирование промышленного оборудования. Комплексное проектирование: методические указания/сост. С.В. Богородский/СПбГУПД.- СПб., 2016. – 14 с.
38. Эргономика больших систем: учебник / В. М. Воронин. — Екатеринбург: УрГУПС, 2017. — 385, [1] с.

39. Человеко-машинные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/doc/BTS-2010-02-SCN0000.html> – дата обращения: 21.03.2022.
40. Справочник проектировщика [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://seniga.ru/index.php/stat/1787-cvet-v-stile-minimalizm.html> – Дата обращения 021.03.2022 г.
41. Инфографика [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org> – Дата обращения 21.03.2022 г.
42. Техническая эстетика [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://uniip.ru/juornal/arhiv/soderghanie/385-av1-2013/421-1-2013-obednina> – Дата обращения 21.03.2022 г.
43. Функциональный комфорт [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org> – Дата обращения 21.03.2022 г.
44. В. Ю. Медведев «Сущность дизайна. Теоретические основы дизайна» (учебное пособие)
45. Глазычев В.Л. Дизайн как он есть. – М.: Европа, 2011. – 320с.
46. Никифоров В. М. Технология металлов и других конструкционных материалов: СПб.: Политехника, 2000
47. Шмид М. «Эргономические параметры». Изд. Мир, Москва, 1980 г.
48. Мунипов М.В. «Эргономика и художественное конструирование», Изд. «Знание», 1966 г.
49. Graphic Design Thinking (Design Briefs) / Ellen Lupton, Jennifer Cole - Phillips Paperback, 2016. – 80 с.
50. Engineering Design Graphics: Sketching, Modeling, and Visualization / James Leake's - Phillips Paperback, 2016. – 120 с.
51. Geometric Designs and Abstract Art For Colorists (Geometric Designs and Art Book Series) / Speedy Publishing LLC, 2016. – 185 с.
52. Container and Modular Buildings: Construction and Design Manual / Speedy Publishing LLC, 2016. – 228 с.

53. Нестеренко А.Д. Детали и узлы приборов (расчет и конструирование): учебное пособие / А. Д. Нестеренко, П. П. Орнатский. — 3-е изд., стер. — Киев: Гостехиздат, 1963. — 428 с

54. Справочник по прикладной эргономике: пер. с 4-го англ. изд / Под ред. В. М. Мунипова. — Москва: Машиностроение, 1980. — 214 с.: ил.

55. Selecting materials for medical devices // Крис Херлстон. Выбор материалов для медицинских приборов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.team-consulting.com/insights/selecting-materials-for-medical-devices/> – Дата обращения: 20.03.2022

56. ГОСТ РАБОЧЕЕ МЕСТО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ СТОЯ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005187> – дата обращения: 21.03.2022.

57. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов (дата введения: 01.01.1971).

58. ГОСТ 3.1201-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Система обозначения технологической документации (дата введения: 01.07.1986).

59. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов (дата введения: 01.01.1971).

60. Защита дизайна изделия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.prtime.ru/2019/03/18/zaschita-dizayna-izdeliya.html> – дата обращения: 27.03.2022.

61. Рынок промышленного дизайна в России [Электронный ресурс] URL: www.research-techart.ru – Дата обращения 27.03.2022 г.

62. РЫНОК УСЛУГ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/01/29/1163892090/Рынок%20услуг%20в%20области%20промышленного%20дизайна%202017.pdf> – дата обращения: 29.03.2022.

63. SOLID INDUSTRIAL DESIGN GROUP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sid.group> – дата обращения: 01.04.2022.
64. Группа компаний INTEC GROUP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://intecgroup.ru> – дата обращения: 08.04.2022.
65. Заказная разработка оборудования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dilabs.tech> – дата обращения: 10.04.2022.
66. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005187> – дата обращения: 15.04.2022.
67. СП 2.2.3670-20 Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> – дата обращения: 18.04.2022.
68. СанПиН 1.2.3685-21 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> – дата обращения: 20.04.2022.
69. СП 52.13330.2011 ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> – дата обращения: 25.04.2022.
70. ГОСТ 12.1.038-82* Система стандартов безопасности труда. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> – дата обращения: 27.05.2022.
71. СП 12.13130.2009 ПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> дата обращения: 27.05.2022.

