

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.04.01 «Дизайн»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Использование эргономических исследований в дизайн-проектировании кресла-опоры

УДК 658.512.23:645.412;005.961:005.336.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ01	Ткачева Лейла Юрьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Мамонтов Г.Я.	д.ф-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Ю.П.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Концепция стартап-проекта»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Сабирова Д.Т.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко О.Ю.	д.м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Кухта М.С.	д.ф.н.		

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способность организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
ОПК(У)-2	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Готовность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ
ОПК(У)-4	Способность вести научную и профессиональную дискуссию
ОПК(У)-5	Готовность проявлять творческую инициативу, брать на себя всю полноту профессиональной ответственности
ОПК(У)-6	Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК(У)-7	Готовность к эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с направленностью (профилем) программы)
ОПК(У)-8	Готовность следить за предотвращением экологических нарушений
ОПК(У)-9	Способность социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления системно-деятельностного характера, к активному общению в творческой, научной, производственной и художественной жизни
ОПК(У)-10	Готовность участвовать в творческих мероприятиях (художественных выставках, дизайнерских конкурсах).
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Готовность демонстрировать навыки научно-исследовательской деятельности (планирование научного исследования, сбор информации и ее обработки, фиксирования и обобщения полученных результатов), способность представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных художественных средств редактирования и печати, а также владеть

	опытом публичных выступлений с научными докладами и сообщениями
ПК(У)-2	Способность к определению целей, отбору содержания, организации образовательной деятельности, выбору образовательных технологий, оценке результатов, ориентированностью на разработку и внедрение инновационных форм обучения с помощью компьютерной техники, создание авторских программ и курсов
ПК(У)-5	Готовность синтезировать набор возможных решений задач или подходов к выполнению проекта, способностью обосновывать свои предложения, составлять подробную спецификацию требований к проекту и реализовывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом подходе, на практике
Дополнительно сформированные профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Готовность демонстрировать наличие комплекса информационно-технологических знаний для оценки технологичности проектно-конструкторских решений, проведения опытно-конструкторских работ и продвижения творческого продукта на рынке товаров и услуг
ДПК(У)-2	Способность к трансформации творческих идей, результатов научных исследований и внедрению их в практику за счет организации работы творческого коллектива при определении оптимальных решений производственного процесса в условиях обеспечения безопасности труда
ДПК(У)-3	Способность к системному пониманию художественно-творческих задач проекта, владение навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи и скульптуры для проявления своей творческой индивидуальности

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 – 54.04.01 «Дизайн»
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ01	Ткачевой Лейле Юрьевне

Тема работы:

Использование эргономических исследований в дизайн-проектировании кресла-опоры	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 47-5/с от 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Объект исследования: технические средства реабилитации для пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата Предмет исследования: методы эргономики для проектирования кресла-опоры, учитывающего индивидуальные отклонения от нормы параметров пользователя
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	Аналитический обзор по литературным источникам: выявление данных для формирования требований к проектируемому объекту. Основная задача ВКР: разработка с помощью методов эргономического исследования средства реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата настраиваемого под индивидуальные отклонения пользователя и экономически доступного. Содержание процедуры проектирования: проведение патентного поиска кресел-опор на предмет имеющихся решений; определение требований к объекту через применение методов эргономического исследования; проектирование устройства на основе полученных результатов исследования; анализ решения с помощью методов эргономического исследования.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Эскизы концептуальных решений устройства, графический функциональный анализ, экспериментальный эргономический анализ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Дизайн-исследование объекта проектирования	Хмелевский Юрий Петрович, ст. преподаватель ОАР ИШИТР
Концепция стартап-проекта	Сабирова Диана Тагировна, ст. преподаватель ШИП
Социальная ответственность	Федоренко Ольга Юрьевна, д.м.н., профессор ООД ШБИП
Приложение А. Раздел магистерской диссертации на иностранном языке	Маркова Наталия Александровна, ст. преподаватель ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Проектно-художественная часть	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02.2022
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Мамонтов Г.Я.	д.ф-м.н.		16.02.2022
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Ю.П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ01	Ткачева Лейла Юрьевна		16.02.2022

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 – 54.04.01 «Дизайн»

Уровень образования – Магистратура

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2022 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Мамонтов Г.Я.	д.ф.-м.н.		16.02.2022

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Ю.П.			16.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Кухта М.С.	д.ф.н.		16.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Студенту: Ткачевой Лейле Юрьевне

Группа	ФИО
8ДМ01	Ткачевой Лейле Юрьевне

Школа	ИШИТР	Направление	54.04.01 «Дизайн»
Уровень образования	магистратура		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Продукт решает проблему доступного устройства, плотно фиксирующего пользователя в ортопедически корректном положении за счет сочетания индивидуально изготавливаемых вставок и серийного производства конструкции кресла-опоры.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Патент на полезную модель и на промышленный образец
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем рынка = 1 739 375 млн руб. Емкость рынка = 6 957 500 млн руб.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Отрасль медицинской мебели находится на начальном этапе роста. Активно развивается направление импортозамещения зарубежных устройств.
<i>Себестоимость продукта</i>	35 000 руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	• Совмещение индивидуального производства и серийного; • Точный учет отклонений каждого пользователя; • Гибкость настройки;

	• Обширный диапазон потребителей; • Ценовая доступность для покупателей со средним достатком.
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	На сегодняшний день по технико-экономическим характеристикам продукта аналогов нет
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Потребители с нарушениями опорно-двигательного аппарата: сколиоз, кифоз, ДЦП, нарушения, вызванные инсультом; пользователи ведущий малоподвижный образ жизни в некорректном ортопедическом положение;
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Была составлена бизнес-модель проекта, в которой рассматривались 9 основных элементов бизнеса.
<i>Производственный план</i>	Был разработан план по производству мелкой серии продукта до 1000 единиц.
<i>План продаж</i>	Был разработан план по продвижению продукта на рынок. План включает в себя 3 основных этапа: информирование о продукте, внедрение, реклама устройства, продажа в точках сбыта.
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы(например, бизнес-модель)</i>	1. Расчет себестоимости устройства 2. Ближайший аналог устройства

	3. Бизнес-модель Остервальдера
--	-----------------------------------

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
Ст.преподаватель ШИБП	Сабирова Диана Тагировна			01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ01	Ткачева Лейла Юрьевна		01.03.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО (полностью)	
8ДМ01		Ткачева Лейла Юрьевна	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	54.04.01 «Дизайн»

Тема ВКР:

Особенности применения эргономических исследований в дизайн-проектировании кресла-опоры	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: кресла-опора для реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата и для профилактики заболеваний у здоровых пользователей. Область применения реабилитационные, школьные учреждения. Рабочее место дизайнера – помещение офисного типа площадью 30 м². В холодное время года используется водяное отопление. Вентиляция – естественная. В помещении совмещенный тип освещения. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021) – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. – МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» – СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». – СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. – ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ.

	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ Р 12.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: – отклонения показателей микроклимата; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность; – психофизические факторы (монотонность труда, нервно-психические перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов). Опасные факторы: – повышенное значение напряжения в электрических цепях; – поражение электрическим током; – короткое замыкание; – статическое электричество. Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: – системы адаптации и очистки воздуха в закрытых помещениях (вентиляция, кондиционирование, отопление); – системы искусственного освещения склада и рабочих мест (источники света, осветительные лампы); – системы защиты от высоких и низких температур окружающей среды (ограждение, автоматический контроль и сигнализация, термоизоляция, дистанционное управление). – Требуемые средства индивидуальной защиты от выявленных факторов: – специальная одежда: средства защиты головы и лица (щитки, шляпы, каски, шлемы) — защищают от падающих вещей Расчет: расчет системы искусственного освещения
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону, гидросферу, атмосферу не выявлено. Воздействие на литосферу происходит при утилизации компьютера и периферийных устройств (принтеры, МФУ, вебкамеры, наушники, колонки, телефоны), канцелярских товаров, люминесцентных ламп, макулатуры.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения</u>	Возможные чрезвычайные ситуации: – пожар; – гроза; – ураган; – оползень. Наиболее типичная чрезвычайная ситуация: –пожар.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	Д.М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ01	Ткачева Лейла Юрьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 138 с., 47 рис., 10 табл., 76 источников, 1 прил.

Ключевые слова: технические средства реабилитации, опорно-двигательный аппарат, эргономические исследования, ортопедическое кресло, кресло-опора, ДЦП, сколиоз, кифоз, восстановление.

Объектом исследования являются ортопедические кресла для реабилитации, используемые при нарушениях опорно-двигательного аппарата.

Цель работы – разработка модели кресла-опоры, позволяющей учитывать индивидуальные параметры пациента для повышения эффективности технического средства реабилитации за счет плотного прилегания и фиксации пациента в ортопедически корректном положении с учетом отклонений от нормы.

В процессе разработки проводились эргономические исследования, направленные на обеспечение наиболее плотного прилегания тела пользователя к кресле-опоре в процессе прохождения реабилитации.

В результате исследования была составлена классификация требований к кресле-опоре для проведения реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, а также предложена модель, учитывающая индивидуальные нарушения пользователя и при этом серийно производимая на производстве.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: устройство имеет гибко настраиваемый конструктив под индивидуальные параметры взрослого человека за счет раздвижной конструкции, позволяет прикреплять индивидуального изготавливаемые вставки на основе сканирования тела пациента, производимые 3D печатью силикона, обеспечивающие наиболее плотное прилегание тела пациента к кресле-опоре.

Степень внедрения: передача конструкторской документации для апробации устройства в рамках компании ООО «Техномед».

Область применения: медицина.

Экономическая эффективность/значимость работы: обеспечение экономически доступного устройства кресла-опоры, оказывающего положительное психофизиологическое влияние на состояние пользователя за счет сочетания серийного производства и индивидуального изготовления вставок по средствам 3D печати.

В будущем планируется внедрение индивидуальных массажных поверхностей в зоны плотного прилегания тела к креслу-опоре.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Научно-исследовательская часть.....	22
1.1 Научно-исторические тенденции развития проектирования реабилитационного оборудования	22
1.2 Проблемы современных ТСР	26
1.3.1 Кресло-сидение для реабилитации больного церебральным параличом	28
1.3.2 Пассивный экзоскелет для поддержки спины и рук	29
1.3.3 Фиксатор поясничного отдела позвоночника	30
1.4 Анализ рынка моделей кресел-опор.....	31
1.4.1 Анализ аналогов кресел-опор российских производителей	31
1.4.2 Анализ аналогов кресел-опор зарубежных производителей	32
1.5 Критерии разработки кресла-опоры.....	33
1.6 Особенности использования эргономических исследований в дизайн- проектировании реабилитационного оборудования	34
1.6.1 Группы эргономических методов.....	35
1.7 Эргономические требования к модулям технического средства реабилитации	38
1.7.1 Антропометрические параметры.....	38
1.7.2 Визуальное восприятие объекта реабилитации	38
2 Проектно-художественная часть	44
2.1 Случаи применения разрабатываемого объекта	44

2.2 Исследование антропометрических параметров потенциальных пользователей	45
3 Разработка художественно-конструкторского решения	51
3.1 Требования к проектируемому объекту	51
3.2 Разработка конструктивной части кресла-опоры	52
3.3 Разработка эскизных решений кресла-опоры	55
3.5 Разработка 3D модели кресла-опоры	58
3.5.1 Каркас устройства	58
3.6 Разработка индивидуальных вставок для пользователя	61
3.6.2 Определение зон индивидуальных вставок	62
3.6.3 3D сканирование пациента	62
3.6.3 Моделирование индивидуальных поверхностей	64
3.6.4 Индивидуальные вставки для грудного отдела	65
3.6.5 Индивидуальные вставки для фиксации головы	65
3.6.6 Индивидуальные вставки для стоп	66
3.8 Внешняя оболочка кресла-опоры	67
3.9 Эргономический анализ элементов кресла-опоры	68
3.8 Цветовое решение кресла-опоры	71
3.9 Проведение опроса среди потенциальных пользователей объектом	72
3.10 Материалы и особенности технологий производства	73
3.10.1 Определение материала на основе зонирования	73
4 Концепция стартап проекта	77

4.1 Описание продукта	77
4.2 Анализ рынка.....	78
4.3 Целевые сегменты потребителей.....	80
4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	81
4.5 Планируемая стоимость продукта.....	82
4.5.1 Переменные затраты	83
4.6 Постоянные затраты.....	84
4.6.1 Расчет заработной платы.....	85
4.6.2 Расчет затрат на социальный налог	85
4.6.3 Расчет затрат на электроэнергию	86
4.6.4 Расчет амортизационных расходов	87
4.6.5 Расчет общей себестоимости разработки	88
4.6.6 Расчет прибыли	89
4.6.7 Расчет НДС	89
4.7 Объем и емкость рынка	89
4.8 Интеллектуальная собственность.....	92
4.9 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж	92
4.10 Стратегия продвижения продукта на рынок	93
4.11 Окупаемость проекта	95
4.12 Оценка рисков	95
5 Социальная ответственность	97
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97

5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства	97
5.1.2 Требования к организации рабочих мест	98
5.2 Производственная безопасность.....	99
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	100
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на исследователя (работающего)	107
5.3 Экологическая безопасность.....	109
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	110
5.5 Выводы по разделу.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
Приложение А (Справочное) Раздел магистерской диссертации на английском языке	123

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день актуальна проблема повышения статистики заболеваниям опорно-двигательного аппарата среди населения, в частности такого как ДЦП, сколиоз, межпозвонковые грыжи, а также различные нарушения опорно-двигательного аппарата, вызванные инсультом [1]. Важно отметить, что причинами нарушений могут быть как врожденные патологии, так и приобретенные в следствие малоподвижного образа жизни. Особое внимание стоит уделить пребыванию в ортопедически некорректном положении в течение длительного времени.

Для восстановления опорно-двигательного аппарата применяются устройства, фиксирующие пациента в физически корректном положении [2]. Недостатком имеющихся моделей кресел-опор, представленных на рынке, является низкая эффективность, поскольку для достижения результата положительной динамики необходимы точные настройки системы, учитывающие индивидуальные отклонения пациента и формирующие необходимую плоскость. Изготовление ортезной системы на заказ не является решением данного вопроса, поскольку имеет недоступную стоимость для большей части пользователей.

Разработка направлена на применение пользователями с инвалидностью; с незначительными нарушениями опорно-двигательного аппарата, а также в целях профилактики развития заболеваний опорно-двигательного аппарата и возможных патологий. Кроме того, кресло-опора имеет социальную направленность, оказывает положительное влияние на социализацию лиц с инвалидностью, поскольку визуально приближает специализированную медицинскую мебель к привычной за счет высоких эстетических свойств. Важно отметить, что удовлетворение социальных потребностей людей является основополагающим для психологического комфорта личности.

Целью данного исследования является разработка модели кресла-опоры позволяющей позволяющих учитывать индивидуальные параметры пациента для повышения эффективности технического средства реабилитации за счет плотного прилегания и фиксации пациента в ортопедически корректном положении с учетом отклонений от нормы. Важным критерием является ценовая доступность для потенциальных покупателей со средним достатком.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. анализ научно-исторических тенденции развития проектирования реабилитационного оборудования;
2. формулирование эргономических требований к модулям реабилитационного оборудования с учетом визуального восприятия человека и антропометрических данных пользователя;
3. определение особенностей использования эргономических исследований в дизайн-проектировании реабилитационного оборудования;
4. разработка на основе выработанных рекомендаций конструктива и дизайна реабилитационного оборудования;

1 Научно-исследовательская часть

1.1 Научно-исторические тенденции развития проектирования реабилитационного оборудования

В медицине термин «реабилитация» используется как комплекс медицинских, педагогических, профессиональных и юридических мер, направленных на восстановление нарушенных функций организма и трудоспособности больных и инвалидов. Но однозначного понятия для данного термина не существует [3].

В 1969 году во втором отчете Комитета экспертов Всемирной организации здравоохранения по реабилитации было названо сочетание и применение медицинских, социальных, просветительных и профессиональных мероприятий, которые включают в себя обучение или переобучение инвалидов. В резолюции IX Совещания министров здравоохранения бывших социалистических стран термин реабилитации определен как система государственных, социально-экономических, медицинских, профессиональных, педагогических, психологических и других мероприятий, которые направлены на предупреждение развития патологических процессов. Соответственно, терминологию данного термина можно понимать значительно шире, чем просто восстановление здоровья.

Принято считать, что средства современной реабилитации восходит к годам Первой мировой войны, когда в Великобритании были созданы ортопедические госпитали для лечения инвалидов войны. В этих госпиталях широкое применение находила трудотерапия, которая проводилась под руководством квалифицированных рабочих. Впоследствии данный опыт был перенят российскими врачами и использован в ортопедических и психиатрических лечебных учреждениях. Затем свое развитие получила медицинская педагогика, которая оказывала значительное влияние на становление реабилитации не только психических больных, но и соматических. Далекому прошлому трудотерапии могут свидетельствовать древние рукописи об использовании лечения трудом в монастырях.

Важный вклад в реабилитацию внесло направление механотерапии, появившееся в XIX веке благодаря шведскому физиотерапевту- Густаву Цандеру, использующему механизмы для активно-пассивных упражнений пациентов с целью восстановления двигательных функций организма.

Внешний вид первых моделей аппаратов механотерапии представлен на рисунке 1.

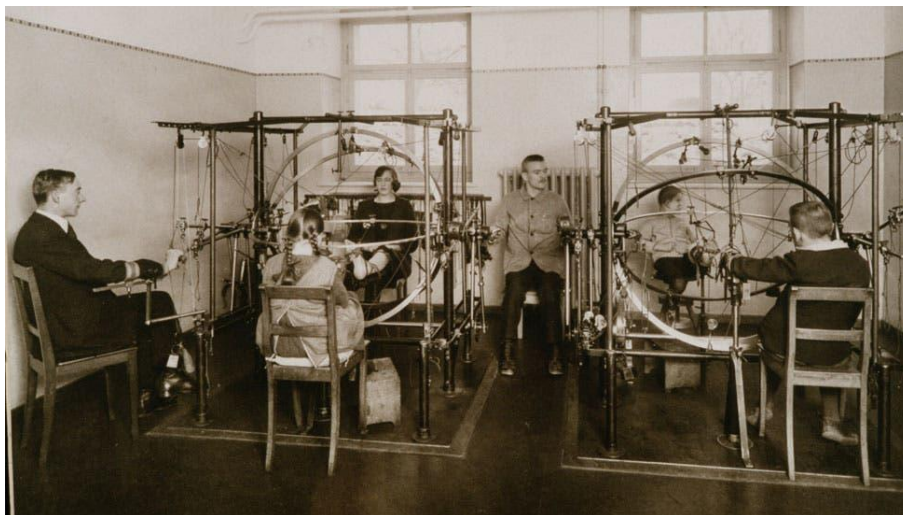


Рисунок 1 – Первые аппараты механотерапии для реабилитации двигательных функций пациентов 1918 год

Первые аппараты механотерапии обладали следующими свойствами:

- отсутствие эстетической проработки
- низкая эргономическая проработка аппарата
- сложность настройки и эксплуатации средства
- отсутствие мобильности аппарата, нет возможности для быстрой транспортировки
- использование имеющихся подручных материалов, отсутствие использования CMC дизайна (цвет, материал, отделка)

На сегодняшний день развитие научных исследований в области ортопедии, современных материалов, эргономики, теории восприятия

позволяет совершенствовать технические средства реабилитации, улучшать психофизиологическое взаимодействие между пользователем и объектом.

Механотерапия активно используется для реабилитации пациентов с различными видами заболеваний, в том числе с дефектами опорно-двигательного аппарата [3]. Весь комплекс мероприятий реабилитации можно подразделить на:

1. Медицинскую реабилитацию, которая использует методы медикаментозной терапии, физиотерапии, лечебной физкультуры, лечебное питание, хирургическую коррекцию;

2. Психологическую реабилитацию, подразумевающую мероприятия по своевременной профилактике и лечению психических нарушений;

3. Профессиональную реабилитацию, основными задачами которой являются восстановление соответствующих профессиональных навыков или переобучение пациентов, а также решение вопросов их трудоустройства;

4. Социальную реабилитацию, которая включает разработку и принятие на государственном уровне соответствующих нормативно-правовых актов, гарантирующих людям с ограниченными возможностями отдельные социальные права и льготы [3].