Приложение А

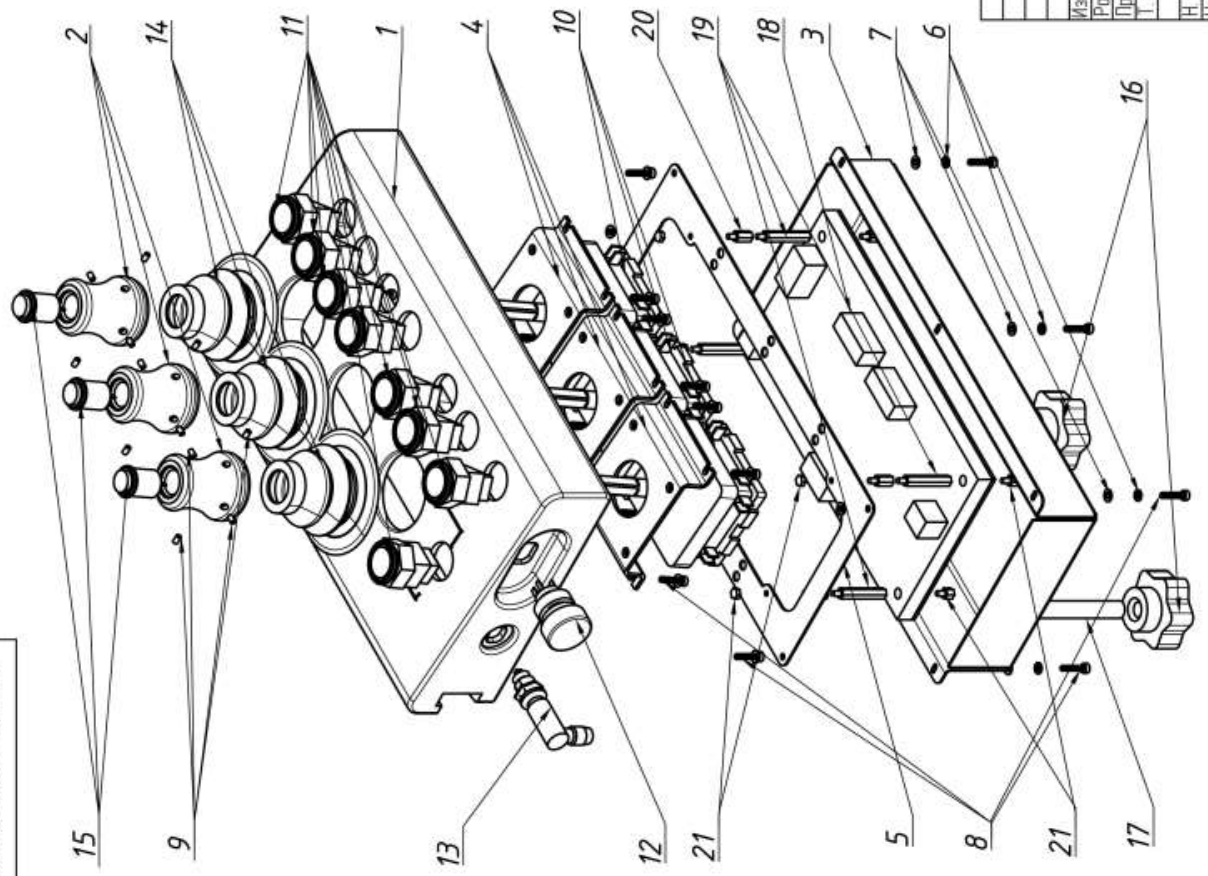
(обязательное)

Конструкторская документация

Инд № подл.		Инд № доп.		Инд № дпол.		Инд № дпол.		Инд № доп.		Инд № доп.	
Взам инд №		Инд №		Инд №		Инд №		Инд №		Инд №	
Подп. и дата		Подп.		Подп.		Подп.		Подп.		Подп.	
Изм/Лист № докум.		Изм/Лист № докум.		Изм/Лист № докум.		Изм/Лист № докум.		Изм/Лист № докум.		Изм/Лист № докум.	
Разработ.		Разработ.		Разработ.		Разработ.		Разработ.		Разработ.	
Проб.		Проб.		Проб.		Проб.		Проб.		Проб.	
Т. Констр.		Т. Констр.		Т. Констр.		Т. Констр.		Т. Констр.		Т. Констр.	
Н. Констр.		Н. Констр.		Н. Констр.		Н. Констр.		Н. Констр.		Н. Констр.	
Утвб.		Утвб.		Утвб.		Утвб.		Утвб.		Утвб.	

ФЮРА.3014.30.005 СБ			
Пульт управления	Лист	Масса	Масштаб
С-дугой	4		1:2,5
Сборочный чертеж	Лист	Листов	
	ТПУ ИШМТ Группа ВДВ1		

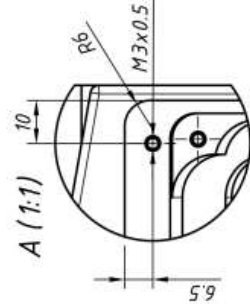
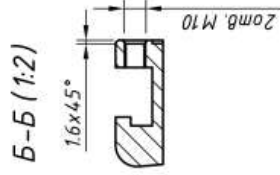
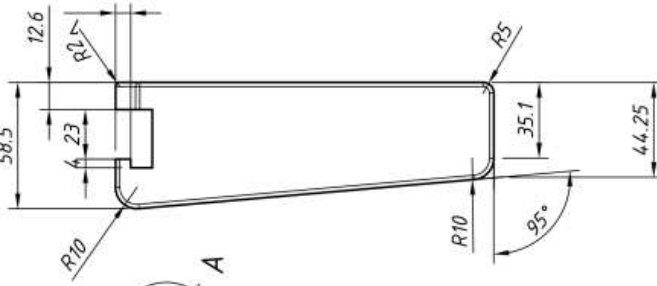
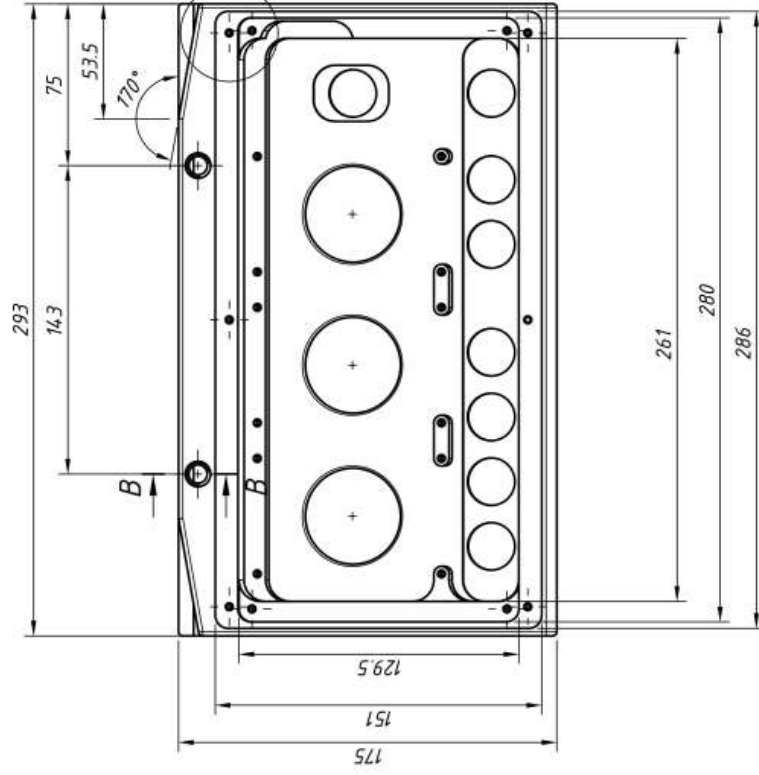
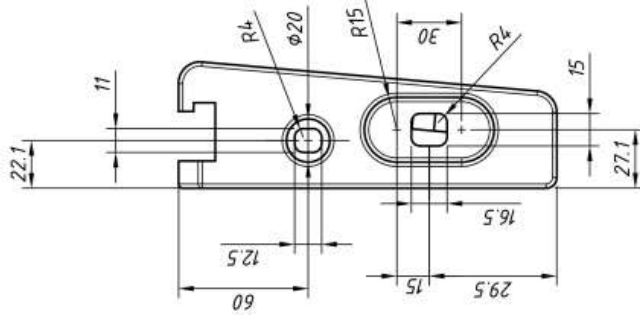
ФЮРА.3014.30.005 СБ