Использование общих грубых форм в технических средствах реабилитации оказывает угнетающее воздействие на психику пациента, вызывая негативные эмоции, возможно страх и нежелание использовать аппарат, а также снижает эффективность, поскольку не повторяет точных антропометрических данных пользователя, снижая прилегание аппарата (рисунок 2).



Рисунок 2 – Формы технического средства реабилитации

Важно отметить, что среди пациентов, проходящих реабилитацию с целью восстановления двигательных функций около 75% детей с диагнозом ДЦП, сколиоз возрастом от 10 до 18 лет [1]. В данной возрастной категории необходимо учитывать социальный фактор. При наличии физических нарушений становление личности в обществе протекает сложнее, использование технического средства реабилитации (ТСР) при отсутствие эстетичной формы может вызывать негативные эмоции при восприятии объекта, поскольку аппарат отличается от привычных объектов для здоровых людей и несет повышенное внимание со стороны общества.

Кроме эстетических показателей форма ТСР оказывает влияние на физические показатели при реабилитации. Форма, отвечающая нормам эргономики и точным антропометрическим данным пользователя, позволяет точно воздействовать на организм пользователя, что несет увеличение эффективности применения технического средства реабилитации и положительную динамику восстановления. При наличии свободных областей в форме ТСР, не отвечающих антропометрическим данным пациента возможно оказание негативного влияния на пациента.

На сегодняшний день аппараты механотерапии обладают следующими свойствами по сравнению с первыми средствами:

- мобильность конструкции по сравнению с габаритами начальных аппаратов

- большая проработка форм с точки зрения эстетики
- более упрощенная настройка аппарата
- возможность подстраиваться под различные габариты пользователей [4].

1.2 Проблемы современных ТСР

Современные аппараты отличаются более качественной проработкой форм с точки зрения эргономики и эстетики. Научные исследования в области антропометрии, эргономики, а также теории психологического восприятия, позволяют улучшать взаимодействие между пользователем и объектом.

Сфера реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата имеет тенденцию к развитию объекта, учитывающего индивидуальные данные пользователя и подстраивающегося под конкретные антропометрические данные пользователя для повышения эффективности проводимых процедур. Современной реалии развития реабилитационной медицины тенденцией в механотерапии является разработка конструкции и формы ТСР, пригодной для использования в домашних условиях. Для данных условий важны следующие факторы:

Важно отметить, что несмотря на развитие средств технической реабилитации по сравнению с первыми аппаратами, современные также имеют ряд недочетов, негативно влияющих на процесс взаимодействия с пользователем.

- недостаточная мобильность конструкции, для комфортного перемещения в рамках жилого пространства;
- необходимость специальных знаний устройства для быстрой настройки конструкции под параметры пользователя;
- крупные габариты для размещения в среднестатистическом жилом пространстве;

- низкая эргономичность форм, не позволяющая настроить аппарат под точные индивидуальные отклонения пациента.

Таким образом, при разработке технического средства реабилитации необходимо учитывать следующие критерии:

- Мобильность конструкции, позволяющая транспортировать техническое средство реабилитации;
- Габариты ТСР, позволяющие разместить объект в среднестатистическом жилом пространстве;
- Подготовка ТСР перед использованием, не требующая специальных знаний от родителей пациентов и позволяющая быстро и без затруднений настроить объект самостоятельно.

Прежде чем создать новое изделие, продукт или товар необходимо провести патентное исследование, чтобы выявить запатентованные изделия и технологии. Разрабатываемое изделие должно обладать «патентной чистотой» для того, чтобы избежать патентных споров. Для такого поиска используются разные патентные базы: российские, европейские, азиатские и специализированные базы, которые соответствуют техническому заданию.

Благодаря патентным базам можно получить много информации для разработки изделия, возможность обучаться и видеть существующие модели или наработки. В них до мелочей описаны свойства и функции запатентованных решений. Стоит отметить, что патентуется именно решение, которое реализуется в изделии. В качестве поисковой базы патентов был выбран ресурс федерального института промышленной собственности [5]

1.3.1 Кресло-сидение для реабилитации больного церебральным параличом

Изобретение относится к медицине, в частности касается конструктивного исполнения кресла-сиденья, предназначенного для реабилитации детей со всеми формами детского церебрального паралича.

Церебральный паралич является наиболее распространенным в мире детским заболеванием, приводящим к инвалидности. Его основные симптомы, такие как сложность сохранения равновесия, постоянно повышенный или пониженный мышечный тонус и бесконтрольные движения являются предпосылками для использования индивидуального подхода при создании сидений для этих больных.

Неспособность контролировать движения своего тела отрицательно сказывается на всех сторонах социального, физического и умственного развития детей. Большинство таких детей имеют сложности в поддержании равновесия даже в положении сидя. В противоположность здоровым детям, они не могут использовать свои руки для того, чтобы играть, самостоятельно управлять инвалидной коляской, совершать другие необходимые действия, так как их положение крайне неустойчиво.

Устройство имеет боковые поддерживающие элементы для осуществления контроля развития сколиоза за счет придания стабильного положения позвоночника в пространстве (рисунок 3) [6].

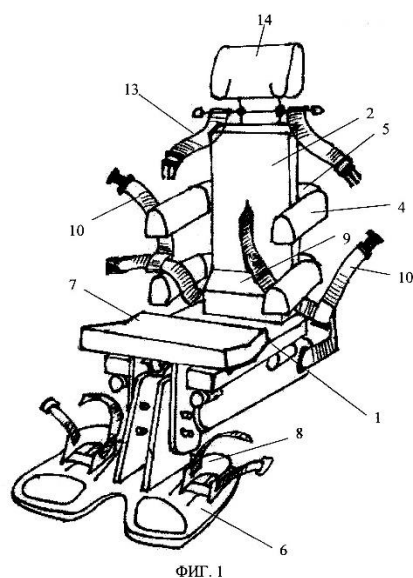


Рисунок 3 – Кресло-сидение для реабилитации больного церебральным параличом

Недостатком данной модели является низкая эстетическая проработка форм объекта, что влияет на спастичность мышц пациента, а следовательно, на качество проводимой реабилитации.

1.3.2 Пассивный экзоскелет для поддержки спины и рук

Полезная модель относится к устройствам, облегчающим перемещение грузов и предназначенным для усиления физических возможностей человека. Может использоваться в целях оказания профилактического воздействия на позвоночник пользователя. Устройство имеет жилет, содержащий поддерживающий элемент в области спины в грудном отделе (рисунок 4).

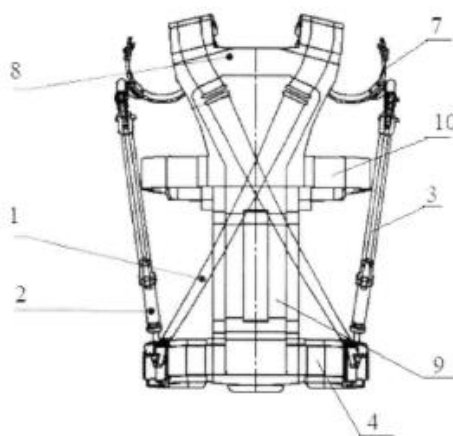


Рисунок 4 – Изображение экзоскелета вид сзади

Отличительным элементом экзоскелета является упругая пластина в области поясничного отдела, что позволяет осуществлять поддержку спины пользователя [7]. В качестве удерживающих элементов используются ремни фиксаторы (рисунок 5).

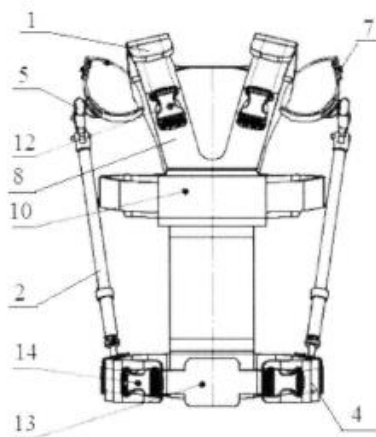


Рисунок 5 – Вид спереди

1.3.3 Фиксатор поясничного отдела позвоночника

Устройство относится к сфере медицинских ортопедических устройств для наружной коррекции позвоночника в процессе функциональной деятельности человека. Фиксатор выполнен в виде подушки с жестким основанием, на котором укреплена упругая накладка с вертикальной вогнутостью. В накладке есть горизонтальная выпуклость по форме естественной кривизны позвоночника. Фиксатор снабжен крепежными ремнями. Технический результат заключается в возможности проведения ортопедической профилактики и лечения искривления позвоночника непосредственно в процессе профессиональной деятельности человека (рисунок 6).

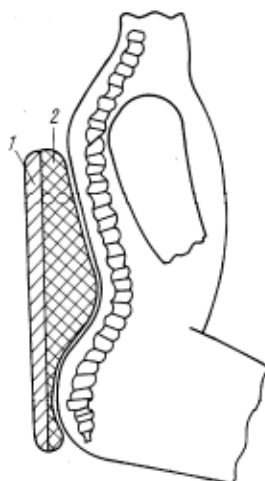


Рисунок 6 – Фиксатор поясничного отдела позвоночника

Воздействие на поясничный отдел осуществляется по средствам фиксации тела пациента в ортопедически корректном положении. Устройство имеет жесткое основание, на которое крепится упругая подушка с вертикальной вогнутостью по форме естественной кривизны позвоночника [8].

1.4 Анализ рынка моделей кресел-опор

Помимо патентного поиска было также решено провести анализ моделей, представленных на рынке и доступных к покупке пользователями. На сегодняшний день на рынке представлены различные модели кресел-опор.

Рынок кресел-опор можно разделить условно на две категории:

- Российские модели;
- Зарубежные модели (преимущественно европейских и американских производителей).

1.4.1 Анализ аналогов кресел-опор российских производителей

При введении поискового запроса российских кресел-опор можно сформулировать следующие характеристики полученных моделей:

- Низкая эстетика моделей кресел-опор;

- Использование недолговечных материалов для возможности изменения настроек под параметры пользователя;
- Отсутствие полного контакта тела пациента с поверхностью устройства, что негативно влияет на процесс реабилитации;
- Отсутствие гибкой настройки устройства под индивидуальные отклонения от нормы;
- Низкая фиксация тела пациента для пациентов с пониженным тонусом мышц.

Пример аналогов моделей российских кресел-опор для реабилитации при ДЦП представлен на рисунке 7 [9].



Рисунок 7 – Российские модели кресел-опор

Таким образом, российские модели не обладают эстетическими свойствами, помимо этого они отличаются низким функционалом, что негативно отражается не только на спросе, но и на самом качестве оздоровления организма.

1.4.2 Анализ аналогов кресел-опор зарубежных производителей

На сегодняшний день наблюдается низкая возможность приобретения зарубежных моделей кресел-опор, тем не менее рассмотрим предлагаемые рынком аналоги (рисунок 8) [10].



Рисунок 8 – Зарубежные модели кресел-опор

Выделим следующие характеристики моделей кресел-опор зарубежного производителей:

- Использование недолговечных материалов для возможности изменения настроек под параметры пользователя;
- Отсутствие полного контакта тела пациента с поверхностью устройства, что негативно влияет на процесс реабилитации;
- Отсутствие гибкой настройки устройства под индивидуальные отклонения от нормы;
- Низкая фиксация тела пациента для пациентов с пониженным тонусом мышц.

Также важным существенным параметром помимо сложности или невозможности поставок является стоимость устройства, недоступная для покупателей со средним достатком.

1.5 Критерии разработки кресла-опоры

Таким образом, исходя из проведенного патентного поиска и анализа моделей, представленных на рынке, сформулируем критерии разработки проектируемого кресла-опоры:

- Использование долговечных материалов для возможности изменения настроек под параметры пользователя;
- Обеспечение полного контакта тела пациента с поверхностью устройства;
- Гибкая настройка устройства под индивидуальные отклонения пациента от нормы;
- Фиксация тела пациента для пациентов для стабилизации ортопедически корректной позы;
- Обеспечение ценовой доступности кресла-опоры для пользователей со средним достатком.

1.6 Особенности использования эргономических исследований в дизайн-проектировании реабилитационного оборудования

При проектировании объекта, отвечающего на выходе вышеперечисленным критериям, необходимо задействовать методы эргономического анализа, позволяющие исследовать различные факторы использования кресла-опоры.

Условно выделяют два этапа эргономического исследования: [11]:

- 1) аналитический;
- 2) проектировочный.

Условность классификации этапов объясняется формированием сфер исследования эргономики для наиболее точного анализа.

Аналитический этап является первоначальным при эргономическом исследовании проектируемого объекта и включает в себя теоретический анализ деятельности пользователя при взаимодействии с объектом, его психофизиологические показатели.

Экспериментальный этап позволяет подтвердить или опровергнуть истинность теоретических исследований особенностей взаимодействия пользователя с объектом с помощью практических испытаний объекта в

естественных условиях, или в искусственных (лабораторных) условиях. Лабораторные исследования подразделяются на:

- **Синтетические**- целостное воспроизведение процесса взаимодействия системы человек-машина
- **Аналитические**- воспроизведение элемента процесса взаимодействия системы человек-машина, весь процесс не рассматривается

Важно отметить, что аналитические исследования по сравнению с экспериментальными носят приблизительный характер, поскольку особенности взаимодействия пользователя с объектом могут быть не выявлены на теоретическом уровне, но могут быть обнаружены с помощью эксперимента. Примером являются чрезвычайные ситуации, в которых действия человека могут отличаться от привычных.

1.6.1 Группы эргономических методов

Также можно выделить четыре известные группы эргономических методов, применяемых в дизайн-проектировании [12]:

- организационные;
- эмпирические;
- обработка данных;
- интерпретация данных;

Организационные методы подразумевают комплексный системный подход к эргономическому анализу. Эмпирические методы включают способы получения данных, которые можно также разделить на две крупные категории: объективные и субъективные. Методы обработки данных позволяют описать полученные данные.

Наиболее крупной является вторая классификация эргономических методов-эмпирическая, зачастую методы данной группы применяются комбинированно.

При эргономическом анализе важно учитывать следующие основные группы факторов:

1) Учет антропометрических, психофизиологических, биомеханических данных пользователя;

2) Обеспечение физиологически правильной позы, способствующей реабилитации пациента, достаточное пространство для осуществления деятельности, удобный обзор всех функционально важных узлов и элементов объекта;

3) Цветовое решение, вызывающее положительные эмоции у человека, способствующее восстановлению пациента без негативного психоэмоционального воздействия;

Таким образом, согласно исследованным методам эргономического анализа, для разработки элементов ортезной системы ТСР, наиболее оптимальными являются следующие методы:

Организационный метод-выявление задач деятельности пациента [13]. Для разработки корректного оборудования важно понимать какие действия совершает пациент в рамках реабилитации. Для выявления задач деятельности необходимо:

- Проведение интервью с лечащим врачом-реабилитологом для выявления недостатков объекта, выявления необходимых доработок с точки зрения медицинского оборудования
- Интервью с пациентом для выявления дискомфортных ощущений при использовании ортезной системы, которые можно устранить путем доработки конструкции

Для снятия точных биометрических данных возможно использование 3D сканера, позволяющего учесть не только габаритные размеры, но и отклонения от нормы, выражающиеся в угловых величинах, что позволит получить готовую модель тела пациента для последующего моделирования разрабатываемых элементов ортезной системы.

- **Эмпирический метод**- субъективное наблюдение за деятельностью пациента во время использования аналога проектируемого объекта, оценка утомляемости, выявление недостатков объекта:

- Интервью с пациентом для выявления дискомфортных ощущений при использовании ортезной системы, которые можно устранить путем доработки конструкции;
- Анализ действий пациента, выявление недостатков с точки зрения эргономики, формообразования и цветового решения;
- Создание виртуальной самотографии с использованием отсканированной модели тела пациента для установления гипотезы удобопользования перед разработкой прототипа объекта.

При формировании эргономических требований к модулям технического средства реабилитации важно учитывать две категории составляющих:

- Антропометрические параметры потенциального пользователя;
- Визуальное восприятие объекта человеком.

1.7 Эргономические требования к модулям технического средства реабилитации

1.7.1 Антропометрические параметры

Задействование точных антропометрических данных пользователя позволяет обеспечить плотное прилегание ТСР, а именно ортезной системы, что повышает качество проводимой реабилитации [14]. Необходимо учитывать специфику заболевания пациента при снятии мерок для проектирования объекта, применимого для лечения. Зачастую использование общих габаритов пациента недостаточно, важно снимать градусные отклонения.

При разработке объекта, позволяющего проводить реабилитационные действия необходимо соблюдение следующих требований [15]:

- Плотное прилегание устройства к телу пациента;
- Возможность настройки аппарата под антропометрические данные пользователя;
- Возможность вставки дополнительных съемных модулей формирующих необходимую плоскость для воздействия на пациента;
- Возможность изготовления ортезов или их составных частей на промышленном производстве.

Соблюдение вышеперечисленных требований при дизайн-проектировании кресла-опоры позволит разработать высокоэффективное техническое средство реабилитации. Деление объекта на стандартные и индивидуальные составные части позволит внедрить универсальное решение, при этом воздействующее на отклонения конкретного пациента.

1.7.2 Визуальное восприятие объекта реабилитации

Помимо учета антропометрических параметров важной составляющей объекта для реабилитации пациентов является визуальный комфорт

пользователя при восприятии средства, что влияет на психоэмоциональное состояние и на эффективность лечения [16].

При взаимодействии с объектом пользователь изначально обращает внимание на основные признаки объекта, то есть его внешние качества такие как размер, форма и цвет [17]. Использование той или иной формы непосредственно оказывает психологическое влияние на восприятие объекта. Например, наличие острых углов, ассоциируется с агрессивным, более негативным настроением, по сравнению с ощущениями от мягких и округлых форм [18]. Кроме того, по очертаниям форм объекта можно судить о его функции, насколько он пригоден для нее (квадрат имеет высоту равную ширине, что позволяет сказать о его устойчивости, статичности в отличие от округлой формы, более ассоциирующейся с динамикой). Данные характеристики важно учитывать при проектировании в дизайне, поскольку расхождение образа объекта, создаваемого формой с его основной функцией, вызовет непонимание у пользователя.

Воздействие геометрической формы объекта на психическое восприятие этого объекта человеком довольно существенно. В отдельных случаях именно форма объекта, а не его цвет играют первостепенную роль в восприятии. Необходимо отметить, что способность геометрических фигур по-разному влиять на психику человека столь велика, что в психологии существуют различные тесты на определение черт характера человека с помощью предпочтений фигур.

При разработке реабилитационного оборудования чрезвычайно важно учитывать психологические аспекты восприятия объекта человеком, поскольку пациент напрямую контактирует с техническим средством реабилитации и его восприятие объекта отражается на результате восстановительных процедур. Таким образом, для достижения высокого результата необходимы положительные эмоции от восприятия объекта пациентом. Достижение положительных эмоций достигается наличием

визуального комфорта. Критериями визуально комфортного объекта в сфере реабилитации опорно-двигательного аппарата являются:

- Использование бионической формы объекта;
- Цветовая гамма объекта, поддерживающая благоприятное состояние пользователя в процессе реабилитации.

Бионическая форма объекта имеет плавные формы, что способствует расслаблению внимания пользователя, без концентрации на резких акцентах. Бионика близка и понятна для психики человека на подсознательном уровне, поскольку в основе лежат природные формы [19].

В формообразовании технических средств реабилитации для опорно-двигательного аппарата использование бионических форм чрезвычайно актуально, поскольку конструкция закрепляется на теле человека и занимает значительную часть его площади (рисунок 9).



Рисунок 9 – Конструкция технического средства реабилитации, повторяющая форму человеческого тела

Для осуществления результативных действий пользователь должен:

- понимать функцию средства реабилитации;
- комфортно себя ощущать во время использования;

- положительно воспринимать ТСР, как неотъемлемую часть получения успешного результата.

В случае с негативным восприятием формы, ТСР может восприниматься как не безопасное, инородное устрашающее средство, тем самым подсознательно пользователь будет отстраняться от объекта, что снизит эффективность занятий.

Важной функцией цветового решения в техническом средстве реабилитации является создание необходимого настроения у пациента с помощью задействованной цветовой гаммы. На сегодняшний день психологами выявлен основной ряд ассоциаций, психофизиологических состояний человека при влиянии различных цветов. Гете заложил основы современной цветотерапии, обнаружив положительное и отрицательное влияние цвета на психику человека.

В психодиагностике существуют «цветные методы», которые позволяют составить портрет личности и определить ее актуальное психофизиологическое состояние.