ФЮРА.3014.30.005 СБ		Лист	Масса	Масштаб
Корпус пульта Впрысв-схема		Ч		1:2,5
		Лист	Лист	Лист
		ТПУ ИШИТР Группа ВДВ1		
Изм/Лист №	Доклм	Дата		
Разработ	Жаңабаев			
Проб	Вехтер Е.В.			
Т. Контр				
И. Контр	Вехтер Е.В.			
Утв.				

Инд № подл	Инд в дано	Взам инд №	Инд № дѣл
------------	------------	------------	-----------

ФЮРА.731000.001



ФЮРА.731000.001

Корпус пульта

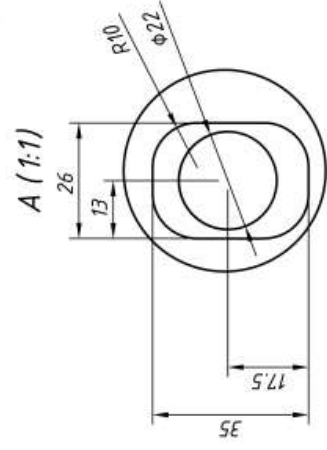
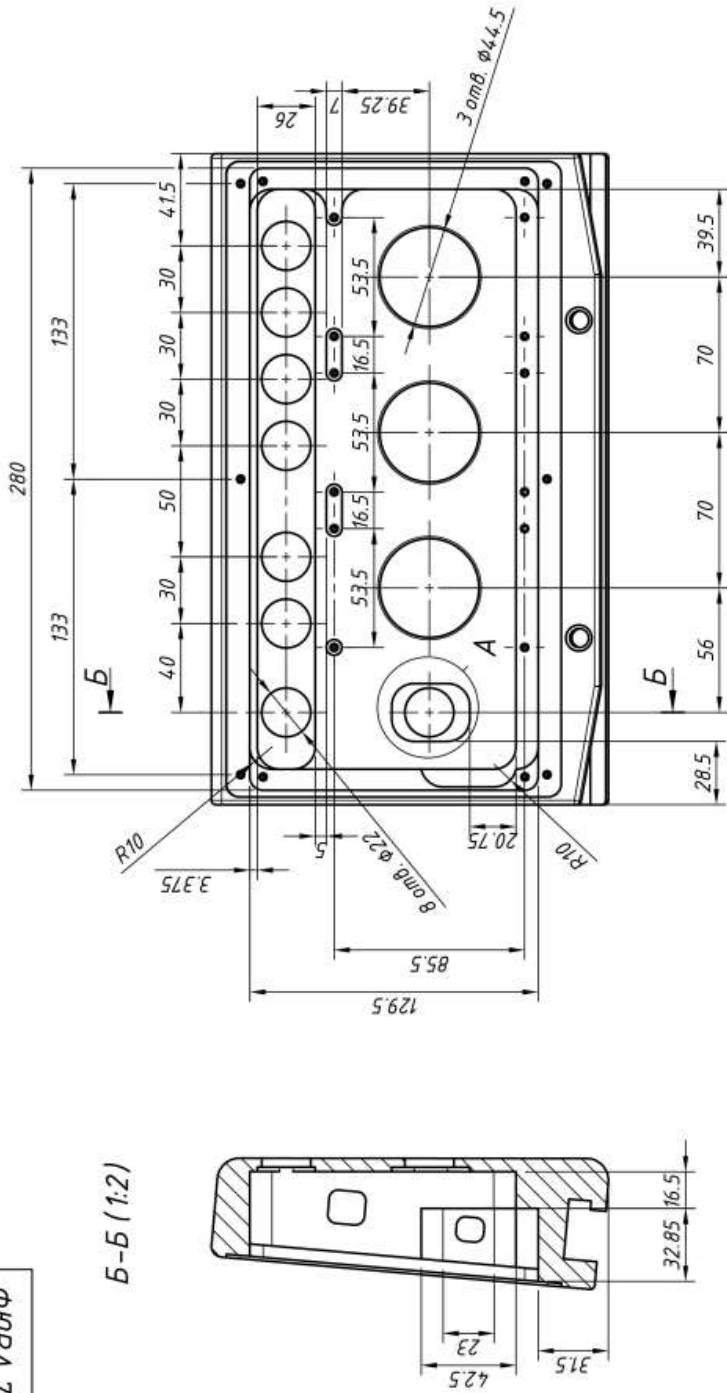
Д16 ГОСТ 4.784-97

Изм/Лист № докум	Изд	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ. Жамингаев	У		1		1:2
Проб. Вехтер Е.В.					
Т. Контрол					
Н. Контрол Вехтер Е.В.					
Учтб.					
			Лист 1	Листов	
			ТПУ ИШИТР		
			Группа ВД81		

Инд № подл.	Инд № дата	Взам инд №	Инд № дубл.	Инд № дата
-------------	------------	------------	-------------	------------

ФЮРА.731000.001

Б-Б (1:2)



ФЮРА.731000.001

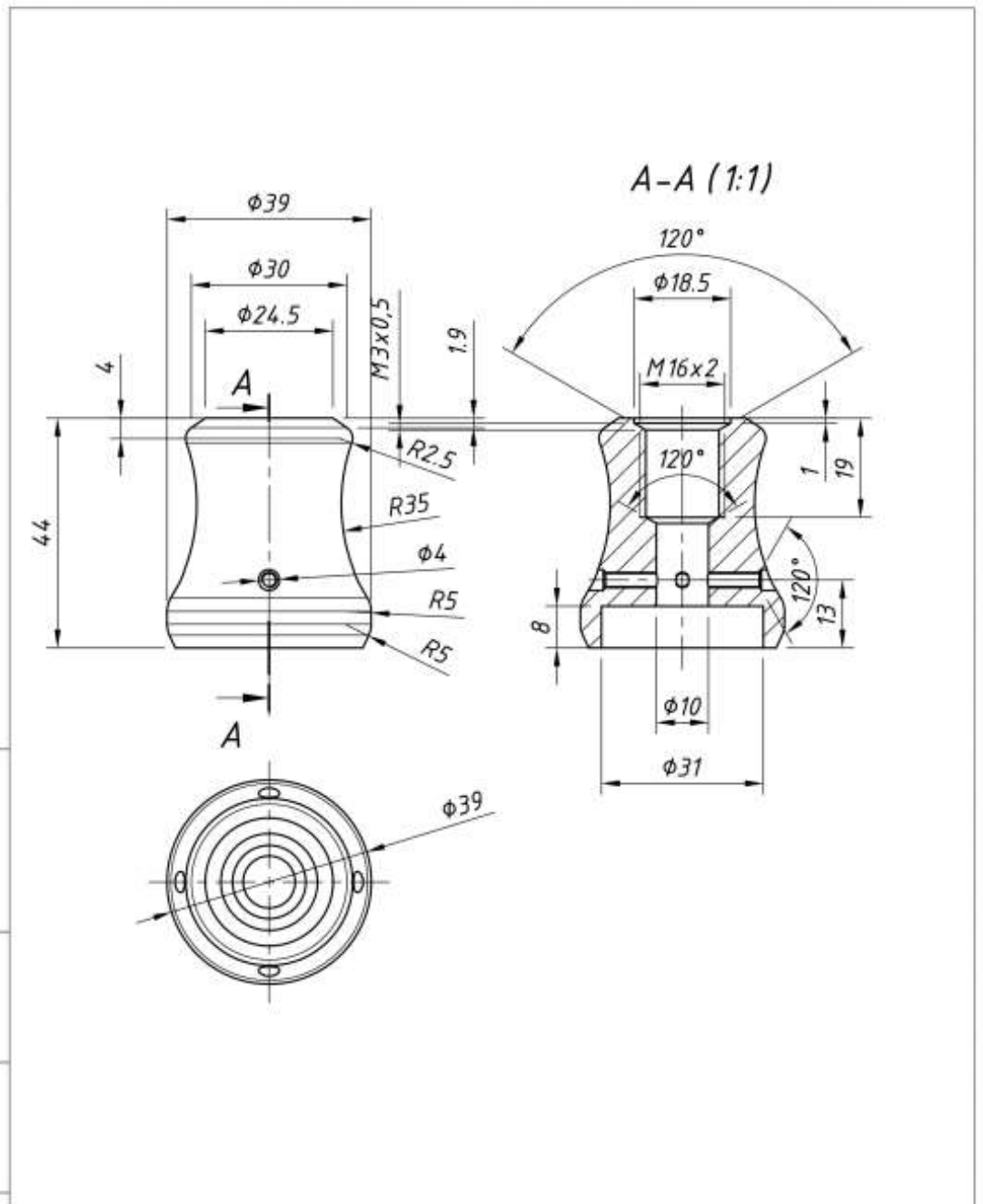
Корпус пульта

Д16 ГОСТ 4784-97

ТПУ ИШИТР
Группа 8Д81

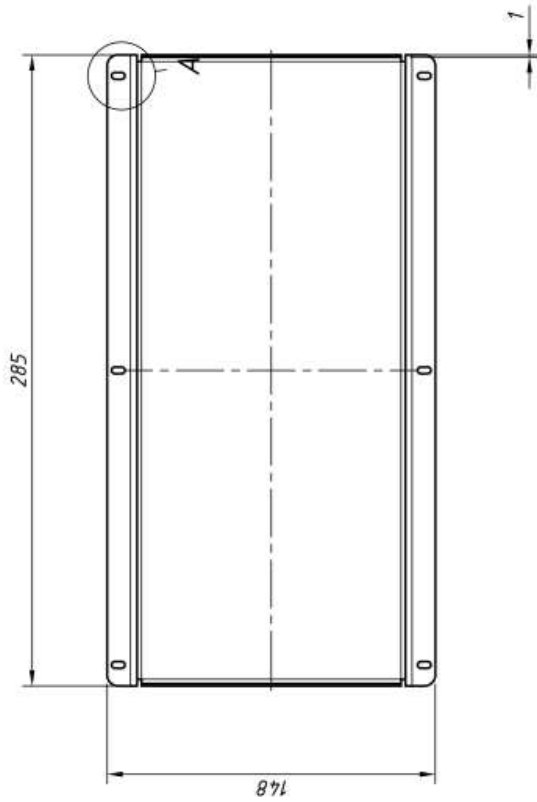
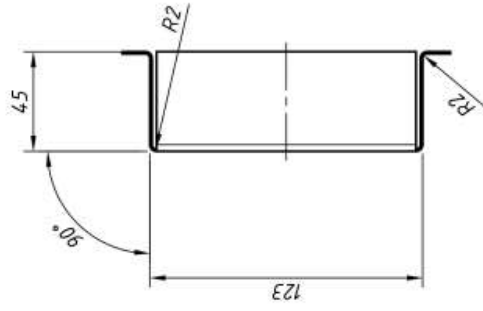
Изм/Лист № докум	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Жаманбаев		1		1:2
Проб	Веккер Е.В.		2		
Т. Контрол					
Н. Контрол					
Умб.					

Изд. № подл.	Изд. № дата	Взам. изд. №	Изд. № дата	Изд. № дата
--------------	-------------	--------------	-------------	-------------

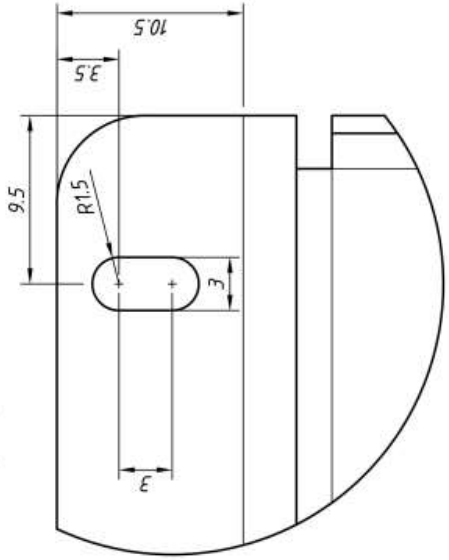


Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп.	Дата	ФЮРА.753710.002			
Подп.	Дата						
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ручка джойстика	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Жамантаев				У		1:1
Проб.	Вехтер Е.В.				Лист	Листов	
Т. Контр.				Круг алюминиевый 45 мм АДЗ1ГОСТ 21488-97	ТПУ ИШИТР Группа 8Д81		
Н. Контр.	Вехтер Е.В.						
Чтб.							

ФЮРА.3014.30.003



A (4:1)