С физиологической и медицинской точки зрения особое биологическое значение имеют отдельные цвета солнечного спектра. По данным Е. Рабкина [9], все цвета делятся на две группы - пассивные и активные. В первую группу входят монохромные цвета - белый, серый, черный. Активных цветов значительно больше, они отличаются тоном, насыщенностью, оттенками, которые обусловлены длиной световых волн.

Необходимо рассмотреть влияние отдельных цветов на психофизиологическое состояние человека:

- Красный цвет. С физиологической точки зрения он прежде всего влияет на сердце, кровообращение, стимулирует иммунитет и активизирует обмен веществ. Также красный цвет помогает бороться с сильными стрессами. Однако для слишком эмоциональных людей красный в большом количестве может оказаться вредным [20].

- Розовый цвет. Он успокаивает нервную систему, улучшает настроение, способствует расслаблению мышц и глубокому сну. Данный цвет помогает выздороветь даже при тяжелых заболеваниях [20].

- Желтый цвет. Помогает при грустном настроении и при постоянной пассивности. Этот цвет положительно действует на меланхолических, склонных к пассивности людей, имеющих проблемы в общении, оптимален для рабочей комнаты, столовой и детской [20]. Желтый цвет связан с солнечным сплетением и всей нервной системой человека. Он мягко стимулирует и укрепляет нервную систему, активизируя логику и центры головного мозга, которые контролируют процессы мышления и речи.

- Оранжевый цвет. Данный цвет обладает свойствами красного и желтого цветов, поскольку он возникает при смешивании двух. С физиологической точки зрения оранжевый цвет способствует общему укреплению организма, нормализует деятельность эндокринной системы, а также он улучшает пищеварение и повышает аппетит [20].

- Зеленый цвет. В воздействии на нервную систему человека данный цвет проявляет свойства теплых и холодных цветов, одновременно освежая и успокаивая. Зеленый способствует стабильному росту умственной работоспособности и концентрации внимания. Влияние этого цвета создание ощущения мира и равновесия, покоя и обновления. Является оптимальным цветом для спальни и рабочей комнаты [20].

- Синий цвет. Он создает положительный психотерапевтический эффект при меланхолии, истерии, эпилепсии, также синий цвет помогает при бессоннице. Данный цвет рекомендован при заболеваниях позвоночника, мозга, глаз, воспалениях носовых пазух, он снимает боль при заболеваниях костной и эндокринной систем [20].

- Голубой цвет. Данный цвет помогает повысить иммунитет, снизить артериальное давление, а также голубой цвет помогает снизить температуру и способен остановить распространение инфекции. Интенсивные голубые тона положительно влияют на область головы в целом [20].

- Фиолетовый цвет. Данный цвет сильно воздействует на подсознание, помогая бороться с глубинными страхами, различными психическими и нервными расстройствами. В цветотерапии применяют его успокоенность и способность очищения и укрепления. Чрезмерное же влияние угнетает нервную систему и может вызвать апатию [20].

- Белый цвет. Это символ чистоты и духовности, исцеления от болезней, цвет равновесия, добра и успеха. Он помогает успокоиться и снять внутреннее напряжение. Белый цвет лечит центральную нервную систему и помогает восстанавливать структуру мозговых тканей, которые связаны с сознанием [20].

При проектировании коленного ортеза также важно учитывать специфику выполняемых лечебных упражнений. При необходимости выполнения сгибательно-разгибательных активных действий возможно использование цветов, активизирующих нервную систему, таких как красный, оранжевый, желтый. В случае с использованием коленных гильз для профилактики спастичности у пациентов, снижению напряжения в мышцах, наиболее благоприятным действием будут обладать цвета холодного спектра – синий, голубой.

В дизайн-проекте планируется разработка направленная на расслабление мышц пациента, а следовательно на уменьшение их спастичности, что необходимо для оказания результативного влияния на пациента по средствам реабилитационных действий. Для достижения данного психофизиологического эффекта планируется использовать синий и белый цвета.

2 Проектно-художественная часть

2.1 Случаи применения разрабатываемого объекта

Перед началом проведения эргономического исследования важно определить специфику применения разрабатываемого кресла-опоры, а именно виды заболеваний, на которые направлено использование объекта. Рассмотренные аналоги предназначаются для использования при сколиозе, а также при легких степенях ДЦП, где необходима фиксация пациента в ортопедически корректном положении [21].

Из-за отсутствия гибкой настройки системы применение аналогов становится невозможным в более патологических ситуациях при большей степени отклонений параметров пациента от нормы. Также отсутствие индивидуальных вставок не позволяет учесть отклонения каждого пациента, что снижает эффективность и может нанести вред при использовании объекта.

Разрабатываемый конструктив кресла-опоры совместно с врачом-реабилитологом решает вышеописанные проблемы, что позволяет проводить восстановление при следующих заболеваниях [22]:

- Сколиоз;
- Кифоз;
- Паралич мышц спины (ДЦП, полиомиелит);
- Переломы позвоночника.

Поскольку пациент фиксируется в необходимом положении, снимается частичная нагрузка, что обеспечивает снижение болевого синдрома, на подобие эффекта ношения медицинского корсета.

Также возможно использование кресла-опоры как средства реабилитации при наличии межпозвонковых грыж, а также после инсульта. Для разрабатываемого объекта были сформулированы эргономические требования по корректному положению сидя без учета индивидуальных отклонений, отраженные на рисунке 10.

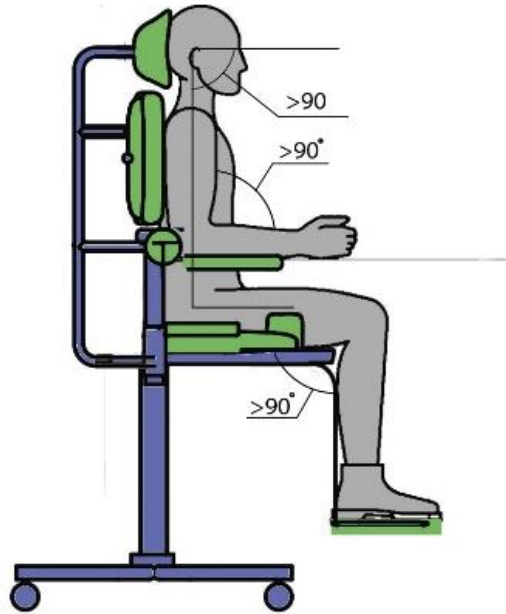


Рисунок 10 Физически корректное положение сидя

Важно отметить, что использование кресла-опоры возможно не только при сложно обратимых нарушениях опорно-двигательного аппарата, но и при начальной стадии для предотвращения развития патологий, что в современных реалиях связано с ведением малоподвижного образа жизни и находящимся преимущественно в ортопедически неверном сидячем положении. Потенциальными пользователями являются:

- Офисные работники;
- Фрилансеры (при ненормированном рабочем графике преимущественно в положение сидя);
- Лица пожилого возраста.

2.2 Исследование антропометрических параметров потенциальных пользователей

Для выявления оптимальных антропометрических данных пользователей было решено исследовать крайние границы возраста пользователей. Потенциальными пользователями являются взрослые, лица от

18 лет. Для точности исследуемых антропометрических параметров данные группы были разделены по гендерному признаку.

В таблице 1 представлены параметры роста женщин, основанные на данных 5 и 95 перцентилей по данным Всемирной организации здравоохранения [23].

Таблица 1 Параметры роста женщин

5 перцентиль	95 перцентиль
152 см	180 см

Данные Всемирной организации здравоохранения по параметрам роста мужчин представлены в таблице 2 [23].

Таблица 2 Параметры роста мужчин

5 перцентиль	95 перцентиль
164 см	188 см

Дальнейшим этапом исследования стало исследование модели кресла-опоры, представляемая компанией Техномед с возможностью получения комментариев от врача-реабилитолога и непосредственных пользователей объекта (рисунок 10).



Рисунок 10 – Модель кресла-опоры компании Техномед

Для выявления недостатков имеющегося аналога было проведено интервью с лечащим врачом-реабилитологом, в ходе которого были сформулированы следующие пункты:

- Низкое прилегание формы к телу пациента;
- Отсутствие точной настройки под индивидуальные отклонения пользователя;
- Отсутствие фиксации головы пациента;
- Отсутствие деления спинки на отделы позвоночника (шейный, грудной, поясничный), что не позволяет регулировать объект под параметры пациента;
- Сложная система настройки конструкции, не интуитивная без специальных знаний, занимающая продолжительное время и утомляющая пациента;
- Использование острых краев, снижающих безопасность использования объекта и его комфортабельность;
- Отсутствие креплений пациента, ремней фиксации верхней части туловища;

- Отсутствие абдуктора.

Таким образом, исследуемое кресло-опора имеет ряд серьезных отклонений, что существенно снижает ее эффективность, а также повышает вероятность нанесения травм пациенту при ее использовании, что недопустимо для реабилитационного оборудования.

Также в ходе исследования эргономических параметров кресла-опоры с помощью субъективной оценки промышленного дизайна, были выявлены следующие недостатки в рамках эстетики объекта:

- Несбалансированные формы объекта
- Сочетание квадратных и скругленных форм
- Дисбаланс композиции объекта
- Задействование более 3-х цветов в объекте, создающее отсутствие цветовой гармонии

Методом получения данных является личное экспертное мнение промышленного дизайнера. Описанные недостатки оказывают влияние на восприятие объекта пациентом, что оказывает негативное влияние на процесс реабилитации, угнетая психофизиологические показатели пациента [24]

Также в качестве метода эргономического анализа было задействовано субъективное наблюдение за взаимодействием пользователя с ТСР. В результате наблюдения были выявлены следующие данные:

- Страх и неуверенность пациентов от 10 до 16 лет перед первичным взаимодействием с оборудованием;
- Недостаточная фиксация поясничного отдела пациентов из-за не эргономичной формы спинки;
- Слабая мотивация пользователей во время самостоятельного использования объекта;

Для точности выдвигаемой гипотезы касательно использования ТСР, было взято интервью у пользователей. Количество человек, принявших участие равняется 35, возраст от 10 лет до 35 (родители). Респондентам предлагалось оценить свои ощущения во время использования объекта по десятибалльной шкале, ответив на следующие вопросы:

1. Насколько понятно назначение данного объекта?
2. Оцените визуально, насколько понятно управление элементами для настройки кресла-опоры перед использованием?
3. Насколько баллов вы оцениваете визуальную составляющую кресла-опоры, хотелось ли бы провзаимодействовать?

В ходе опроса было произведено деление респондентов на 3 категории:

- От 10 до 13 лет
- От 14 до 18 лет
- От 19 до 35 лет

В результате были получены следующие данные, представленные по категориям на рисунке 11.

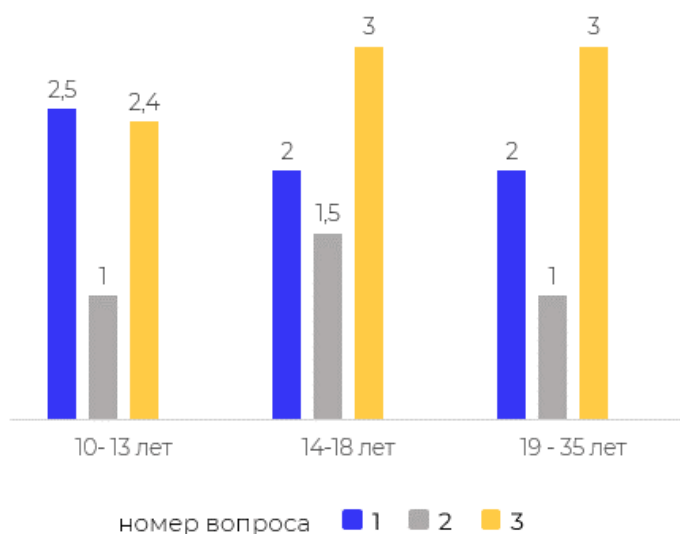


Рисунок 11 – Результаты ответов пользователей по 10-ти бальной шкале

Как можно видеть, пользователям не очевидно назначение объекта низко оценили эстетику объекта (около 2 баллов из 10), также управление объектом не интуитивно, вызывает сложности и затруднения даже на визуальном уровне (оценка 1 балл из 10). Визуальная составляющая также получила низкие баллы среди всех возрастов (около 3 баллов из 10).

Таким образом, полученные результаты подтверждают гипотезу не проработанной эргономики объекта и его низкой эстетики, что приводит к низкой мотивации пациента для использования объекта, ощущению дискомфорта на психофизиологическом уровне, а также к снижению качества проводимой реабилитации, получению регрессивного результата из-за низкого соприкосновения тела с поверхностью кресла-опоры.

3 Разработка художественно-конструкторского решения

3.1 Требования к проектируемому объекту

На основе ранее проведенного исследования были выдвинуты следующие критерии для модели кресла-опоры:

- Визуально приятная форма объекта;
- Эргономичная форма кресла-опоры, обеспечивающая плотный контакт пользователя с поверхностью спинки;
- Возможность настройки под антропометрические данные пациента;
- Возможность гибкой настройки под индивидуальные отклонения от нормы;
- Интуитивность настройки элементов, не требующая специальных знаний от пользователя;
- Поддержка головы пользователя для ограничения перемещения при склонности к падению;
- Прочная фиксация пациента для поддержки корректного положения тела;
- Использование цветов, снимающих нервное напряжение, способствующих балансу мышечного тонуса пользователя;
- Создание психофизиологического комфорта при взаимодействии с объектом;
- Использование прочного материала, позволяющего комфортно фиксировать пациента и соответствующего нормам санитарно-гигиенической обработки;
- Эстетичность и эргономичность форм, оказывающая положительное влияние на психофизиологическое состояние пользователя;
- Возможность серийного производства элементов;

Дальнейшим этапом разработки стало рассмотрение норм эргономики в области числовых значений градусов углов подъема в устройстве для проектирования кресла-опоры (рисунок 12) [25].

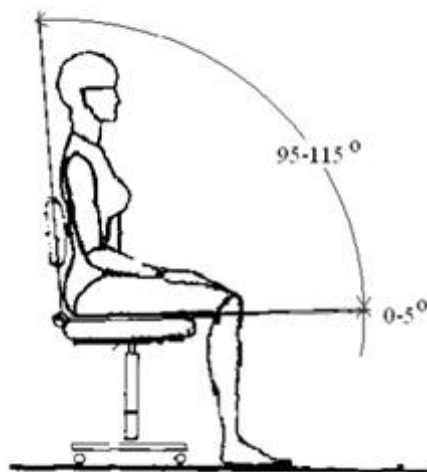


Рисунок 12 Измерения углов для разработки кресла-опоры

3.2 Разработка конструктивной части кресла-опоры

Для разработки модели кресла опоры необходимо первоначально определить составляющие кресла-опоры и их взаимосвязь.

На основе сформулированных ранее критериев, направленных на увеличение эффективности использования кресла-опоры пациентами с нарушениями опорно-двигательного аппарата, было разработано эскизное решение (рисунок 13).



Рисунок 13 Эскизное решение конструктивного расположения элементов кресла-опоры

Функцией кресла-опоры является фиксация пользователя в ортопедически корректном положении [26]. По результатам разработки эскизного решения была проведена консультация с врачом реабилитологом, на которой было получено утверждение конструктивной части.

На основании эскиза была разработана первоначальная модель кресла-опоры, отражающая расположение элементов и их взаимосвязь между собой (рисунок 14).



Рисунок 14 – Моделирование конструктивной части кресла-опоры

Поскольку при проведении реабилитации, как было отмечено выше необходима возможность настройки устройства под индивидуальные антропометрические данные пользователя, было решено разделить верхнюю часть на три составляющие:

- Подголовник с функцией фиксации черепа;
- Грудной отдел;
- Поясничный отдел.

Важно отметить разделение грудного отдела на две составляющие части, что позволит независимо корректировать положение элемента в пространстве под данные пользователя (рисунок 15).



Рисунок 15 – Разделение грудного отдела на две настраиваемые независимые составляющие

Поскольку изготовление корпуса спинки планируется выполнять серийным методом на промышленном производстве [27], важно учитывать критерий универсальности и адаптируемость под пользователей с различными антропометрическими данными.

Принцип деления поверхности спинки на две составляющие позволяет одновременно воздействовать на две стороны грудного отдела [28], регулируя параметры каждой стороны независимо друг от друга, что увеличивает точность воздействия на пациента, а соответственно позволяет ускорить процесс реабилитации. Важно отметить, что при сколиотической осанке такое

деление на различные поверхности необходимо, поскольку искривление позвоночного столба может быть не симметрично [29].

Помимо вышеописанной возможности также подразумевается внедрение принципа использования при необходимости индивидуальных модулей для каждого пользователя, разработанных при помощи 3D сканирования антропометрических данных тела пациента, смоделированных и распечатанных из упругого материала на 3D принтере.

Также в модель была включена функция фиксации ног пациента, необходимая для обеспечения корректного положения пользователя при нарушениях опорно-двигательного аппарата, связанных с тонусом мышц и неврологическими повреждениями. Корректное положение осуществляется за счет закрепления поверхности стопы, а также за счет применения абдуктора.

3.3 Разработка эскизных решений кресла-опоры

Вышеописанные этапы были направлены на выявление заболеваний, при которых необходимо использование кресла-опоры и определение его функций. Дальнейшим этапом разработки стала проработка формы объекта [21], направленная на формирование эстетических качеств, создающих визуальный комфорт, а также способствующих оказанию положительного психофизиологического влияния.

За основу доработки формы были взяты следующие критерии:

- Плавные, бионические формы;
- Высокие эстетические качества объекта, отвечающие современным трендам и нормам нейроэстетики [30];
- Возможность использования индивидуальных вставок для формирования уникальной поверхности, направленной на устранения нарушений конкретного пациента;

Для разработки первого визуального концепта помимо вышеописанных критериев был взят принцип визуального единства элементов

[31], выстраивающихся в одну систему, что также увеличивает психологический комфорт при восприятии объекта пользователями. На рисунке 16 представлен эскизный вариант, отражающий взаимосвязь верхней части корпуса кресла-опоры.



Рисунок 16 – Концепт доработки формы верхней части корпуса кресла-опоры

На эскизе представлены гильзы для головного отдела; грудного, фиксирующая пользователя в ортопедически верном положении и позволяющая добавлять индивидуальные вставки в ортезную систему. Также представлена гильза, удерживающая поясничный отдел с выступающей упругой вставкой. Гильза сидение имеет сборно-разборную конфигурацию, обеспечивая совмещение двух вышеописанных типов- сидение, замещающее абдуктор с распределением массы тела человека для правильной посадки, а также полноценное сидение, обеспечивающее плотную фиксацию пациента в необходимом положении.

Таким образом, данное сочетание гильз возможно использовать как независимо друг от друга, так и для обеспечения фиксации тела пользователя в ортопедически верном положении.

За основу второго варианта концепта была взята более обтекаемая форма [32], способствующая полноценному погружению корпуса пользователя в кресло-опору и поддерживающая максимальный контакт с телом, что важно при осуществлении реабилитации. Также была проработана гильза подголовника, имеющая более закругленную форму и позволяющая надежнее закреплять череп пользователя (рисунок 17).

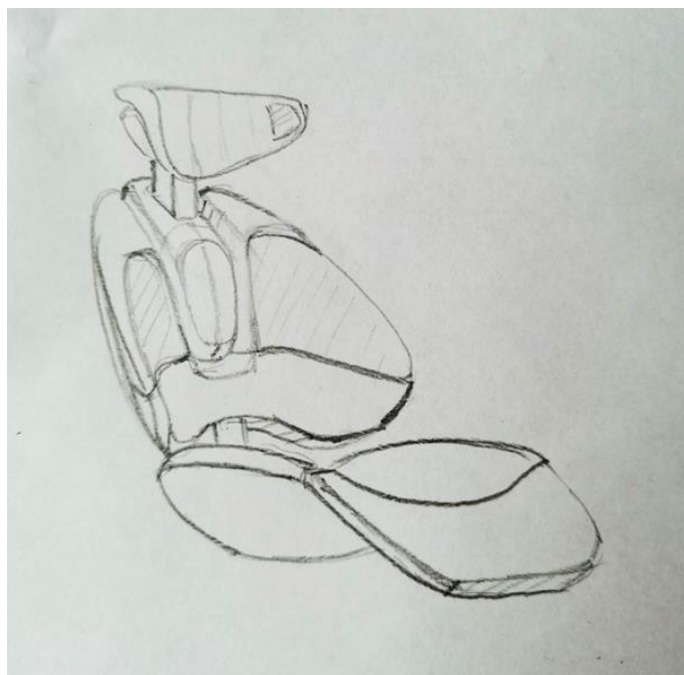


Рисунок 17 – Второй вариант концепта с доработкой формы спинки

В данном эскизном решении поясничный отдел представлен элементом, выдвигающимся на необходимое расстояние. Сидение имеет сборно-разборную конфигурацию, выбираемую в зависимости от необходимости.