ФЮРА.3014.30.003

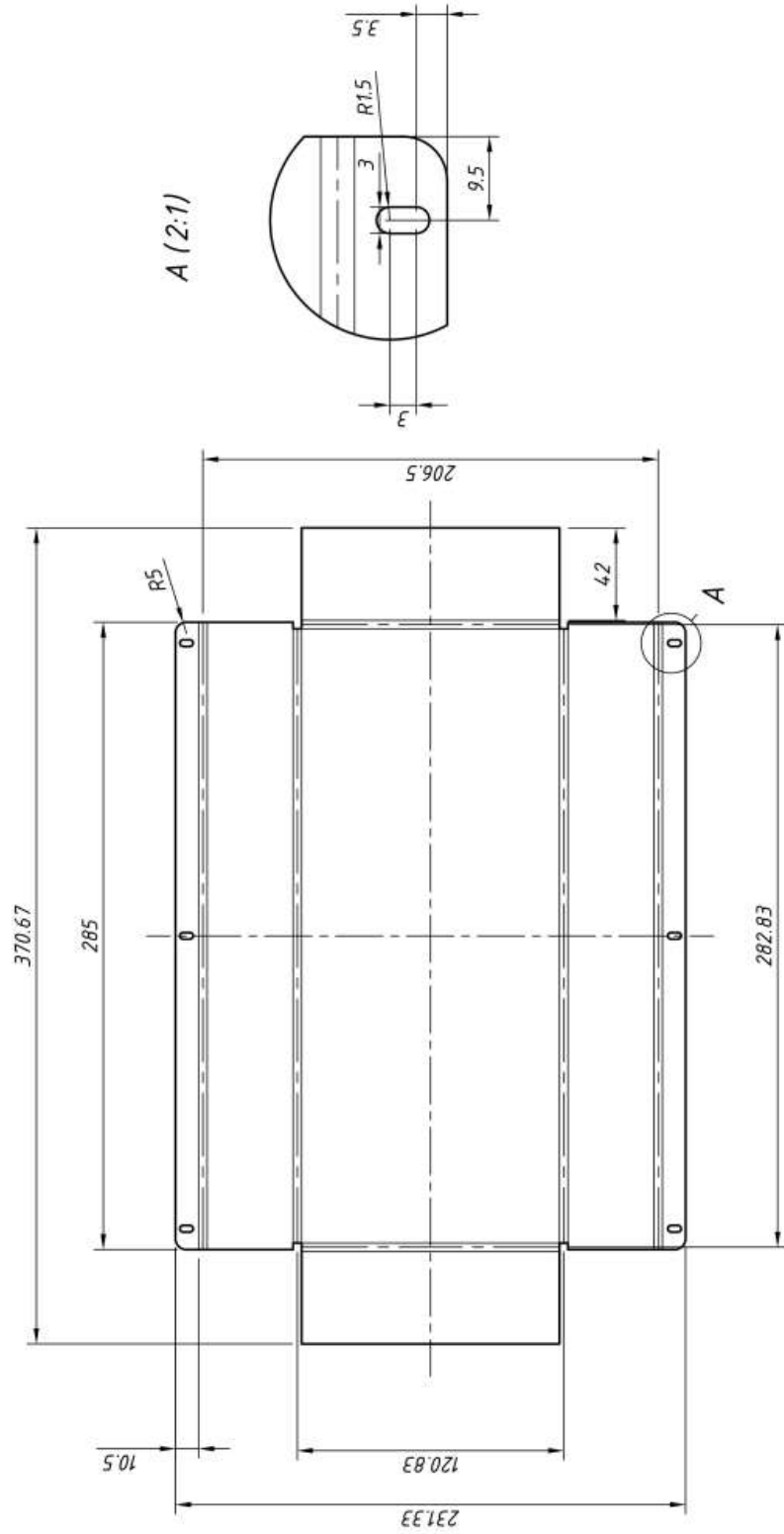
Крышка

Нержавеющий лист 12Х18Н10Т
1х2000х500 ГОСТ 19903 - 74

Лист	Масса	Масштаб
У		1:2
Лист		Листов
ТПУ ИШИТР		
Группа ВД81		

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № подл.	Инд. № подл.	Инд. № подл.

ФЮРА.3014.30.003



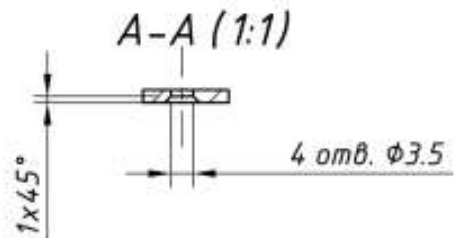
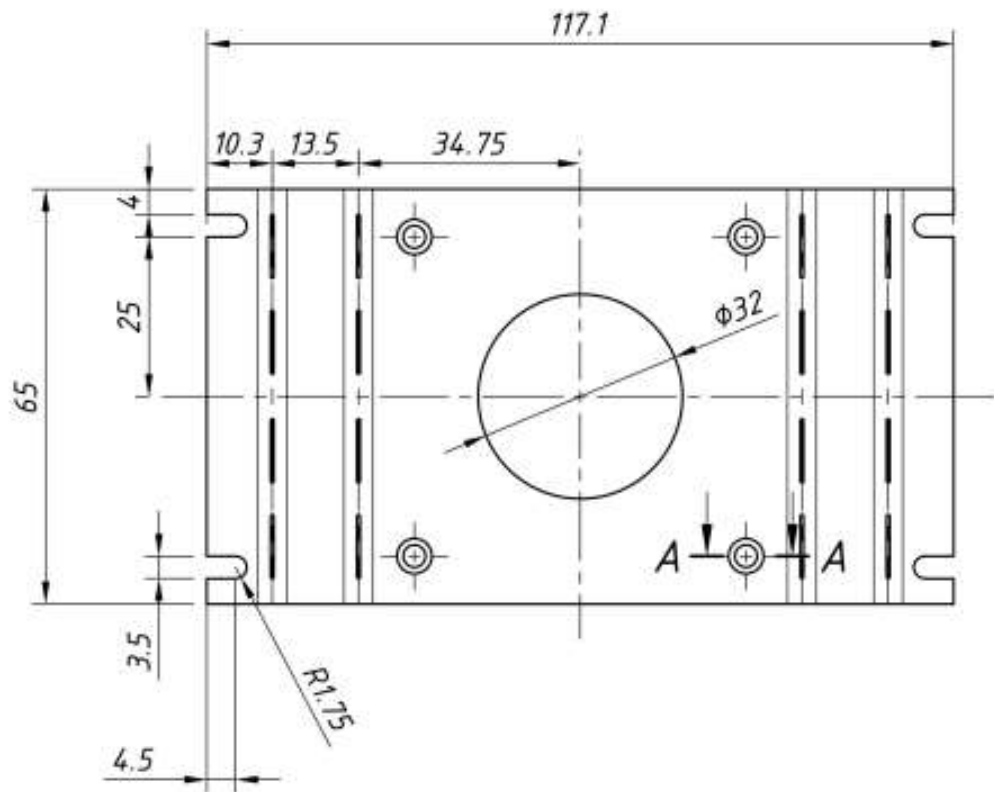
A (2:1)

ФЮРА.3014.30.003

Крышка (развертка)

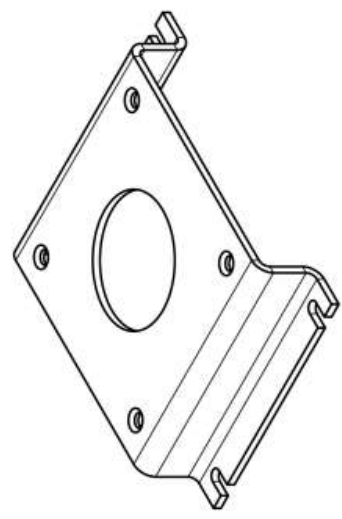
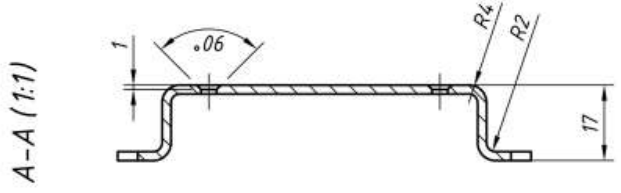
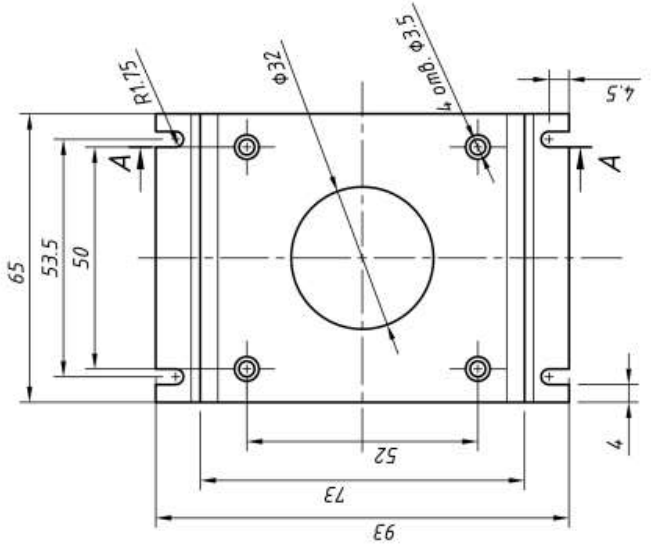
Нержавеющий лист 12Х18Н10Т
1х2000х500 ГОСТ 19903 - 74

Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Жамаляев			У		1:2
Проб	Вехтер Е.В.					
Т. Контрол						
И. Контрол	Вехтер Е.В.					
Умб						



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ФЮРА.761810.004		
Изм./Лист	№ докум	Подп.	Дата	Крепление джойстика			
Разраб.	Жамантаев						Лист
Проб.	Вехтер Е.В.			У		1:1	
Т. Контр.				Лист	Листов		
Н. Контр.	Вехтер Е.В.			Лист холоднокатаный 2 мм		ТПУ ИШИТР Группа ВД81	
Утв.				ст08 ГОСТ 19904-90			