В качестве итогового эскизного решения было решено объединить корпус первого варианта, имеющий поддерживающие боковые элементы, а также подголовник из второго решения, позволяющий обеспечить более плотную фиксацию головы пользователя, что необходимо в случаях с пониженным тонусом мышц, например, при ДЦП.

3.5 Разработка 3D модели кресла-опоры

3.5.1 Каркас устройства

Дальнейшим этапом разработки кресла-опоры стало создание 3D модели по результатам определения эскизного решения объекта с помощью программного обеспечения Fusion 360 [33].

Поскольку назначением устройства является фиксация пациента в ортопедически корректном положении, были сформированы основные элементы, а именно форма спинки, подголовника и сидения.

Настройка корректного положения пользователя в области грудного отдела спины осуществляется с помощью разделения поверхности спинки на две составляющие, что обеспечивает независимое перемещение в пространстве двух элементов, что необходимо при ассиметричных нарушениях осанки, особенно при сколиозе, ДЦП и нарушениях, связанных с инсультом (рисунок 18).



Рисунок 18 – Конструктивная часть грудного отдела части кресла-опоры, разделенная на две независимые составляющие

Вид спереди на разработанные элементы показан на рисунке 19.



Рисунок 19 – Разработка конструктива-кресла опоры

Для размещения индивидуальных вставок в области грудного отдела были разработаны пластины, которые присоединяются к креслу-опоре с помощью винтового соединения. Пластины являются стандартными элементами, имеют размер элемента грудного отдела и изготавливаются на производстве совместно со всей конструктивной частью кресла-опоры. Визуализация пластин для размещения индивидуальных вставок представлена на рисунке 20.



Рисунок 20 – Конструктив кресла-опоры с присоединенными пластинами для закрепления индивидуальных вставок

Регулировка положения элементов грудного отдела осуществляется с помощью системы телескопических труб, раздвигающихся как в высоту, так в глубину и ширину, что позволяет настроить устройство под индивидуальные антропометрические параметры конкретного пользователя [34]. Также данные элементы имеют сквозные отверстия для возможности присоединения пластины, закрепляющей индивидуальную вставку.

Также конструктивная часть включает в себя наличие абдуктора, перемещаемого вдоль сидения, обеспечивающего корректную позу пациента в области внутренней части бедер. В ходе консультации в врачом-реабилитологом, было выявлено отсутствие необходимости закрепления ног в области нижней части бедра и внутренней части икры, в связи с чем элемент для ног, определенный в эскизном решении, был изменен (рисунок 21).



Рисунок 21 – Моделирование конструктивной части кресла-опоры

Также важными элементами кресла-опоры являются боковые вставки, регулируемые под антропометрические параметры пользователя для дополнительной фиксации тела.

Доработка фиксации ног пациента заключалась в добавлении платформы для закрепления стоп. При указанных выше заболеваниях важно

уделять особое внимание жесткости фиксации стоп пациента, поскольку наличие спастичности в мышцах при указанных выше заболеваниях не позволяет принять ортопедически верное положения без дополнительных внешних устройств. Также в случае использования кресла-опоры пациентами без нарушения тонуса мышц наличие плотно прилегающей платформы позволяет обеспечить корректное положение всего тела пациента без перекрещивания ног [35].

Необходимой частью конструкторской доработки кресла-опоры является обеспечение настраиваемости объекта под различные параметры пользователя. Для выполнения перемещения независимых элементов было решено использовать систему телескопических труб, позволяющих производить раздвижение по трем координатным осям (рисунок 22).



Рисунок 22– Раздвижная система телескопических труб

3.6 Разработка индивидуальных вставок для пользователя

Инновационность данного исследования заключается в создании индивидуального устройства для каждого пользователя, изготавливаемого серийно на производстве и доступного для покупателей со средним достатком, что возможно при использовании индивидуальных вставок, обеспечивающих плотное прилегание кресла-опоры к телу пациента.

Методом изготовления индивидуальных вставок является 3D печать силиконом [36], экономически доступная и не требующая задействования большого количества оборудования, что обеспечивает возможность печати не на промышленном производстве, а на частном предприятии. Для снятия индивидуальных отклонений оптимальным методом является проведение 3D сканирования тела пациента, позволяющего получить точную 3D модель.

3.6.2 Определение зон индивидуальных вставок

На основе проведенного интервью с врачом-реабилитологом были выявлены необходимые зоны плотного прилегания тела пациента к устройству:

- Грудной отдел;
- Поверхность стоп;
- Затылочная зона головы.

Для вышеперечисленных зон необходимо использование индивидуально изготавливаемых вставок на основе 3D сканирования.

3.6.3 3D сканирование пациента

Одним из важнейших этапов эргономического анализа является проведение 3D сканирования тела пациента, что обеспечивает точное снятие модели поверхности тела пациента, учитывая небольшие отклонения от нормы, сложно различимые при врачебном осмотре, а также не наносящие вреда организму как при проведении рентгенографии.

Выявление индивидуальных отклонений в антропометрических параметрах пользователя, влияющих на прилегание технического средства реабилитации необходимо для оказания положительного эффекта при реабилитации.

Для проведения данной операции был использован 3D сканнер. В процессе пользования сканером считываемая поверхность отображалась с

помощью программного обеспечения на экране монитора ноутбука, подключенного к 3D сканеру.

В результате применения данного устройства, была получена модель тела пациента. Для возможности обработки файла с 3D сканера, удаления ненужных захваченных участков, полученный объект был занесен в программное обеспечение Blender для дальнейшего редактирования (рисунок 23) [37].

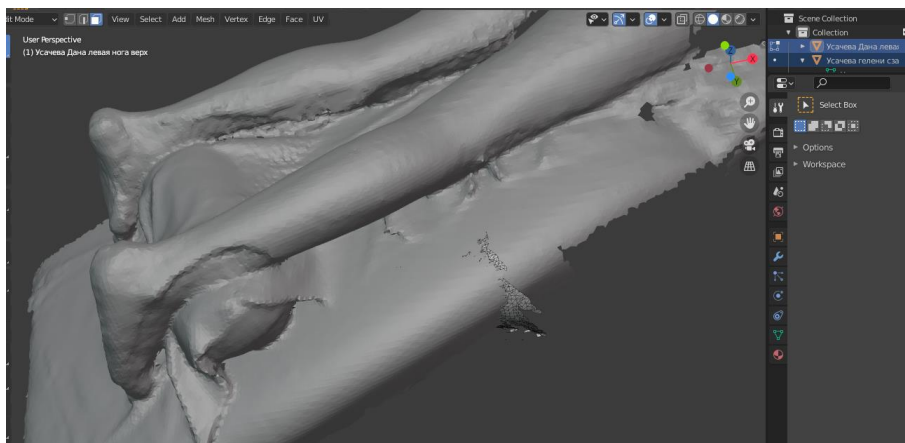


Рисунок 23 – Результат проведения 3D сканирования

Для применения полученной модели тела пользователя, из полученного файла были удалены лишние фрагменты (рисунок 24).

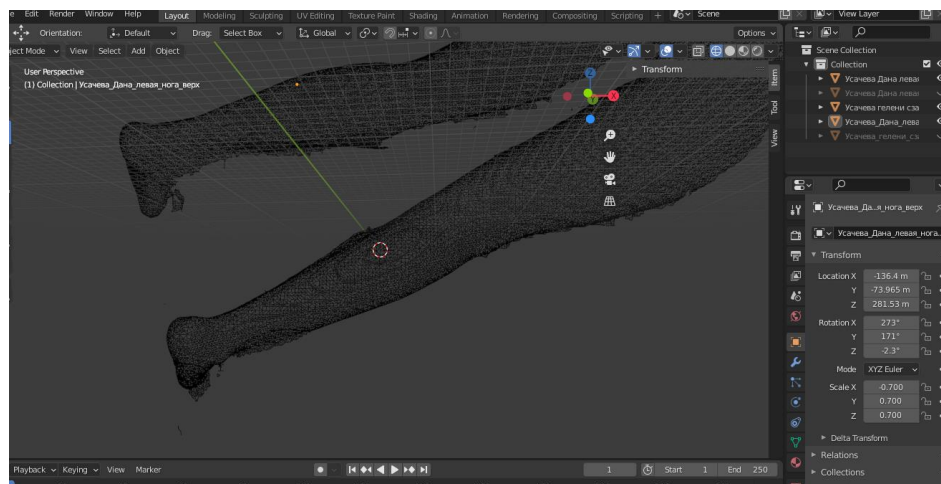


Рисунок 24– Подготовка модели, полученной с помощью 3D сканера для разработки модели коленной гильзы

На основе полученного 3D скана стопы пациента, была начата разработка 3D модели индивидуальной вставки в программном обеспечении Fusion 360. Важно отметить, что размеры модели, полученной с помощью 3D

Замеры проводились по принципам деления тела пациента на окружности и выявления их габаритов, а также расстояния между ними. Значения заносились на заранее распечатанный бланк (рисунок 25) для оперативности записи измерений.

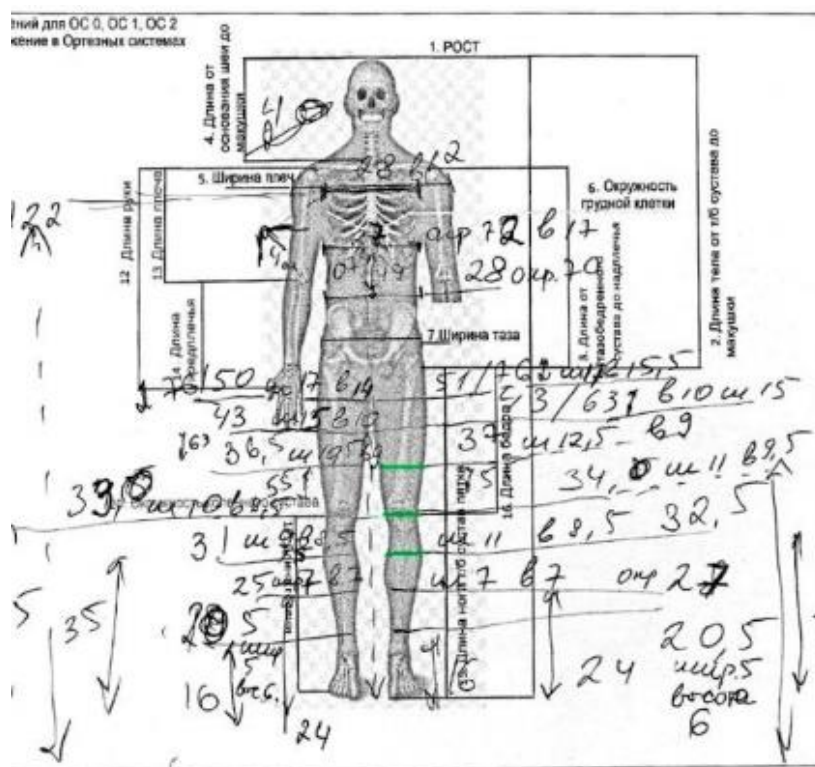


Рисунок 25 – Запись измерений антропометрических данных пользователей

3.6.3 Моделирование индивидуальных поверхностей

Моделирование индивидуальных вставок осуществляется на базе проведенного 3D сканирования тела пациента.

3.6.4 Индивидуальные вставки для грудного отдела

Для разработки вставки грудного отдела был использован скан спины пациента для формирования необходимой формы, а также дополнительные прожеженные замеры антропометрических параметров пациента в области грудного отдела спины. Для прикрепления к кресле-опоре предполагается присоединение с помощью прикреивания элемента к основе из твердого пластика и дальнейшее присоединение к части спинки через отверстия по средствам вкручивания (рисунок 26).



Рисунок 26 – Индивидуальная вставки для пользователя

3.6.5 Индивидуальные вставки для фиксации головы

Индивидуальные вставки для головы необходимы для плотного прилегания устройства в случае наличия отклонений антропометрических параметров у пациента в области черепа. Также позволяют фиксировать голову пациента при использовании кресла-опоры при наличии повреждений мышц и нервов, удерживающих голову. Элемент состоит из двух составляющих частей:

- Внешняя жесткая оболочка;
- Внутренняя вставка, выполненная из упругого материала.

Внешняя часть состоит из твердого каркаса, выполняемого из пластика. Внутренняя часть выполняется из мягкого материала струттофайбера и обшивается микрофиброй, при необходимости могут быть вставлены

индивидуальные упругие элементы, выполненные из силикона с помощью 3D печати. Также для надежности разработаны дополнительные фиксаторы головы в виде ремней на лобовую часть и подбородок (рисунок 27).

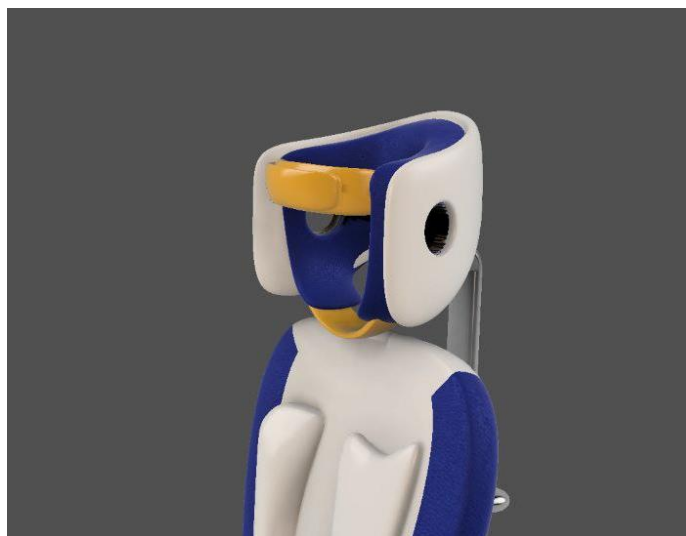


Рисунок 27 – Фиксаторы головы в виде ремней

3.6.6 Индивидуальные вставки для стоп

Поскольку описанные выше заболевания характеризуются также отклонениями от нормы в области поверхности нижней части стопы, для обеспечения корректного положения пользователя необходимо задействование вставок, разработанных по индивидуальным параметрам. Поверхность плоскости соприкосновения пользователя с элементом может варьироваться в зависимости от нарушений.

Важно отметить, что индивидуальные вставки для стоп являются составным внутренним элементом фиксации нижней части ног. Для крепления ноги к кресле-опоре используется модель из пластика, также используется крепление ремневого типа для дополнительного закрепления подъема ноги (рисунок 28).

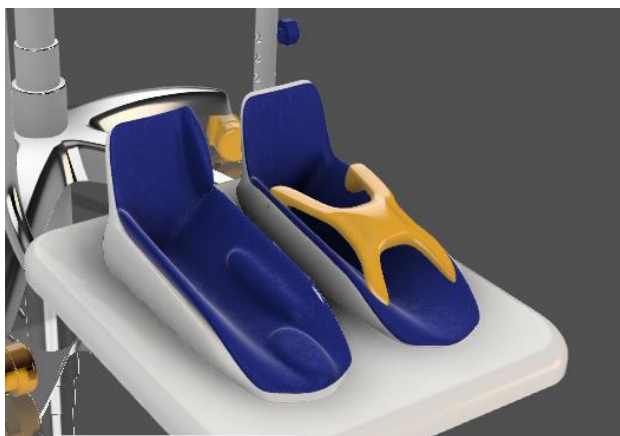


Рисунок 28– Устройство для фиксации ног

3.8 Внешняя оболочка кресла-опоры

Для увеличения эстетических параметров кресла-опоры был разработан съемный чехол, надеваемый поверх конструктивной части объекта. Чехол позволяет обеспечить быстрый доступ к настройкам кресла-опоры, уменьшает загрязнение поверхности, поддается санитарно-гигиенической обработке [38]. Также важно отметить увеличение эстетических качеств кресла-опоры с использованием чехла, что не вызывает негативных эмоций у пользователей и положительно влияет на психофизиологическое состояние пациента, ускоряя процесс реабилитации (рисунок 29).



Рисунок 29 – Чехол для кресла-опоры

При необходимости фиксации передней части груди в случае отсутствия тонуса мышц, предполагается использование фиксирующих элементов грудного отдела (рисунок 30).



Рисунок 30 – Элементы фиксации кресла-опоры

3.9 Эргономический анализ элементов кресла-опоры

Эргономический анализ включает исследование разработанного объекта на предмет плотного прилегания кресла-опоры к телу пациента для увеличения качества проводимой реабилитации.

Использование манекенов по габаритам пользователя позволяет наглядно исследовать разработанный объект. На рисунке 31 изображено плотное прилегание вставки, повторяющей форму отклонения пользователя, за счет чего устраняется свободное пространство между спинкой устройства и телом пациента, что позволяет зафиксировать пользователя в корректном положении и тем самым оказывает положительное воздействие на проведение реабилитации.

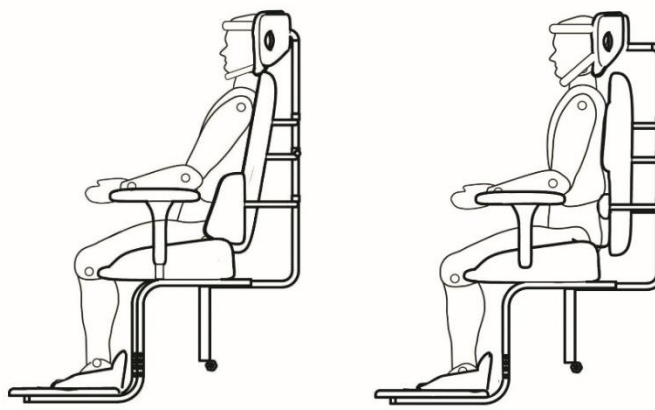


Рисунок 31 – Соматография использования кресла-опоры

Важно отметить, что кресло-опора может использоваться как пользователями с нарушением опорно-двигательного аппарата, так и здоровыми людьми в качестве профилактики развития нарушений. Устройство может использоваться как с индивидуальными вставками по результатам назначений врача-реабилитолога и проведению 3D сканирования, так и без них. На левой части рисунка продемонстрирован вариант использования устройства без индивидуальных вставок. С помощью перемещения элементов спинки может изменяться общий угол наклона части спины. Правая часть рисунка демонстрирует использование кресла-опоры с индивидуальными вставками для спины, скрытых под чехлом. В данном случае оказывается воздействие в области грудного и поясничного отдела.

На рисунке 32 синим цветом указаны общие вставки кресла-опоры, разрабатываемые серийно на производстве, желтым цветом отмечены индивидуальные силиконовые вставки, изготавливаемые под отклонения от нормы пациента.



Рисунок 32 – Цветовое обозначение серийных и индивидуальных элементов

Зонами использования является головной отдел, грудной отдел, а также поверхность стоп пациента.

Использование манекенов по габаритам пользователя позволяет наглядно исследовать разработанный объект [38]. Гибкая настройка двух составных частей спинки, позволяет зафиксировать пользователя в корректном положении и тем самым оказывает положительное воздействие на проведение реабилитации.

Принцип использования индивидуальных вставок показан на рисунке 33, демонстрирующем изгиб позвоночника пациента при кифозе без поддерживающего и выпрямляющего устройства, а также с ним.

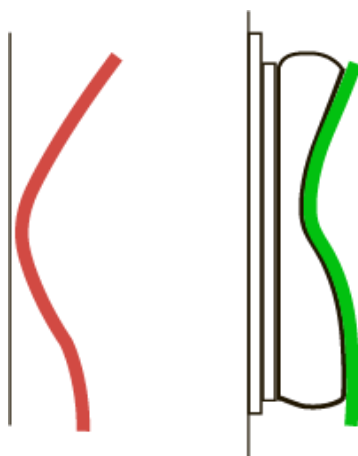


Рисунок 33 Принцип использования индивидуальных вставок

На рисунке видно, что при фиксации к поверхности распрямление позвоночного столба происходит не полностью в силу затвердевания и остается зазор между изгибом позвоночника, который необходимо устранить для предотвращения развития дополнительных нарушений. Решением является использование индивидуальной вставки между поверхностью корректной поверхности и изгибом позвоночника пользователя. Взаимодействие пользователя с индивидуальной вставкой представлено на рисунке 34.