ФЮРА.761810.004



ФЮРА.761810.004

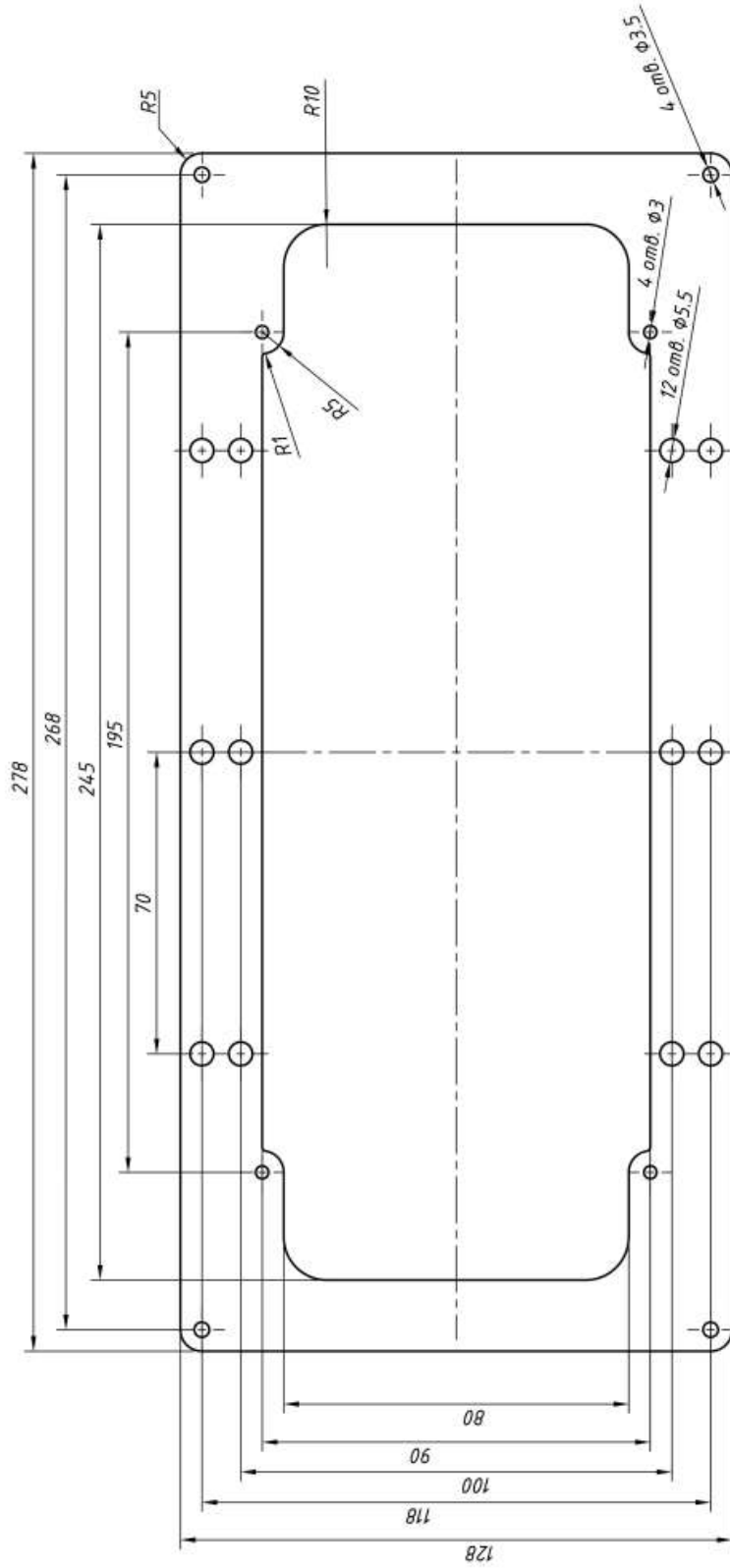
Крепление
джойстика

Лист холоднокатаный 2 мм
ст08 ГОСТ 19904-90

Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разработ	Жапаров		
Проб.	Вехтер Е.В.		
Т. Контрол			
Н. Контрол	Вехтер Е.В.		
Утв.			
Лист	Масса	Масштаб	
У		1:1	
Лист		Листов	
		ТПУ ИШИТР	
		Группа 8ДВ1	

Инд № подл	Инд № дата	Взам инд №	Инд № дубл	Инд № дубл	Инд № дата
------------	------------	------------	------------	------------	------------

ФЮРА.761810.005



ФЮРА.761810.005

Крепление платы

Лист холоднокатаный 2 мм
ст08 ГОСТ 19904-90

ТПУ ИШИТР
Группа ВДВ1

Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Жалянтаев			5		1:1
Проб.	Вехтер Е.В.					
Т. Контрол.						
И. Контрол.	Вехтер Е.В.					
Читб.						

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № докум.	Инд. № подл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3			ФЮРА.301430.006 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A3	1		ФЮРА.731000.001	Корпус пульта	1	
A4	2		ФЮРА.753710.002	Ручка джойстика	1	
A3	3		ФЮРА.754524.003	Крышка	3	
A4	4		ФЮРА.761810.004	Крепление джойстика	3	
A4	5		ФЮРА.761810.005	Крепление платы	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	6			ГРОВЕР 3мм ГОСТ 6402-70	22	
	7			Шайба 3мм ГОСТ 11371	22	
	8			Винт М3х15 ГОСТ 11738-84	22	
	9			Винт установочный М3х5 ГОСТ 1476-93	12	
	10			Джойстик управления	3	
	11			Кнопка	8	
	12			Аварийная кнопка	1	
			ФЮРА.301430.006 СБ			
<u>Изм.</u>	<u>Лист</u>	<u>№ докум.</u>	<u>Подп.</u>	<u>Дата</u>		
Разраб.		Жамантов Н.С.			<u>Лит.</u>	<u>Лист</u>
Пров.		Вектер Е.В.			у	1
						2
					ТПУ ИШИТР Группа 8Д81	
Утв.						

Характеристика корпуса С-дуги:

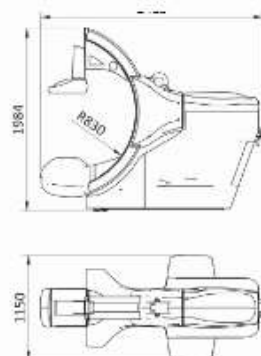