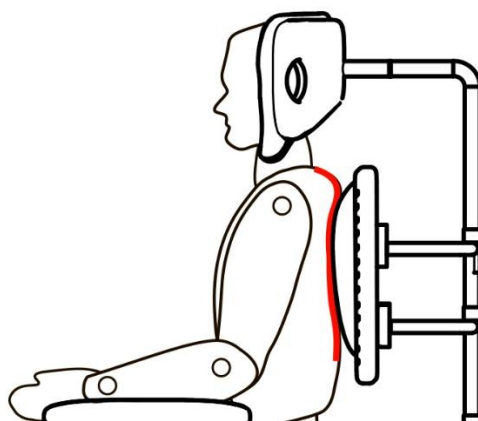


Рисунок 34 – Применение индивидуальной вставки для плотного соприкосновения тела пациента и устройства

3.8 Цветовое решение кресла-опоры

Использование гаммы основывается на психофизиологическом воздействие цвета на пользователя, описанном выше, а также на сформулированных критериях эмоционального равновесия и баланса тонуса мышц. За основу цветового решения было взято сочетание синего и белого цвета, что отвечает поставленным критериям по оказанию воздействия на пациента. Для выделения элементов регулировки было решено использовать активный теплый оттенок желтого цвета. Данное решение позволяет выделить важные элементы настройки и способствует интуитивному управлению креслом-опорой [38].

3.9 Проведение опроса среди потенциальных пользователей объектом

Для точности выдвигаемой гипотезы касательно использования разработанного кресла-опоры, было взято интервью у потенциальных пользователей, оценивающих ранее разработку компании ООО Техномед. Количество человек, принявших участие равняется 35, возраст от 10 лет до 35 (родители). Респондентам предлагалось оценить свои ощущения во время использования объекта по десятибалльной шкале, ответив на следующие вопросы:

1. Насколько понятно назначение данного объекта?
2. Оцените визуально, насколько понятно управление элементами для настройки кресла-опоры перед использованием?
3. Насколько баллов вы оцениваете визуальную составляющую кресла-опоры, хотелось ли бы провзаимодействовать?

В ходе опроса было произведено деление респондентов на 3 категории:

- От 10 до 13 лет
- От 14 до 18 лет
- От 19 до 35 лет

В результате были получены следующие данные, представленные по категориям на рисунке 35.

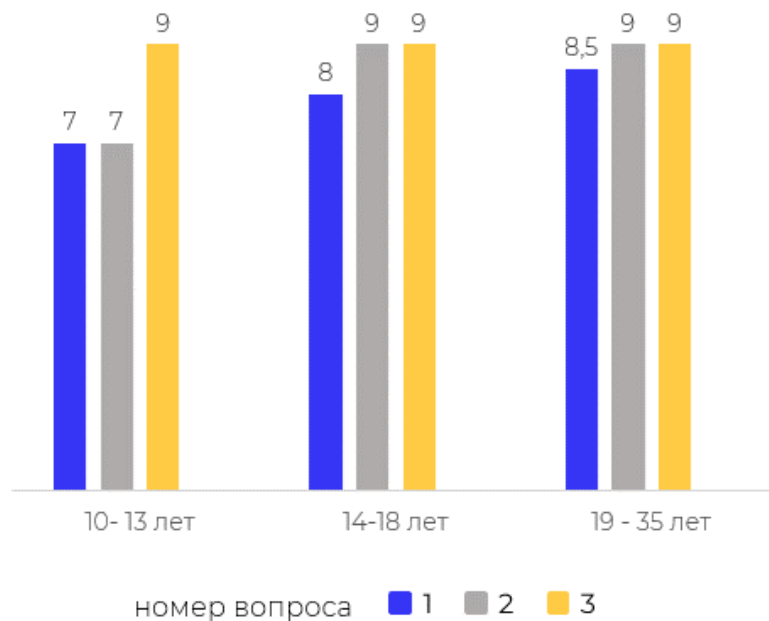


Рисунок 35– Результаты ответов пользователей по 10-ти бальной шкале

Как можно видеть, пользователям очевидно назначение объекта (около 8,5 баллов из 10), также управление объектом интуитивно, визуально не вызывает затруднений (оценка 8 балл из 10). Визуальная составляющая также получила высокие баллы относительно предыдущей разработки кресла-опоры среди всех возрастов (около 9 баллов из 10).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают гипотезу разработки объекта с высокими эстетическими качествами и эргономичной формой объекта обеспечивающего плотную фиксацию пациента в ортопедически корректном положении.

3.10 Материалы и особенности технологий производства

3.10.1 Определение материала на основе зонирования

Важно отметить деление устройства на две составляющие:

- Конструктив кресла-опоры, состоящий из каркаса и индивидуальных элементов;
- Внешний чехол, надевающийся на конструктивную часть.

Учитывая данное разделение, проведем зонирование областей касания пользователя в процессе использования кресла-опоры (рисунок 36).



Рисунок 36 Зонирование областей касания пользователя

Желтым цветом продемонстрированы зоны наиболее часто касания и плотного прилегания тела пациента. Они должны быть тактильно теплыми и вызывать приятные ощущения у пользователя, способствуя психофизиологическому комфорту и снижению спастичности мышц [39].

Материалом обивки элементов, отвечающим вышеописанным характеристикам является текстиль, а именно микрофибра, отличающаяся тактильностью, гипоаллергенностью, простотой в уходе, особенно с применением технологии пропитки Easy Clean (рисунок 37).



Рисунок 37 Материал для желтой зоны касания- микрофибра

Голубым цветом обозначены зоны минимального касания во время использования кресла, а именно во время фиксации в ортопедически корректном положении. Такие зоны составляет каркас конструкции и выполняются из особо прочных материалов. Наиболее применимым материалом является металлический каркас, выполняемый из алюминиевых или стальных труб, покрытых полимерной порошковой краской. Металл обеспечивает максимальную надёжность конструкции, по сравнению с другими материалами (дерево, пластмасса) [40].

Алюминиевая основа используется при необходимости облегчить вес конструкции. Также данный материал отличается прочностью и надёжностью, поддается окрашиванию и хромированию. Стальная основа более доступна по цене, по сравнению с предыдущим вариантом отличается массивностью [41]. Сталь поддается сгибанию труб, а также их варке. Также в данную зону входит подставка для ног, на которой располагается элемент крепления стоп. Наиболее подходящим для данной функции материалом изготовления является ABS-пластик [42].

Фиолетовым цветом отмечены части объекта, с которыми пользователь взаимодействует, но частота касаний меньше желтой зоны, в основном при настройке оборудования и затрагивание внешних частей элементов кресла-опоры. На рисунке выделены части элементов кресла-опоры, а именно фиксатор головы и стоп. Как описывалось выше, данные объекты состоят из двух составляющих:

- внешней жесткой части, изготавливаемой на серийном производстве;
- внутренней упругой части, индивидуально производимой с помощью 3D печати силиконом по результатам выявления отклонений.

В качестве наполнителя для сидения, поясничного упора и других элементов кресла-опоры был струттофайбер, современный наполнитель, наиболее упругий из современных наполнителей для мебели. Он имеет приемлемую стоимость, гипоаллергенный, водостойкий, воздухопроницаемый и не подвержен гниению (рисунок 38) [43].



Рисунок 38 – Наполнитель для кресла-опоры

4 Концепция стартап проекта

4.1 Описание продукта

На сегодняшний день актуальна проблема повышения статистики по заболеваниям опорно-двигательного аппарата среди населения, в частности такого как ДЦП, сколиоз, межпозвонковые грыжи, а также нарушения опорно-двигательного аппарата, вызванные инсультом [44].

Для восстановления опорно-двигательного аппарата применяются устройства, фиксирующие пациента в физически корректном положении [45]. Недостатком имеющихся моделей кресел-опор, представленных на рынке, является низкая эффективность, поскольку для достижения результата положительной динамики необходимы точные настройки системы, учитывающие индивидуальные отклонения пациента и формирующие необходимую плоскость. Изготовление ортезной системы на заказ не является решением данного вопроса, поскольку имеет недоступную стоимость для большей части пользователей.

Разработка направлена на применение пользователями с инвалидностью; с незначительными нарушениями опорно-двигательного аппарата, а также в целях профилактики развития заболеваний опорно-двигательного аппарата и возможных патологий. Кроме того, кресло-опора имеет социальную направленность, оказывает положительное влияние на социализацию лиц с инвалидностью, поскольку визуально приближает специализированную медицинскую мебель к привычной за счет высоких эстетических свойств. Важно отметить, что удовлетворение социальных потребностей людей является основополагающим для психологического комфорта личности.

4.2 Анализ рынка

На сегодняшний день на рынке представлены различные модели кресел-опор. Проблема заключается в том, что российские модели не обладают эстетическими свойствами, помимо этого они отличаются низким функционалом, что негативно отражается не только на спросе, но и на самом качестве оздоровления организма (рисунок 39).



Рисунок 39 – Российские модели кресел-опор

Модели зарубежных производителей имеют более высокие функциональные и эстетичные характеристики, по сравнению с российскими аналогами, но не отвечают следующим требованиям:

- настройка под индивидуальные отклонения пользователя;
- долговечность материалов при частой смене настроек;
- высокие эстетические параметры, оказывающие положительное психофизиологическое влияние на организм;
- доступная стоимость для покупателя со средним уровнем дохода.

Зарубежные производители поставляют на рынок более привлекательный продукт, но при этом с сильно завышенной ценой для российского покупателя (от 180-350 тыс. руб.) [46]. Важно отметить, что на сегодняшний день и в ближайшее время поставки моделей иностранных

производителей на территорию РФ прекращены. При этом модели также имеют ряд недостатков в эстетическом и конструктивном плане (рисунок 40).



Рисунок 40 – Зарубежные модели кресел-опор

Актуальность разрабатываемого кресла-опоры заключается в разработке конкурентно способного, качественного продукта с доступной ценой для покупателей. На данный момент на российском рынке нет аналогов по функциональной, конструктивной и визуальной составляющей. Так же объект уникален, поскольку позволяет использовать кресло как людям с различной степенью нарушений опорно-двигательного аппарата, так и здоровым пользователям с целью профилактики заболеваний при сидячем образе жизни [47].

Преимуществами разрабатываемого кресла-опоры, помимо доступной цены, являются:

- Сочетание серийного производства и тонкой настройки объекта под индивидуальные отклонения пользователя;
- Положительное влияние на психофизиологическое состояние пользователя за счет проработанного дизайна и функционала кресла-опоры;
- Высокий срок службы используемых материалов, что важно при частой настройке параметров кресла-опоры;

- Разработка индивидуальных модулей для каждого пользователя по средствам 3D сканирования тела;
- Доступная стоимость кресла-опоры для покупателя со средним достатком.

4.3 Целевые сегменты потребителей

Целевая аудитория ортопедического кресла-опоры выделяется по поведенческому критерию и включает следующих потребителей:

1. Физические лица, в т.ч.:

- Пациенты с временными нарушениями опорно-двигательного аппарата;
- Пациенты с постоянными нарушениями опорно-двигательного аппарата;
- Пациенты, проводящие профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата;
- Родители детей с временными нарушениями опорно-двигательного аппарата;
- Родители детей, проводящие профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата.

2. Юридические лица:

- специализированные учебные учреждения;
- реабилитационные центры.

Процентное распределение сегментов целевых потребителей представлено на рисунке 10:

- **40%** родители школьников с нарушениями от 7 до 14 лет со средним достатком;

- **30%** реабилитационные центры, специализирующиеся на опорно-двигательном аппарате: Санаторий Белокуриха (Алтай), Санаторий Ельцовка (Новосибирск), Санаторий Кедр (Иркутск);
- **30%** специальные образовательные учреждения, офисные сотрудники, фрилансеры, геймеры, пожилые люди;

4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Продукт находится на стыке мебельной отрасли ОКВЭД 31 (производство мебели) и ОКВЭД 32.50, включающим производство медицинской мебели различной направленности отрасли промышленного дизайна ОКВЭД XXX. В ходе исследования были проанализированы оба рынка на предмет состояния и перспективности [48].

С 2018 года по 2021 году предложение медицинской мебели увеличилось в среднем на 5% и составило 190,5 тыс. шт.

Отрасль производства медицинской мебели в России, в частности вспомогательных средств для сидения, находится на начальном этапе роста. Рынок представлен немногочисленным количеством компаний: Akces Med, Научно-производственное предприятие «ДВМ», ООО НПП «МИР ТИТАНА», Конкуренция между компаниями приближена к совершенной. На рынке не замечены монополистические фирмы [49].

Основными странами российского экспорта с 2017 по 2021 гг. являлись Казахстан, Беларусь и Таджикистан (рисунок 41).



Рисунок 41 – Объем экспорта российской медицинской мебели

Учитывая сложившуюся мировую ситуацию в ближайший год вход на зарубежный рынок не планируется, рынок сбыта-РФ и страны СНГ.

Преимущества разрабатываемой модели кресла-опоры:

- Сочетание серийного промышленного производства и индивидуальной настройки кресла-опоры под отклонения пользователя;
- Оказание положительного психофизиологического влияния на организм пользователя;
- Доступная рыночная цена для покупателей со средним доходом
- Использование дополнительных массажных модулей, ускоряющих процесс восстановления;
- Возможность использования как людьми с нарушениями опорно-двигательного аппарата, так и здоровыми для длительного пребывания в сидячем положении.

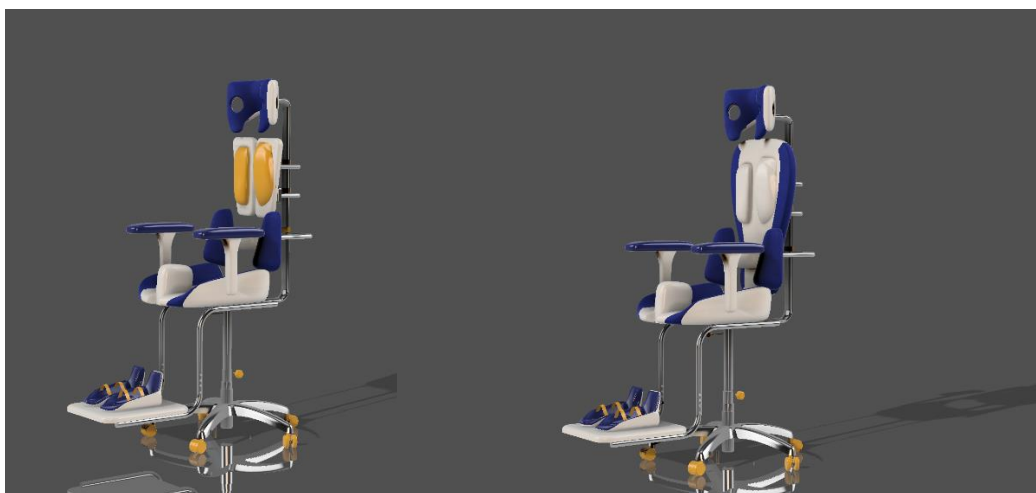


Рисунок 42 – Разрабатываемая модель универсального кресла-опоры

4.5 Планируемая стоимость продукта

Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- накладные расходы.

4.5.1 Переменные затраты

На данном этапе проектирования рассматривается мелкосерийное производство кресел-опор. В рамках мелкосерийного производства производится от 10 до 1000 единиц продукции в год [50].

Объект состоит из следующих частей: металлический корпус из гнутых алюминиевых или стальных труб, столешница и подставка под ноги из ламинированной фанеры, колеса из пластика ABS, обивка из микрофибры. Выполнение необходимой формы осуществляется путем гибки и сварки металлических труб, а также обработки листов фанеры.

Для определения полной стоимости прототипа необходимо рассчитать стоимость отдельных его компонентов.

Для расчета стандартной модели был посчитан метраж стальных нержавеющих труб 28х1,2 мм, а также стоимость материала. За основу расчета стоимости нержавеющей стальной трубы были взяты расценки Санкт-Петербургской компании FWater, стоимость составила 1545 руб. за 2 метра [51]. Также необходимо произвести гибку трубы для возможности использовать объект. В качестве компании для производства работ была выбрана всероссийская фирма с множеством филиалов по России-НоваметаллТрейд [52].

Цена одной гибки трубы диаметром 28 мм нержавеющей стали составляет 441 руб. В проекте необходимо 6 гибок трубы, что равняется 2646 руб.

В качестве поставщика микрофибры для обивки сидения, спинки и подлокотников была выбрана компания ConfyGroup [53]. На сайте указана розничная и оптовая цена материала. Поскольку планируется серийное производство, цена составит 610 руб. за 1 п.м. Стоимость за 2 м составит 1220 руб.

Для наполнения мягких частей кресла был выбран струттофайбер. Для покупки была выбрана крупная продовольственная компания Винил Текс, продающая различные материалы для обивки мебели [54]. Цена варьируется в зависимости от плотности и метража материала. Для проекта планируется использовать струттофайбер в количестве 1 п.м., толщиной 20 мм и плотностью 750 г/м². При оптовой закупки материала, цена составит 336 руб. за рулон, в котором содержится 10 листов 1x2 м. Таким образом, стоимость струттофайбера для одного кресла-опоры составит 33,6 руб.

Также необходима покупка ремней фиксации пациента. Были выбраны текстильные регулирующие ремни с пластмассовой пряжкой. Средняя цена составляет порядка 400 руб. за шт. Для проекта кресла-опоры необходимо 4 штуки, стоимость которых составит 1600 руб.

Итого, затраты на материалы для изготовления одной модели кресла-опоры составляют **7580 руб.**

4.6 Постоянные затраты

Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);

- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.6.1 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = МО / 25,083$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 3

Таблица 3

Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени , раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,09	41	1,699	93 488,65
И	9489	378,3	75,08	1,699	12 335,70
Итого:					105 824,35

4.6.2 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на страховые взносы, включающие в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют

30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Таким образом, получается $C_{\text{соц.}} = 105\,824,35 * 0,3 = 31\,747,305$ руб.

4.6.3 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Цэ}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

Цэ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} * K_C$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 4

Таблица 4

Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\Sigma_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер	360	0,3	711,72
Струйный Принтер	15	0,15	14,82
Итого:			726, 54

4.6.4 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{д}}},$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку $C_{\text{АМ}}$. Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_{\text{д}} = 298 * 8 = 2384$ часа;

t_{pf} – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 2, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv C_A$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная C_A , в данном случае это $1: 2,5 = 0,4$.

Например, стоимость ПК 45000 руб, время использования 360 часов, тогда для него $C_{AM}(ПК) = (0,4*45000*360*1)/2408 = 2691,03$ руб. Стоимость принтера 12000 руб., его $F_d = 500$ час.; $N_A = 0,5$; $t_{pf} = 15$ часов., тогда его $C_{AM}(Пр) = (0,5*12000*30*1)/500 = 180$ руб. Итого начислено амортизации 2871,03.

4.6.5 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Макет демонстрационной модели принципов КТ» указанный в таблице 5.

Таблица 5

Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	C_{mat}	7 580
Основная заработная плата	$C_{зп}$	105 824,35

Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	31 747,305
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	726,54
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2 871,03
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	17 810
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	16 022,92
Итого:		182 582,145

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 182\,582,145$ руб.

4.6.6 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20\%$ от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 50 726,73 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

4.6.7 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(176\,314,64 + 50\,726,73) * 0,2 = 228\,216,73 * 0,2 = 45\,661,775$ руб.

При инвестициях 2 000 000 руб. и средней рыночной стоимости кресла опоры в 55 000 руб. вложения окупятся через 5 месяцев (при развитии проекта по идеальному сценарию бизнес-плана) и через 8 месяцев (при наступлении рискованных обстоятельств).

4.7 Объем и емкость рынка

Емкость рынка - это возможный объем реализации товара / услуги при определенном уровне цен. Исследования емкости рынка необходимы для

планирования объема продаж и будущей прибыли. В отличие от емкости, размер рынка (объем рынка) – практичный показатель и отражает реальные продажи товаров или услуг (в денежном или натуральном выражении) на определенной территории за определенный период.

По данным экспертов, рынок производства медицинской мебели внутри РФ является растущим (рисунок 43) [55].



Рисунок 43 – Производство и импорт медицинской мебели с 2015-2019 гг.

Объем производства медицинской мебели в России в 2016 году составил 94,8 тысячи штук. Аналитики ожидают, что в 2017–2021 годах этот показатель будет расти на 5,5–8,2% в год и в 2021 году составит 130,4 тысячи штук.

В денежном эквиваленте общий объем внутреннего производства медицинской мебели в России за 2015 г. достигал 11,8 млрд руб. Динамика внутреннего производства товаров реабилитационной направленности по годам: в 2010 г. объем производства составил 9,9 млрд руб., в 2011 г. – 11,6 млрд руб., в 2012 г. – 11,1 млрд руб., в 2013 г. – 11,2 млрд руб., в 2014 г. – 10,7 млрд руб. В 2016 г. объем производства составил 12,9 млрд руб. [56]

Важно отметить, что на долю рынка медицинской мебели вспомогательные средства для инвалидов и лиц с нарушениями мобильности занимают 10,6 млрд руб.

В количественном плане, потенциальными пользователями разработки являются 10 млн школьников возрастом от 7 до 14 лет, 250 тыс. из которых составляют инвалиды с нарушениями опорно-двигательного аппарата, 195 тыс. с диагнозом ДЦП [1].

Предположительно, 220 тыс. родителей детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата будут заинтересованы в покупке проектируемого кресла-опоры, поскольку на данный момент на Российском рынке не представлены модели с высокими эстетическими и функциональными параметрами по предлагаемой цене. Также около половины родителей из 10 млн школьников могут быть заинтересованы в приобретении ортопедического кресла для домашнего пользования (рисунок 44).

Рассмотрим численность потенциальных пользователей:

- Школьники (от 7 до 14 лет)- 5 млн;
- Молодежь (от 14 до 35 лет) - 41 млн;
- офисные работники (топ-менеджеры), офисные работники с инвалидностью-4,5 млн;
- пожилые люди и фрилансеры-71 млн чел;



Рисунок 44 –Денежная емкость рынка

Таким образом, из расчета денежной емкости рынка следует, что потенциальная емкость рынка является достаточно большой, но на данный момент задействуется малая часть.

4.8 Интеллектуальная собственность

Существует три вида патента для защиты объекта: патент на полезную модель, патент на изобретение, патент на промышленный образец [57]. Разработанное кресло-опора может быть запатентована в качестве полезной модели. В этом случае будет запатентовано инновационное техническое решение, относящееся к устройству и реализованное на практике. То есть будут разглашены конструктивные особенности устройства. Для дополнительной защиты изделия можно оформить патент на внешний вид устройства (промышленный образец). Для патента художественно-конструкторского решения необходимо, чтобы внешний вид устройства обладал новизной и оригинальностью [58].

4.9 Бизнес-модель проекта. Производственный план и план продаж

Разрабатываемый объект отличается универсальностью по месту использования: реабилитационные центры, личное домашнее пользование. Также важно деление объекта на два ценовых сегмента: экономичная модель и модель премиум. Каждая модель изначально является базовой комплектацией (ортопедическое кресло), к которой возможно докупить элементы (удерживающие ремни для различных частей тела пациента, абдуктор), формирующие при необходимости специализированное кресло-опору. Также для вариативности модели и привлечения большего количества пользователей возможна продажа нескольких цветовых решений дополнительных элементов.

Также дополнительным источником дохода является продажа элементов конструкции, замена которых при утере или выходе из строя продлит срок эксплуатации изделия. К таким относятся: пластмассовые колеса со стопором, барашковые крепления.

Помимо этого, будет организовано послепродажное обслуживание, что также является дополнительным источником дохода.

В качестве бизнес-модели используем модель Остервальдера, в которой подробно описаны девять ключевых элементов бизнеса (Приложение В).

4.10 Стратегия продвижения продукта на рынок

В одной из основных базисных схем комплекса маркетинга **4P**: *Product* (Продукт) – *Price* (Цена) – *Distribution Place* (Место сбыта; каналы сбыта) – *Promotion* (Продвижение продаж, товаров) – последняя из приведенных составляющих призвана, как обеспечить устойчивую реализацию усилий по другим направлениям маркетинга, так и создавать, активно поддерживать обратные связи между всеми четырьмя составляющими маркетинга. При этом необходимо учитывать, что применение всех четырех составляющих должно быть комплексным, взаимосвязанным и ориентированным на конкретный продукт и определенные сегменты рынка. [59]

Этапами продвижения ортопедического кресла-опоры являются:

1. Запуск продающего сайта, размещение статей в информационные порталы;
2. Подключение контекстной и таргетированной рекламы;
3. Сотрудничество с магазинами Ортека, МЕДТехника, ORTIX;
4. Участие в выставках Sam-Expo, Medizin, ЕнисейМедика;
5. Взаимодействие с реабилитационными центрами и учебными заведениями, заключение договоров аренды и покупки кресла-опоры;
6. Реклама через тематические группы в социальных сетях, покупка реклама у инфлюенсеров;
7. Проведение информационных бесплатных семинаров для потенциальных покупателей и специальные выставки медицинской мебели, ортопедических средств, взаимодействие с реабилитационными центрами;

Также для продвижения продукта был разработан бизнес-план с помощью диаграммы Остервальдера (рисунок 45)

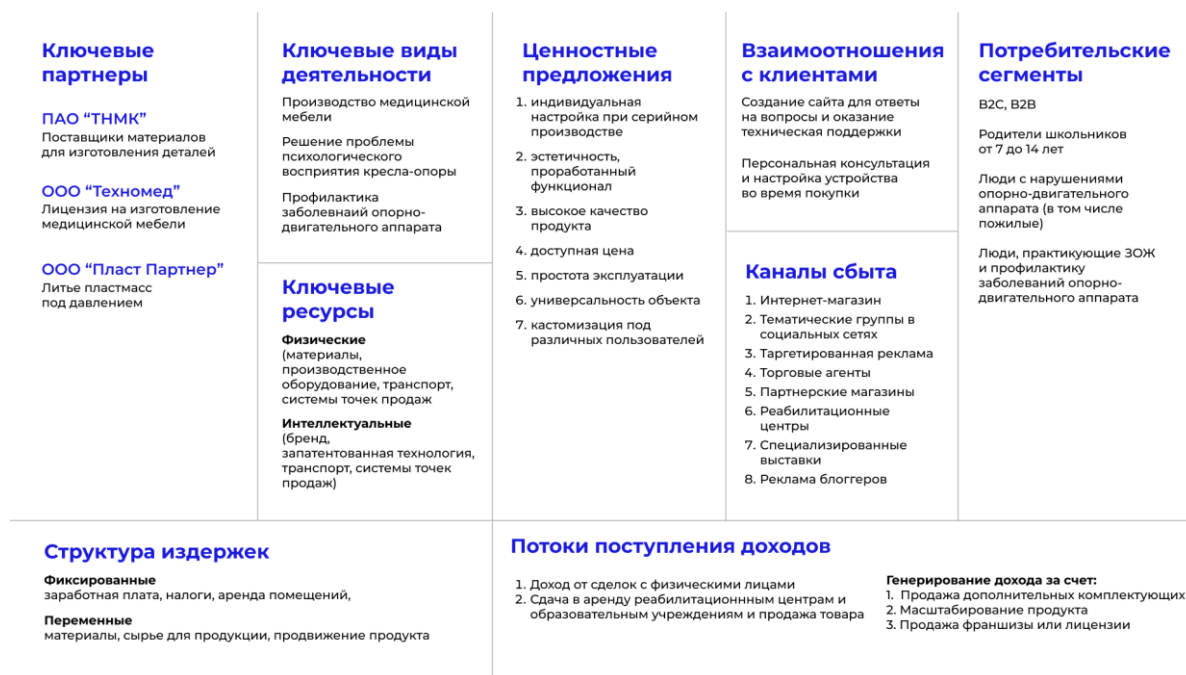


Рисунок 45 – Диаграмма Остервальдера

4.11 Окупаемость проекта

Таким образом при инвестициях 2 000 000 руб. и средней рыночной стоимости кресла опоры в 55 000 руб. вложения окупятся через 5 месяцев (при развитии проекта по идеальному сценарию бизнес-плана) и через 8 месяцев (при наступлении рискованных обстоятельств).

Использование привлеченных средств представлено в таблице 6.

Таблица 6 Использование привлеченных средств

Затраты	Собственные средства, руб.	Привлеченные средства	
		Инвестиции, руб.	Гос. Закупки, руб.
Материалы изготовления	37 900	3 790	3 411
Оборудование	2 000 000	200 000	180 000
Заработная плата	135 000	15 000	13 500
Внебюджетные фонды	29 500	3200	2 950
Электроэнергия	4 500	500	500
Аренда помещения	81 000	9 000	8 100
Итого:	2 287 900	231 490	208 461
Себестоимость кресла-опоры=35 000 руб.			

4.12 Оценка рисков:

Возможные риски невыполнения бизнес-плана в срок можно разделить на две категории внешние и внутренние.

К внешним относятся следующие ситуации:

- Повышение цен на сырье
- Сбой поставок сырья

Применяемой мерой по ликвидации внешних рисков может быть грамотный выбор контрагентов, а также включение в договор материальной ответственности за нарушения [60].

Кроме того, возможно отсутствие или снижение спроса у покупателей, решением является проведение активной рекламной кампании, а также наращивание клиентской базы, с применением индивидуального подхода к потенциальным покупателям, а также задействование гибких предложений.

К внутренним рискам можно отнести поломку оборудования и простой производства, что предотвращается регулярным техническим обслуживанием используемого оборудования [61]. Также не исключены ситуации невыполнения объема продаж, для избежания важно проводить активную рекламную кампанию с подключением нескольких каналов (социальные сети, телевидение, профессиональные выставки, покупка рекламы у инфлюенсеров), а также грамотно выстраивать работу с клиентами после продажи.

5 Социальная ответственность

Освещением вопросов, которые касаются обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, охраны труда и окружающей среды, занимается раздел социальной ответственности. В разделе проанализированы вредные и опасные производственные факторы, возможные чрезвычайные ситуации и приведены рекомендации по уменьшению их влияния на человека [62].

Объектом исследования является кресла-опора для реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата и для профилактики заболеваний у здоровых пользователей. Область применения реабилитационные, школьные учреждения.

Рабочее место дизайнера – помещение офисного типа площадью 30 м². В холодное время года используется водяное отопление. Вентиляция – естественная. В помещении совмещенный тип освещения. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности и здоровья составляют Конституция РФ, а также законы и постановления, принятые представительными органами Российской Федерации и входящих в нее республик, и подзаконные акты.

5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации, рабочий день нормирован. Для совершеннолетних людей длительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников, возраст которых менее 16 лет – продолжительность рабочего времени не должна превышать 24 часов в неделю. Для людей в возрасте от 16 до 18, а также инвалидов I и II групп, норма предусматривает длительность рабочего времени не более 35 часов в

неделю 89 [63]. Следует отметить, что для работников, которые работают с вредными условиями для жизни – продолжительность рабочего времени, не должна превышать 36 часов в неделю.

5.1.2 Требования к организации рабочих мест

Рабочее место — это неделимое в организационном отношении (в данных конкретных условиях) звено производственного процесса, обслуживаемое одним или несколькими рабочими, предназначенное для выполнения одной или нескольких производственных или обслуживающих операций, оснащённое соответствующим оборудованием и технологической оснасткой. Эргономические требования работ регламентируются ГОСТ. ГОСТ 12.2.032-78 – нормирует эргономику «Рабочего места при выполнении работ сидя». В соответствии с требованиями конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [64]. Организация рабочего места, включает в себя все требования безопасности, санитарии, эргономики, антропометрии, технической эстетики [65]. Пренебрежение данных требований, несет за собой получение производственной травмы, а также развитие профессионального заболевания.

Проблемами приспособления производственной среды к возможностям человеческого организма занимается эргономика. Эргономика – это наука, изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах с точки зрения физиологии и психологии в целях создания орудий и условий труда, а также технологических процессов, наиболее соответствующих высокой производительности труда. Основные требования к размерам и конструкции рабочего стула в 90 зависимости от вида выполняемых работ приведены в ГОСТ 12.2.032–78 «ССБТ.

5.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, которые уменьшают риск воздействия опасных производственных факторов на работающих людей до приемлемого уровня. В данном разделе будут рассматриваться и анализироваться возможные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при проектировании и производстве корпуса смарт-браслета. Для выявления потенциальных опасных и вредных факторов был изучен ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (таблица 7). В результате будет составляться список мероприятий, которые позволят избежать воздействия неблагоприятных факторов при проектировании, производстве и эксплуатации прибора. Данное исследование поможет снизить уровень опасности, в результате которой возможно причинение вреда здоровью работников, проектировщика и будущим пользователям объекта [66].

Таблица 7 – вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [42]. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [43].
2. Превышение уровня шума	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки [44].
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 [45]. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [46].

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При разработке дизайн-проекта особенно много времени отводится на создание визуального образа с помощью использования персонального компьютера. Факторы, которые возникают при работе на ПЭВМ, могут образовать нарушение центральной нервной системы и функционального 92 состояния зрительного анализатора.

Проанализируем факторы, которыми характеризуется данная рабочая зона. К вредным факторам относятся:

- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- психофизические факторы (монотонность труда, нервно-психические перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов). К опасным факторам относятся:

- повышенное значение напряжения в электрических цепях;
- поражение электрическим током;
- короткое замыкание;
- статическое электричество.

Чрезвычайные ситуации характерные для данного объекта: пожар.

Отклонения показателей микроклимата

Микроклимат так же является одной из важных характеристик производственных помещений. Микроклиматические условия среды характеризуются такими параметрами как температура и скорость движения окружающего воздуха, относительная влажность, давление, тепловое излучение. Все эти факторы могут существенно влиять на организм работающего человека. В человеческом организме происходит непрерывное

выделение тепла и теплоотдача его в окружающую среду. И при благоприятном микроклимате человек испытывает состояние теплового комфорта.

Равновесие между теплопроводностью и теплоотдачей регулируются процессами терморегуляции — это способность организма поддерживать постоянство теплообмена с сохранением постоянной температуры тела. Организм человека отдает или воспринимает тепловую энергию различными способами - излучением, конвекцией, испарением влаги [67]. Нарушение теплового баланса у человека в условиях высоких внешних температур может привести к перегреву тела, и как следствие к тепловым ударам, вплоть до потери сознания. А в условиях низких температур возможно переохлаждение организма, в результате которого могут возникнуть различные простудные заболевания. Оптимальные значения этих характеристик зависят от климатического пояса, времени года (холодный или теплый), а также от категории выполняемых работ (разграничение работ по тяжести). Для инженера-дизайнера она является легкой (Ia), так как работа проводится в основном сидя и без систематических физических нагрузок. Допустимые показатели представлены в таблице 8, оптимальные показатели представлены в таблице 9.

Таблица 8 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Ниже опт-ых	Выше опт-ых		Для t ниже опт-ых	Для t выше опт-ых
Холодный	Ia	(20-21,9)	(24,1-25)	(15-75)	0,1	0,1
Теплый	Ia	(21-22,9)	(25,1-28)	(15-75)	0,1	0,2

Таблица 9 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	(22-24)	(19-26)	(40-60)	0,1
Теплый	(23-25)	(20-29)	(40-60)	0,1

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Уровень шума является одной из важных характеристик производственных помещений.

Основными источниками шума в помещении являются:

- система вентиляции и охлаждения процессоров;
- жесткие диски;
- уличный шум.

Повышенный уровень шума так же относится к группе опасных и вредных производственных факторов. Он неблагоприятно воздействует как в целом на организм человека, так и на органы слуха в частности. При длительном воздействии повышенного уровня шума у человека снижается производительность труда, может повыситься кровяное давление, понижается внимание. Это может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению остроты слуха в целом. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.» при выполнении любой работы уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ [68].

Недостаточная освещенность

Доказано, что приблизительно 80% от общего объема информации человек получает через зрительный канал. И качество всей поступающей информации во многом зависит от уровня освещения. При плохом освещении снижается производительность труда, увеличивается потенциальная вероятность ошибочных действий и в целом организм утомляется быстрее. Организация правильного освещения при работе инженера-дизайнера играет значительную роль, так как она относится к зрительному типу работ большого объема. Игнорирование или пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным заболеваниям зрительных органов. В рабочем помещении сочетаются естественное освещение (через окна) и искусственное

освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).
Данную норму регулирует СП 52.13330.2016 [69].

Естественное и искусственное освещение

Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. Необходимые требования приведены в таблице 10 [70].

Таблица 10 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО е _н , %		КЕО е _н , %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К _п , %, не более
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении				
						всего	от общего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Учреждения общего образования, начального, среднего и высшего специального образования										
33. Классные комнаты, кабинеты, аудитории общеобразовательных школ, школ-интернатов, средние-специальных и профессионально-технических учреждений, лаборатории, учебные кабинеты физики, химии, биологии и прочие	Рабочие столы и парты: Г-0,8	4,0	1,5	2,1	1,3	—	—	300 (500) ²	40	10
	Середина доски: В-1,5 ¹	—	—	—	—	—	—	500	—	10
34. Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	—	—	400	40	10
35. Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 —	1,2 —	2,1 —	0,7 —	500 —	300 —	400 200	15 —	10 —

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности происходит с помощью метода коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен. Работа за компьютером с относительной продолжительностью зрительной работы менее 70% относится к разряду II, подразряду Б. В помещениях, предназначенных для работы с ПЭВМ, освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения Е_п должна быть не менее 300 лк. Коэффициент пульсации освещенности К_п не должен превышать 5%, коэффициент естественной освещенности не должен превышать 2,1%.

Индекс помещения определяется по формуле (21):

$$i = S / (h * (A + B)) \quad (21)$$

где A – длина помещения, B – ширина помещения, h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, S – его площадь.

Дано помещение с размерами: длина $A = 6$ м, ширина $B = 3$ м, высота $H = 4,2$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 30 \%$, потолка $R_n = 50 \%$. Коэффициент запаса $k = 2$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{rp} = 4,2 - 0,5 - 0,8 = 3,2 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 2 \times 3,2 = 6,4 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 2 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$\eta_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(3 - \frac{2}{3}6)}{6} + 1 = 0,01$$

$$\eta_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 - \frac{2}{3}6,4)}{1,23 + 0,5} = 1$$

Размещаем один светильник типа ОД мощностью 40 Вт. В нем установлено по две лампы, значит в помещении общее число ламп равно двум (рисунок 46).

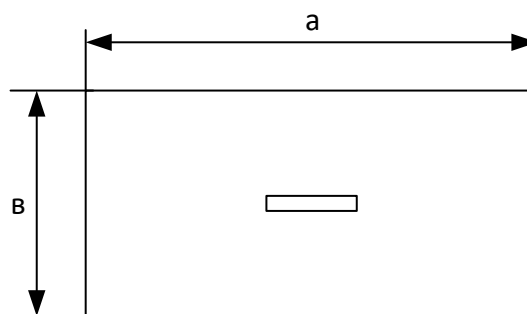


Рисунок 46 – План размещения светильника

Находим индекс помещения

$$i = S / h(A + B) = 18 / 3,2(6 + 3) = 0,64$$

Определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,33.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{(E \cdot S \cdot K \cdot Z)}{N \cdot \eta} = \frac{(300 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 1,1)}{1 \cdot 0,33} = 3600$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% = \frac{(\Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{рас}})}{\Phi_{\text{л}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Получаем: $-10\% \leq 13,3\% \leq +20\%$. Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 40 \text{ Вт}.$$

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

В связи с наличием компьютерной техники для данного производственного объекта, существует вероятность поражения электрическим током. Для снижения риска поражения электрическим током необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Опасность поражения электрическим током заключается в том, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить высокое

напряжение визуально, как, например, открытые люки или движущийся объект или не огражденные площадки на больших высотах. В таких случаях опасность выявляется слишком поздно — когда человек уже поражен током.

Помещение, где расположена компьютерная техника, относится к помещениям без повышенной опасности.

В нем присутствуют следующие факторы:

- токопроводящие полы и токопроводящая пыль;
- сырость (при относительной влажности, длительно превышающей 75%);
- температура, длительно превышающая 30°C;
- возможность одновременного прикосновения к заземленным металлоконструкциям и токоведущим частям электрооборудования.

Напряжение в электрической цепи регламентируется ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [71]. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11 — Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Продолжительность воздействия t , °C	Нормируемая величина	
	В	I , мА
От 0,01 до 0,08	220	220
0,1	200	200
0,2	100	100
0,3	70	70
0,4	55	55
0,5	50	50
0,6	40	40

0,7	35	35
0,8	30	30
0,9	27	27
1,0	25	25
Св. 1,0	12	2

Опасность возникновения пожара

В помещениях, где расположена компьютерная техника, всегда существует риск возникновения пожара. Причиной этого может служить как неисправность электрооборудования, электропроводки или освещения, а также наличие в таких помещениях статического электричества. Неправильная эксплуатация техники или неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами тоже может стать причиной пожара. Возникший на предприятии пожар наносит не только большой материальный ущерб, но и часто сопровождается несчастными случаями с работающими там сотрудниками [72].