Пластиковый корпус обеспечивает беспрепятственное движение системы;

Корпус разделён на детали с учетом быстрого и удобного разбора для доступа к важным внутренним элементам, что крайне важно при обслуживании;

На задней стороне предусмотрена вентиляция, крепления джойстика и разъёма питания.



Размеры С-дуги (1:15)



Характеристика корпуса пульта:

Корпус алюминиевого пульта управления С-дугой имеет надежное крепление к столу и способен выдерживать большое давление, а панель управления расположена под эргономичным углом 10° от горизонтальной плоскости;

Пульт защищен от попадания внутрь брызг благодаря цельной верхней конструкции и уплотнительным элементам;

Джойстики управления защищены от случайного срабатывания кнопкой разрешения;

Контрастные иконки наглядно показывают функции элементов управления.

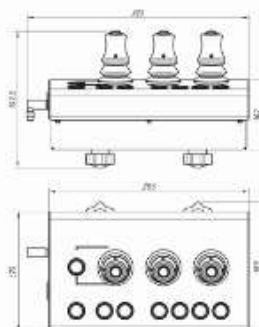


Технологии изготовления:

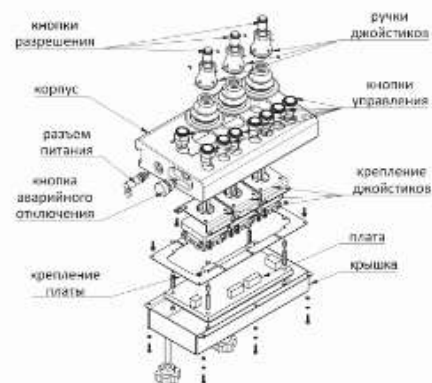
Корпус роботизированной С-дуги изготавливается из пластика с применением аддитивных технологий. Данная технология идеально подходит под необходимые задачи, корпус обладает высокой точностью и предназначена для единичных изделий. Корпус крепится к каркасу через резьбовые заклепки и стойки.

Корпус пульта управления роботизированной С-дугой изготавливается путем фрезерования листа алюминия толщиной 60 мм на станке с ЧПУ в несколько операций. Данная деталь является основной и к ней крепятся все остальные элементы. Внутренние детали изготавливаются из двухмиллиметровой стали, а внешняя защитная крышка изготавливается из миллиметровой нержавеющей стали.

Размеры пульта управления (1:2)



Взрыв-схема корпуса пульта управления



Приложение В

(справочное)

План операционной