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на исследователя (работающего)

Отклонения показателей микроклимата

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование. Повышенный уровень шума на рабочем месте Регулярное и качественное техническое обслуживание персональных компьютеров, такое как чистка от пыли, своевременная смазка/замена вентиляторов, помогает снизить уровень шума. При необходимости рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты – наушники или вкладыши.

Для снижения уровня уличного шума рекомендуется устанавливать качественные стеклопакеты, а также организовывать посадку зеленых насаждений на прилегающих территориях.

Недостаточная освещенность

Светильники в помещении должны быть расположены равномерно по всей площади потолка, обеспечивая тем самым равномерное освещение всех рабочих мест. Все освещение в рабочих помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Все нормированные значения КЕО для различных видов помещений приведены в СНиП с учетом разряда зрительных работ, ориентации и видов световых проемов, а также ресурса светового климата данного региона. КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении–2%, Кп–20%, при боковом освещении КЕО–0,5%, Кп–20%.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Индивидуальные компьютеры запитаны от сети переменного тока 220В и частотой 50Г, это напряжение является опасным для жизни и поэтому необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- перед началом работы необходимо убедиться, что все выключатели и розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- вокруг рабочего стола не должно быть никаких свисающих проводов;

При обнаружении какой-либо неисправности необходимо сообщить работнику, ответственному за оборудование, не делая попыток исправить все самостоятельно.

Опасность возникновения пожара

Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационнотехнических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей и предотвращения пожара, а в случае возникновения - создание условия для 100 ограничения его распространения и успешного тушения. Во всех помещениях на предприятии обязан быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения средств пожаротушения. Помещения с компьютерной техникой относятся к классу Г - пожары, связанные с горением в электроустановках. Поэтому типы огнетушителей, которые могут быть использованы в таких помещениях, могут быть только углекислотные или порошковые.

5.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды — это совокупность мероприятий, влияющих на природные зоны: атмосфера, литосфера, гидросфера. Основная задача — это создание условий экологической безопасности, защита сотрудников, окружающей природной среды от воздействия вредных выбросов, промышленных и бытовых отходов. Регулярный контроль за соблюдением мер по предупреждению загрязнения территории, соблюдением экологических норм, обеспечивающих условия труда, предупреждающих эпидемии, различного рода аварии, приводящие к чрезвычайным ситуациям регламентируется ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения» [73].

Помещение, с расположенными в нем персональными компьютерами, относится к пятому классу, так как работа на них не представляет экологической опасности. Поэтому размер санитарно-защитной зоны составляет 50 метрам. Металлы, использованные при производстве изделия, идет на повторную переработку, помогающую сэкономить природные ресурсы, либо на утилизацию на полигонах, что указано в стандарте ГОСТ Р

53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов» [74].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС (ГОСТ Р 22.0.01-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения» [75]). Возможные чрезвычайные ситуации: пожар, гроза, ураган, оползень. Наиболее характерной чрезвычайной ситуацией для помещения с наличием техники, является пожар. Межгосударственный стандарт представлен в документе ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность [76].

Пожарная опасность персональных компьютеров, обусловлена наличием в них горючих изоляционных материалов. Поэтому данное помещение по пожарной и взрывной опасности относится к категории Г (умеренная пожароопасность). При строительстве зданий и сооружений применяют строительные материалы и конструкции, подразделяющиеся на три группы:

- быстросгораемые;
- трудносгораемые;
- несгораемые.

Здание, в котором находится помещение, относится к несгораемым. Для предотвращения пожара в помещениях с техникой они должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения: углекислотными или порошковыми огнетушителями.

В случае же возникновения пожара необходимо предпринять меры по эвакуации всех сотрудников в соответствии с планом эвакуации, которые

должны быть расположены на каждом этаже здания. Дипломная работа выполнялась в офисе. Рабочий стол дизайнера расположен в помещении, которое на плане эвакуации обозначается как зал (рисунок 47).



Рисунок 47— План эвакуации

Исходя из плана в рабочей комнате находится эвакуационный выход, который должен использоваться при возникновении пожара и других чрезвычайных ситуациях.

5.5 Выводы по разделу

Раздел социальной ответственности выпускной квалификационной работы содержит освещение вопросов, которые касаются обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, охраны труда и окружающей среды. В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проанализированы вредные и опасные производственные факторы, а также приведены рекомендации по снижению воздействия на человека. Была рассмотрена проблема экологической безопасности, где присутствует угроза воздействия на литосферу в процессе утилизации электронных устройств. Итогом работы можно считать свод правил и рекомендаций для полного цикла безопасного проектирования изделия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в рамках выпускной квалификационной работы с помощью методов эргономического исследования был осуществлен дизайн-проект кресла-опоры, решающий проблемы индивидуального подхода при проведении реабилитации и организации серийного производства, а также низкой эстетики, малой функциональности и недоступности объекта.

Расширена область применения кресла-опоры. Полученный продукт является универсальным как для здоровых пользователей, проводящих профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата, так и для пользователей с нарушениями различного характера, требующие фиксации положения тела. В ходе проектирования были сформулированы критерии по выбору формы и цвета объекта, в зависимости от необходимого эффекта для пользователя, а также использование материалов с учетом зон касания. Разработанное кресло-опора оказывает положительное влияние как на физиологическое, так и на психологическое состояние пользователя.

Разработанная модель кресла-опоры имеет ряд конкурентных преимуществ перед существующими аналогами, как российского, так и международного рынка за счет сочетания проработанного внешнего вида, высокой функциональности объекта и долгого срока службы изделия. Также была решена проблема ценовой доступности объекта, решаемая изготовлением двух типов модельного ряда: стандарт и премиум.

В процессе работы над дизайн-проектом были решены все поставленные задачи:

1. анализ научно-исторических тенденции развития проектирования реабилитационного оборудования;
2. формулирование эргономических требований к модулям реабилитационного оборудования с учетом визуального восприятия человека и антропометрических данных пользователя;

3. определение особенностей использования эргономических исследований в дизайн-проектировании реабилитационного оборудования;
4. разработка на основе выработанных рекомендаций конструктива и дизайна реабилитационного оборудования;
- 6) моделирование;
- 7) выбор материала и технологии производства;
- 8) макетирование кресла-опоры;
- 9) оформление графической части;
- 10) разработка конструкторской документации;
- 11) анализ финансовой оценки проекта;
- 12) оценка безопасности проекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // gks.ru – 2001-2021. – URL: <https://www.gks.ru/folder/13721> (дата обращения: 10.02.2021).
2. Утвержденные клинические рекомендации ассоциации реабилитологов России // <https://rehabrus.ru/klinicheskie-rekomendaczii.html> (дата обращения: 07.02.21).
3. Основы и принципы реабилитации. Информация по реабилитации инвалида [Электронный ресурс] // aupam.ru. – 2001-2020. – URL: https://aupam.ru/pages/invasport/kompleksnaya_profilaktika_zabolevaniyj_reabilitaciy_boljnihkh_invalidov/page_09.htm (дата обращения: 10.11.2021).
4. Товары для инвалидов и реабилитации [Электронный ресурс] // invamarket.ru – 2017. – URL: <http://invamarket.ru/product/stul-ortopedicheskij-detskij-opora-dlja-sidenija-sn-370102-90-115-sm/?from=ya> (дата обращения: 12.02.2021).
4. Битова А. Л., Бояршинова О. С. Развивающий уход за детьми с тяжелыми и множественными нарушениями развития: Информационно-методический сборник для специалистов. – М., 2019
5. Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс] // zodorov.ru. – 2017. – URL: <http://zodorov.ru/lekcija-1-obshie-osnovi-reabilitacii.html> (дата обращения: 12.11.2021).
6. Характеристика и оценка критериев жизнедеятельности [Электронный ресурс] // Познайка.Орг // Материал для ознакомительных и учебных целей. – 2016-2018. – URL: <http://poznayka.org/s48781t1.html> (дата обращения: 10.11.2021).
7. Новикова И.Н., Желтякова М.В., Инашвили С.Я. К вопросу подготовки будущих учителей к работе в инклюзивной образовательной среде // Гуманитарные научные исследования. 2015. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2015/11/13200> (дата обращения: 10.11.2021).

8. Общие основы реабилитации [Электронный ресурс] // zodorov.ru. – 2017. – URL: <http://zodorov.ru/lekciya-1-obshie-osnovi-reabilitacii.html> (дата обращения: 12.11.2021).
9. Организация социальной работы с детьми с ограниченными возможностями. Основные проблемы детей с ограниченными возможностями
10. Отт А. Курс промышленного дизайна – Мюнхен, 2003
11. Битова А. Л., Бояршинова О. С. Развивающий уход за детьми с тяжелыми и множественными нарушениями развития: Информационно-методический сборник для специалистов. – М., 2017
12. Технические средства реабилитации. Опора для сидения для ребенка с ДЦП [Электронный ресурс] // ДЦП-Мама. – 2014-2018. – URL: <http://dcpmama.ru/opora-dlya-sideniya-dlya-rebenka-s-dcp.html> (дата обращения: 14.11.2019).
13. Хольц Р. Помощь детям с церебральным параличом. – М., Теревинф, 2007
14. Бадалян Л. О., Журба Л. Т., Тимонина О. В. Детские церебральные параличи: монография. – Киев, 1988
15. Бортфельд С. А. Двигательные нарушения и лечебная физическая культура при детском церебральном параличе: монография. – Ленинград, 1971
16. Семенова К. А. Мастюкова Е. М., Смуглин М. Я. Клиника и реабилитационная терапия ДЦП. – М., 1972
17. Чувардина Ж. Концепция и методы проектирования в дизайне [Электронный ресурс] // Татьяна Быстрова. – 2007-2017. - URL: http://www.taby27.ru/studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos_design/co_nzept_design/koncepciya-i-metody-proektirovaniya-v-dizajne-Chuvardina.html (дата обращения: 20.11.2021).
18. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006
19. Звонарева П.П., Янгулова И.В. Комплексный подход в создании мебели как дизайн-продукта // Дизайн и художественное творчество: теория,

методика и практика. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2016

20. Unleashing the impact of colour in medical device design: usability // Раскрытие влияния цвета в дизайне медицинского устройства: удобство использования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://starfishmedical.com/blog/unleashing-the-impact-of-colour-in-medical-device-design-usability/> (Дата обращения: 8.02.2021)

21. Реабилитационная техника. Мебель для больных ДЦП. Кресло многофункциональное для детей с ДЦП Bingo [Электронный ресурс] // Сеть медицинских магазинов Доброта.ru. – 2010-2021. – URL: https://www.dobrota.ru/shop/UID_9923_kreslo_mnogofunkcionalnoe_dlya_detey_s_dcp_bingo.html (дата обращения: 25.11.2021).

22. Понятие о реабилитации. Задачи, принципы и средства [Электронный ресурс]. - Межрегиональный общественный фонд помощи и содействия пациентам, нуждающимся в реабилитации после тяжелых заболеваний и травм «ПЛЮС Р». – 2019. – URL: <https://plusr.ru/stati/medicina-prostym-yazykom/ponyatie-o-reabilitacii-ee-zadachi-prin/>

23. Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс] // <https://www.who.int/ru> (дата обращения: 25.11.2021).

24. The method of formation of skills to build seriation series [Electronic resource]. - Studopedia. - URL: https://studopedia.ru/20_92598_metodika-formirovaniya-umeniy-stroit-seriatsionnie-ryadi.html, free. (Date of access: 6.12.2019).

25. Shokorova N. The Development of tactile sensations in children [Text] // Innovative pedagogical technologies: materials of the III international conference. scientific Conf. (Kazan, October 2015). - Kazan: Buk, 2015. - Pp. 84-86. - URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/183/8776/>, free. (Date of access: 10.12.2019).

26. Мартин Б., Ханнингтон Б. Универсальные методы дизайна. - СПб.: Питер, 2014. - 208 с.: ил.

27. Мартынов Ф.Т. Основные законы и принципы эстетического

формообразования и их проявления в архитектуре и дизайне. Екатеринбург, 1992.

28. Разработка дизайн-проекта [Электронный ресурс] // Компания Нитроком. – 2007-2021. – URL: <http://www.nytro.ru/design> (дата обращения: 23.11.2021).

29. Assistive Technology Network Issue Brief (California) on Assistive Technology and Universal Design // Рингерт Лори. Введение в универсальный дизайн [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://belvoi.ru/withoutbarrier/VvedenieVdisain.doc> (Дата обращения: 19.01.2021)

30. Реабилитационное оборудование [Электронный ресурс] // svyata.ru. – 2006-2018. – URL: <http://svyata.ru/products/sensornoe-oborudovanie/.html> (дата обращения: 23.11.2021).

32. Реабилитационная техника. Мебель для больных ДЦП. Кресло многофункциональное для детей с ДЦП Bingo [Электронный ресурс] // Сеть медицинских магазинов Доброта.ru. – 2010-2020. – URL: https://www.dobrota.ru/shop/UID_9923_kreslo_mnogofunkcionalnoe_dlya_detey_s_dcp_bingo.html (дата обращения: 25.12.2021).

33. Краткое описание программы Fushion360 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Autodesk. – 2018. – URL: <https://autodeskeducation.ru/study/fusion360/> (дата обращения: 11.01.2022).

33. Многофункциональное ортопедическое кресло NELE [Электронный ресурс] // Медицинская техника TopZdrav. – 2000-2022. – URL: <https://topzdrav.ru/products/-mnogofunktsionalnoe-ortopedicheskoe-kreslonele?piprm=68&sid=97&ymclid=217322246728535037300002> (дата обращения: 26.11.2022).

34. 4. Tikhomirova L. F. (2013). Difficulties in implementing inclusive education for children with disabilities and ways to overcome them. Yaroslavl pedagogical Bulletin, 2 (2), 78-81.

35. Стул ортопедический детский CH37.01.01 и CH37.01.02 [Электронный ресурс] // Конмет Холдинг. – 2018. – URL: <http://conmetholding.ru/catalog/rehab-equipment/chair-orto-kid-ch37-01-01/> (дата обращения: 26.01.2022).
36. 3D печать силиконом [Электронный ресурс] // Top3dshop.ru. – 2018. – URL: <https://top3dshop.ru/blog/3D-printing-with-silicone/> (дата обращения: 27.01.2022).
37. Программа Blender [Электронный ресурс] // Blender.org. – 2018. – URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 27.01.2022).
38. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006
39. Звонарева П.П., Янгулова И.В. Комплексный подход в создании мебели как дизайн-продукта // Дизайн и художественное творчество: теория, методика и практика. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2016
40. 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: 8.02.2022)
41. Assistive Technology Network Issue Brief (California) on Assistive Technology and Universal Design // Рингерт Лори. Введение в универсальный дизайн [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://belvoi.ru/beer/Vvedenie V disain.doc](http://belvoi.ru/beer/Vvedenie%20v%20disain.doc) (Дата обращения: 19.02.2022)
42. Характеристики ABS пластика [Электронный ресурс] // Vektorus.ru. – 2018. – URL: <https://vektorus.ru/blog/abs-plastik-pljusy-i-minusy/> (дата обращения: 27.02.2022).
43. Струттофайбер [Электронный ресурс] // Anatomiyasna.ru. – 2018. – URL: <https://www.anatomiyasna.ru/journal/napolnitel-dlia-matrasy-struttofaiber-chto-eto-takoe/> (дата обращения: 01.03.2022).

44. Медицинская реабилитация сколиоза [Электронный ресурс] // rsmu.ru – 2022. – URL: http://https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Disser/7/d_zaiцева_tn.pdf (дата обращения: 11.03.2022).

45. Общероссийские классификаторы [Электронный ресурс] // Classifikators. – 2012-2016. – Производство медицинской мебели. – 2018. – URL: <https://classifikators.ru/okved2001/33.10.2> (дата обращения: 1.04.2020).

46. Анализ рынка медицинской мебели [Электронный ресурс] // BussinesStat. – 2012-2016. – Статистический прогноз. – 2018. – URL: <https://businessstat.ru/catalog/id8744> (дата обращения: 2.04.2022).

47. Мартынов Ф.Т. Основные законы и принципы эстетического формообразования и их проявления в архитектуре и дизайне. Екатеринбург, 1992.

48. Тенденции развития рынка [Электронный ресурс] // Sovet-directorov. – 2012-2016. – Стратегия развития медицинской промышленности РФ. – 2018. – URL: <http://sovet-directorov-volgograda.ru/upload/iblock/aed/aed0d80ed585024cffbf15df3a09afaa.pdf> (дата обращения: 2.04.2022).

49. Объемы производства мебели в России [Электронный ресурс] // Stoodwood. – 2012-2016. – Конкурентный анализ РФ. – 2018. – URL: https://studwood.ru/2132762/marketing/obemy_proizvodstva_mebeli_rossii (дата обращения: 1.04.2020).

50. Мелкосерийное производство [Электронный ресурс] // BussinesStat. – 2012-2016. – Производство. – 2018. – URL: <https://businessstat.ru/catalog/id8744> (дата обращения: 2.04.2022).

51. Алюминиевые трубы: их применение и свойства [Электронный ресурс] // Все о трубах на нашем сайте. – 2018. – URL: <http://phoenixmaster.com/gost/alyuminievye-truby-klassifikaciya> (дата обращения: 16.04.2022).

52. Диаметры стальных труб: таблица и размеры [Электронный ресурс] // o-trubah.ru. – 2012-2016. – URL: <http://otrubah.ru/materialy/stalnie/diametry-stalnyh-trub-tablica-387> (дата обращения: 16.04.2022).

53. Гибка алюминиевых труб [Электронный ресурс] // Novametcom.ru. – 2012-2016. – Алюминиевые трубы. – 2018. URL: <https://novametcom.ru/uslugi/gibka-trub/> (дата обращения: 18.04.2022).

54. Преимущества и недостатки мебельных тканей [Электронный ресурс] // Novametcom.ru. – 2012-2016. – Микрофибра. – 2018. – Novametcom.ru URL: <https://ametist-store.ru/blog/preimushchestva-i-nedostatki-mebelnykh-tkaney/> (дата обращения: 18.04.2022).

55. Объем рынка медицинской реабилитационной мебели [Электронный ресурс] // Tebiz.ru. – 2012-2016. – ТСП. – 2018. – URL: https://tebiz.ru/mi/rynok-meditsinskoj-mebeli-vrossii?utm_source=Yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=68870164&utm_content=type_search%7Cpl_none%7Cgrid_4772595584%7Cadid_11513633442%7Crt_%7Cptype_premium%7Cpos_1%7Cdevice_desktop&utm_term=kwid_35433818062&yadclid=1586134&yadordid=168870164&yclid=4201196446195908607 (дата обращения: 18.04.2022).

56. Динамика медицинской мебели [Электронный ресурс] // Businesstat.ru. – 2012-2022. – Бизнес планирование РФ. – 2018. – URL: [/https://businesstat.ru/images/demo/medical_furniture_russia_2021.pdf](https://businesstat.ru/images/demo/medical_furniture_russia_2021.pdf) Режим доступа: (Дата обращения: 05.05.2022)

57. Ergonomics: textbook / comp. A. I. Feh; Tomsk Polytechnic University. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing house, 2014. 119 p.

58. Манн, Иванов, Фербер. Дизайн-сценарий. Определение и типология дизайн-сценария, Москва, 2002.

59. Стратегия развития фирмы [Электронный ресурс] // Statyi.statyi . – 2012-2016. – Бизнес планирование РФ. – 2018. – URL: [/strategiya-razvitiya-firmyi-gramotnyij-marketing](https://statyi.statyi.ru/strategiya-razvitiya-firmyi-gramotnyij-marketing) Режим доступа: (Дата обращения: 20.05.2022)

60. Риск менеджмент [Электронный ресурс] // Cfin.ru. – 2010-2022. – Оценка рисков бизнеса. – 2018. – URL: [/https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml](https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml) Режим доступа: (Дата обращения: 20.05.2019)
61. Управление внутренними рисками на производстве [Электронный ресурс] // Spravochnick.ru. – 2012-2022. – Виды внутренних рисков. – 2018. – URL: https://spravochnick.ru/menedzhment/riskmenedzhment/vnutrennie_riski_v_uchpravlenii_organizaciy/ Режим доступа: (Дата обращения: 20.05.2022)
62. Социальная ответственность: понятие и виды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jurisprudence.club/teoriya-gosudarstva-pravouchebnik/sotsialnaya-otvetstvennost-ponyatie.html> – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 20.03.2022).
63. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021).
64. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
65. ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере
66. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
67. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
68. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
69. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».
70. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

71. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

72. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

73. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

74. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

75. ГОСТ Р 22.0.01-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения».

76. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.

Приложение А

(Справочное)

2 Design and art

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ01	Ткачева Лейла Юрьевна		

Консультант школы отделения ОАР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Мамонтов Г.Я.	д.ф.-м.н		
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Ю.П.			

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Маркова Н.А.			

Introduction

Today, the problem of increasing statistics on diseases of the musculoskeletal system among the population, in particular such as scoliosis, is urgent [1]. This disease is a consequence of the physically incorrect position of the human body for a long time. Another factor is the inability of the body to maintain the correct position as a result of the weakening of the skeletal muscles of the body.

To restore the musculoskeletal system, devices are used that fix the patient in a physically correct position [2]. The disadvantage of the available models of support chairs presented on the market is low efficiency, since in order to achieve the result of positive dynamics, precise individual system settings are required, that is, custom-made.

The purpose of this work is to design and develop elements of the orthotic system that allow taking into account the individual parameters of the patient to increase the effectiveness of the technical means of rehabilitation. To achieve this goal, the following tasks were defined:

- analysis of scientific and historical trends in the development of rehabilitation equipment design;
- formulation of ergonomic requirements for rehabilitation equipment modules, taking into account the visual perception of a person and the anthropometric data of the user;
- determination of the features of the use of ergonomic research in the design of rehabilitation equipment;
- development of rehabilitation equipment design based on the developed recommendations.

Market Analysis

Today, there are various models of support chairs on the market. The problem lies in the fact that Russian models do not have aesthetic properties, in addition, they are characterized by low functionality, which negatively affects not only demand, but also the quality of health improvement of the body (Fig.1)



Figure 1 Russian models of support chairs

Models of foreign manufacturers have higher functional and aesthetic characteristics compared to Russian analogues, but do not meet the following requirements:

- customization for individual user deviations;
- durability of materials with frequent change of settings;
- high aesthetic parameters that have a positive psychophysiological effect on the body;
- affordable price for a middle-income buyer.

Foreign manufacturers supply a more attractive product to the market, but at the same time with a greatly inflated price for the Russian buyer (from 180-350 thousand rubles). It is important to note that today and in the near future, the supply of models from foreign manufacturers to the territory of the Russian Federation has been discontinued. At the same time, the models also have a number of disadvantages in aesthetic and constructive terms.

The development is aimed at use by users with disabilities; with minor disorders of the musculoskeletal system, as well as in order to prevent the development of diseases of the musculoskeletal system and possible pathologies. In addition, the support chair has a social orientation, has a positive impact on the socialization of persons with disabilities, since it visually approaches specialized medical furniture to the usual one due to its high aesthetic properties. It is important to note that the satisfaction of people's social needs is fundamental to the psychological comfort of the individual.

The advantages of the developed support chair, in addition to the affordable price, are:

- Combination of mass production and fine-tuning of the object for individual user deviations;
- Positive impact on the psychophysiological state of the user due to the elaborate design and functionality of the support chair;
- High service life of the materials used, which is important when frequently adjusting the parameters of the support chair;
- Development of individual modules for each user by means of 3D body scanning;
- Affordable cost of a support chair for a middle-income buyer.

Scientific and historical trends in the development of rehabilitation equipment design

In medicine, the term "rehabilitation" is used as a set of medical, pedagogical, professional and legal measures aimed at restoring the impaired functions of the body and the ability to work of patients and the disabled. But there is no unambiguous concept for this term.

Trends in mechanotherapy

Today, the development of scientific research in the field of orthopedics, modern materials, ergonomics, perception theory allows us to improve the technical

means of rehabilitation, improve the psychophysiological interaction between the user and the object.

Mechanotherapy is actively used for the rehabilitation of patients with various types of diseases, including defects of the musculoskeletal system. The whole complex of rehabilitation measures can be divided into:

1. Medical rehabilitation, which uses methods of drug therapy, physiotherapy, physical therapy, therapeutic nutrition, surgical correction;
2. Psychological rehabilitation, which implies measures for the timely prevention and treatment of mental disorders;
3. Professional rehabilitation, the main tasks of which are the restoration of appropriate professional skills or retraining of patients, as well as solving issues of their employment;
4. Social rehabilitation, which includes the development and adoption at the state level of relevant regulatory legal acts guaranteeing people with disabilities certain social rights and benefits [4].

The use of common rough forms in technical means of rehabilitation has a depressing effect on the patient's psyche, causing negative emotions, possibly fear and unwillingness to use the device, and also reduces efficiency, since it does not repeat the exact anthropometric data of the user, reducing the fit of the device.

When forming ergonomic requirements for modules of technical means of rehabilitation, it is important to take into account two categories of components:

- Anthropometric parameters of a potential user;
- Visual perception of an object by a person.

1.1 Anthropometric parameters

The use of accurate anthropometric data of the user allows for a tight fit of the TSR, namely the orthotic system, which improves the quality of rehabilitation [5]. It is necessary to take into account the specifics of the patient's disease when taking measurements for designing an object applicable for treatment. Often the use

of the general dimensions of the patient is not enough, it is important to remove degree deviations.

When developing orthotic system modules for the knee and back, the following requirements must be met:

- Tight fit of the orthotic system to the patient's body;
- The ability to configure the device for the anthropometric data of the user;
- The possibility of inserting additional removable modules (pads) forming the necessary plane for influencing the patient;
- The possibility of manufacturing orthoses or their components in industrial production.

Compliance with the above requirements in the design of orthotic system modules will allow us to develop a highly effective technical means of rehabilitation. The division of the object into standard and individual components will allow the introduction of a universal solution, while affecting the deviations of a particular patient.

Visual parameters

When developing rehabilitation equipment, it is extremely important to take into account the psychological aspects of human perception of the object, since the patient is in direct contact with the technical means of rehabilitation and his perception of the object is reflected in the result of rehabilitation procedures. Thus, in order to achieve a high result, positive emotions from the patient's perception of the object are necessary. The achievement of positive emotions is achieved by the presence of visual comfort. The criteria for a visually comfortable object in the field of rehabilitation of the musculoskeletal system are:

- Using the bionic form of the object;
- The color scheme of the object, which supports the favorable condition of the user during the rehabilitation process.

The bionic shape of the object has smooth shapes, which helps to relax the user's attention, without focusing on sharp accents. Bionics is close and

understandable to the human psyche on a subconscious level, since it is based on natural forms [8].

In the shaping of technical means of rehabilitation for the musculoskeletal system, the use of bionic forms is extremely important, since the structure is fixed on the human body and occupies a significant part of its area.

When designing an orthotic system, it is also important to take into account the specifics of the therapeutic exercises performed. If it is necessary to perform flexion-extensor active actions, it is possible to use colors that activate the nervous system, such as red, orange, yellow. In the case of using knee sleeves for the prevention of spasticity in patients, reducing muscle tension, the colors of the cold spectrum-blue, blue - will have the most favorable effect. It is also possible to use neutral colors, for example, gray and white.

Ergonomic design methods

The organizational method is to identify the tasks of the patient's activity. To develop the correct equipment, it is important to understand what actions the patient performs as part of rehabilitation. To identify the tasks of the activity, it is necessary:

- Conducting an interview with the attending rehabilitologist to identify the shortcomings of the facility, identify the necessary improvements from the point of view of medical equipment
- Interview with the patient to identify uncomfortable sensations when using the orthotic system, which can be eliminated by modifying the design

To remove accurate biometric data, it is possible to use a 3D scanner that allows you to take into account not only the overall dimensions, but also deviations from the norm, expressed in angular values, which will allow you to get a ready-made model of the patient's body for subsequent modeling of the elements of the orthotic system being developed.

- Empirical method - subjective observation of the patient's activity during the use of an analogue of the projected object, assessment of fatigue, identification of shortcomings of the object;
- Interview with the patient to identify uncomfortable sensations when using the orthotic system, which can be eliminated by modifying the design;
- Analysis of the patient's actions, identification of shortcomings in terms of ergonomics, shaping and color solutions;
- Creation of virtual self-imaging using a scanned model of the patient's body to establish a hypothesis of fertilizer use before developing a prototype of the object.

When forming ergonomic requirements for modules of technical means of rehabilitation, it is important to take into account two categories of components:

- Anthropometric parameters of a potential user;
- Visual perception of an object by a person.

Based on previous studies aimed at increasing the effectiveness of the use of the support chair by patients with disorders of the musculoskeletal system, the following criteria for the development of the support chair were formulated:

- Tight fit of the orthotic system to the patient's body
- The ability to configure the device for the anthropometric data of the user
- The possibility of inserting additional removable modules (pads) forming the necessary plane for influencing the patient
- The possibility of manufacturing orthoses or their components in industrial production

These criteria must be laid down as the basis for the design of the support chair.

Also, during the study of the activities of Technomed LLC and the analysis of their production of technical means of rehabilitation, the need for the design development of orthotic system elements using the modularity principle was identified. This solution will speed up the production of TSR. In addition, combining

sleeves from various systems will allow you to create individual solutions for each patient, since the deviations of the musculoskeletal system are different and do not have universal indicators.

When using the support chair at home, it is necessary to ensure the ease of setting up the TSR by the patient or guardian, which does not require special knowledge and allows you to quickly change modules or calibrate them [2].

To develop modules of the orthotic system that allow influencing various groups of disorders of the musculoskeletal system, it is necessary to analyze the possible movements of the patient during rehabilitation.

Cases of application of the developed object

Before starting an ergonomic study, it is important to determine the specifics of the application of the developed support chair, namely the types of diseases to which the use of the object is directed. The considered analogues are intended for use in scoliosis, as well as in mild degrees of cerebral palsy, where it is necessary to fix the patient in an orthopaedically correct position.

Due to the lack of flexible configuration of the system, the use of analogues becomes impossible in more pathological situations with a greater degree of deviation of the patient's parameters from the norm. Also, the absence of individual inserts does not allow taking into account the deviations of each patient, which reduces efficiency and can cause harm when using the object.

The developed design of the support chair together with the rehabilitologist solves the problems described above, which allows for recovery in the following diseases:

- Scoliosis;
- Kyphosis;
- Back muscle paralysis (cerebral palsy, polio);
- Fractures of the spine.

Since the patient is fixed in the required position, a partial load is removed, which reduces the pain syndrome, similar to the effect of wearing a medical corset.

It is also possible to use a support chair as a means of rehabilitation in the presence of intervertebral hernias, as well as after a stroke.

It is important to note that the use of a support chair is possible not only for difficult reversible disorders of the musculoskeletal system, but also at the initial stage to prevent the development of pathologies, which in modern realities is associated with maintaining a sedentary lifestyle and being mainly in an orthopaedically incorrect sitting position. Potential users are:

- Office workers;
- Freelancers (with an irregular work schedule, mainly in a sitting position);
- Elderly persons.

The target audience of the orthopedic support chair is distinguished by behavioral criteria and includes the following consumers:

1. Individuals, including:

- Patients with temporary disorders of the musculoskeletal system;
- Patients with permanent disorders of the musculoskeletal system;
- Patients conducting the prevention of diseases of the musculoskeletal system;
- Parents of children with temporary disorders of the musculoskeletal system;
- Parents of children who carry out the prevention of diseases of the musculoskeletal system.

2. Legal entities:

- specialized educational institutions
- rehabilitation centers

3D scanning

One of the most important stages of the ergonomic analysis is the 3D scanning of the patient's body, which ensures accurate removal of the model of the patient's body surface, taking into account small deviations from the norm, difficult to distinguish during medical examination, as well as not harmful to the body as during radiography.

Identification of individual deviations in the anthropometric parameters of the user that affect the fit of the technical means of rehabilitation is necessary to provide a positive effect during rehabilitation.

A 3D scanner was used to perform this operation. During the use of the scanner, the read surface was displayed using software on the monitor screen of a laptop connected to a 3D scanner.

As a result of using this device, a model of the patient's body was obtained. To be able to process the file from the 3D scanner, remove unnecessary captured areas, the resulting object was entered into the Blender software for further editing. To apply the resulting model of the user's body, extra fragments were removed from the resulting file (Fig.2).

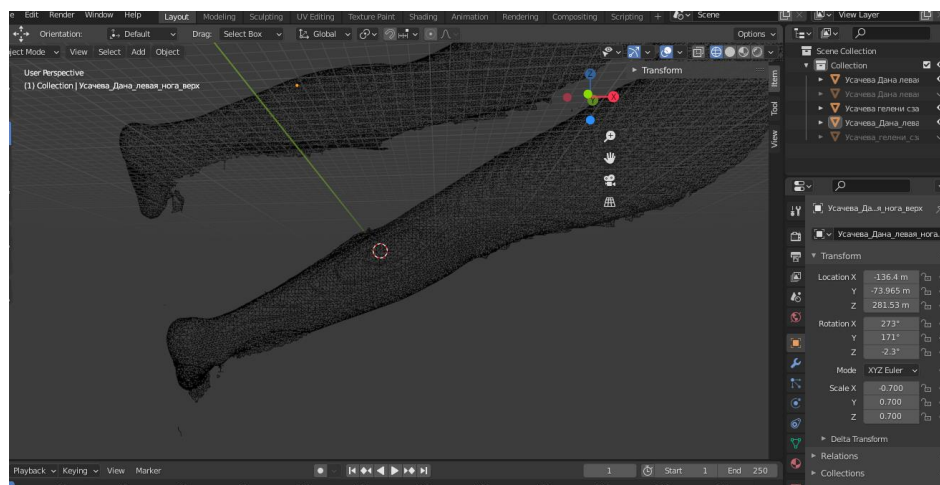


Figure 2 - Preparation of a model obtained using a 3D scanner to develop an individual insert to form the plane of the thoracic spine

It is important to note that the dimensions of the model obtained by 3D scanning do not correspond to the actual dimensions of the patient's body, therefore,

an additional measurement of the anthropometric parameters of the user was carried out to develop an individual insertion model.

Measurements were carried out according to the principles of dividing the patient's body into circles and identifying their dimensions, as well as the distance between them. The values were entered on a pre-printed form for the efficiency of recording measurements.

Creation of design solutions

The above steps were aimed at determining the necessary functions of the support chair, identifying the nature of the movements performed by patients, as well as determining the overall dimensions of the elements for further design. A further stage in the development of the support chair was the elaboration of the shape of the object [13], aimed at forming the aesthetic qualities of the object, creating visual comfort, as well as contributing to the positive psychophysiological influence.

The following criteria were taken as the basis for the completion of the form:

- Bionic shape of the object;
- High aesthetic qualities;
- Using a modern style;
- The principle of sleeve modularity;
- The possibility of using individual inserts to form a unique surface aimed at eliminating violations of a particular patient.

To develop the first visual concept, in addition to the criteria described above, the principle of visual unity of elements was taken [14], lining up in one system, which also increases psychological comfort when users perceive the object. Figure 3 shows a sketch version reflecting the relationship of the upper part of the body of the support chair.

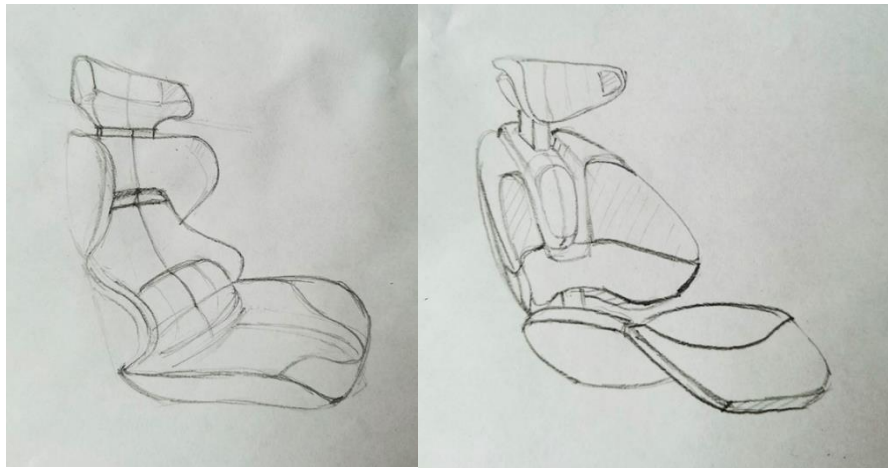


Figure 3 - Search for sketch solutions of the support chair

Designing a 3d model of a support chair

A further stage in the development of the support chair was the elaboration of a constructive solution based on solving the problem of fine-tuning for individual patient parameters. As a solution, the back of the chair was divided into two parts that are not connected to each other, which provides independent adjustment of the two parts of the backrest. When carrying out rehabilitation actions, it is important to take into account deviations in the lumbar region, which also differ for each user. To be able to adjust for anthropometric parameters, the adjustment of the element was made separately (Fig.4)



Figure 4 - Internal structure of the support chair

An important advantage of the support chair is the fixation of the patient's head, which is necessary in cases of paralysis of the neck and back muscles. The model of the head department consists of a solid frame made of plastic and a soft insert made of a fiber reinforced with a fabric surface. Also, for reliability, additional head retainers have been developed in the form of straps on the frontal part and chin.

The outer shell of the support chair

To increase the aesthetic parameters of the support chair, a removable cover was developed, worn over the structural part of the object. The cover allows you to provide quick access to the settings of the support chair, reduces surface contamination, and is amenable to sanitary and hygienic treatment. It is also important to note the increase in the aesthetic qualities of the support chair using a cover, which does not cause negative emotions among users and has a positive effect on the psychophysiological state of the patient, speeding up the rehabilitation process. The visualization of the support chair body is shown in figure 5.

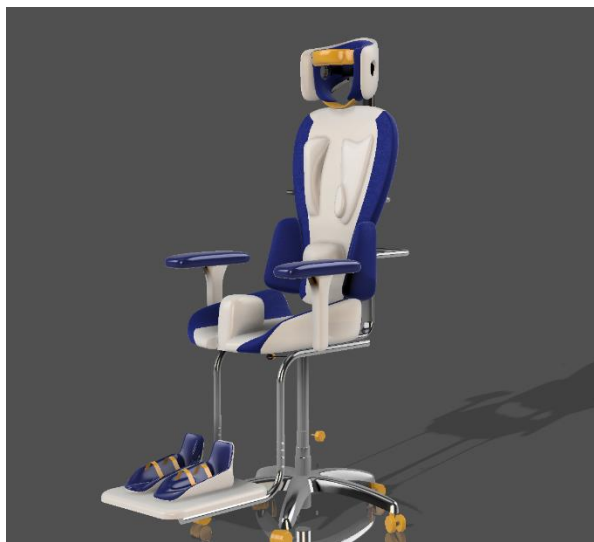


Figure 5-Visualization of the body of the support chair with a cover

The business model of the project

The object under development is characterized by versatility in the place of use: rehabilitation centers, educational institutions, personal home use. It is also

important to divide the object into two price segments: an economical model and a premium model. Each model is initially a basic configuration (orthopedic chair), to which it is possible to purchase elements (holding straps for various parts of the patient's body, an abductor), forming, if necessary, a specialized support chair. Also, for the variability of the model and attracting more users, it is possible to sell several color solutions of additional elements.

Also, an additional source of income is the sale of structural elements, the replacement of which, in case of loss or failure, will prolong the life of the product. These include: plastic wheels with a stopper, wing mounts.

In addition, after-sales service will be organized, which is also an additional source of income.

Risk assessment

The possible risks of non-fulfillment of the business plan on time can be divided into two categories: external and internal.

External situations include the following:

- Increase in raw material prices
- Failure of raw material supplies

The applied measure to eliminate external risks can be a competent choice of counterparties, as well as the inclusion of material liability for violations in the contract.

In addition, there may be a lack or decrease in demand from buyers, the solution is to conduct an active advertising campaign, as well as build up the customer base, using an individual approach to potential buyers, as well as the use of flexible offers.

Internal risks include equipment breakdown and production downtime, which is prevented by regular maintenance of the equipment used. Also, situations of non-fulfillment of sales volume are not excluded, in order to avoid it, it is important to conduct an active advertising campaign with the connection of several

channels (social networks, television, professional exhibitions, buying advertising from influencers), as well as competently build work with clients after the sale.