

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Корпус ортезной системы

УДК 62-213:615.477.3:617.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна		

Руководитель ВКР

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Вехтер Е.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Концепция стартап-проекта»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Ковалева Е.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен владеть рисунком, умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта, иметь навыки линейно-конструктивного построения и понимать принципы выбора техники исполнения конкретного рисунка
ОПК(У)-2	Владеть основами академической живописи, приемами работы с цветом и цветовыми композициями
ОПК(У)-3	Способен обладать начальными профессиональными навыками скульптора, приемами работы в макетировании и моделировании
ОПК(У)-4	Способен применять современную шрифтовую культуру и компьютерные технологии, применяемые в дизайн-проектировании
ОПК(У)-5	Способен реализовывать педагогические навыки при преподавании художественных и проектных дисциплин
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-7	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
Профессиональные компетенции	
Основной вид профессиональной деятельности (проектный) –	
ПК(У)-4	Способен анализировать и определять требования к дизайн-проекту и синтезировать набор возможных решений задачи или подходов к выполнению дизайн-проекта
ПК(У)-5	Способен конструировать предметы, товары, промышленные образцы, коллекции, комплексы, сооружения, объекты, в том числе для создания доступной среды
ПК(У)-6	Способен применять современные технологии, требуемые при реализации дизайн-проекта на практике
ПК(У)-7	Способен выполнять эталонные образцы объекта дизайна или его отдельные элементы в макете, материале
ПК(У)-8	Способен разрабатывать конструкцию изделия с учетом технологий изготовления: выполнять технические чертежи, разрабатывать технологическую карту исполнения дизайн-проекта

Дополнительный вид профессиональной деятельности (художественный) –	
ПК(У)-1	Способен владеть рисунком и приемами работы в макетировании и моделировании, с цветом и цветовыми композициями
ПК(У)-2	Способен обосновать свои предложения при разработке проектной идеи, основанной на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи
ПК(У)-3	Способен учитывать при разработке художественного замысла особенности материала с учетом формообразующих свойств
Дополнительно сформированные профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен применять современные информационные технологии и графические редакторы, методы научных исследований при создании дизайн-проектов и обосновывать новизну собственных проектных решений

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

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

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

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна

Тема работы:

Корпус ортезной системы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	47-4/с от 16.02.22

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: процесс разработки дизайна корпуса ортезной системы. Предмет исследования: корпус многофункциональной ортезной системы.
--------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Аналитический обзор по литературным источникам: поиск аналогов, выделение достоинств и недостатков. Основная задача проектирования: разработка дизайна корпуса ортезной системы. Содержание процедуры проектирования: анализ аналогов; изучение конструкции; обзор материалов; эскизирование, формирование вариантов дизайн-решений (форма, эргономика и т.д.); объемное моделирование; макетирование; создание конструкторской документации. Результаты выполненной работы: дизайн-проект корпуса ортезной системы объекта, конструкторскую документацию, макет.
Перечень графического материала	Эскизы концептуальных решений, конструкторская документация (сборочный чертеж, чертеж деталей в стрелке указателя), два демонстрационных планшета формата А0
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ковалева Елена Викторовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Юрий Петрович			16.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна		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 (специальность) – 54.03.01 Дизайн

Уровень образования – Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
Октябрь	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы. Работа над ВКР – анализ аналогов	10
Ноябрь	Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе выбранного материала – статья	20
Декабрь	Работа над ВКР – сдача первого раздела ВКР, эскизы	40
Февраль	Работа над ВКР – сдача второго раздела ВКР, формообразование, 3д модель	50
Март	Работа над ВКР – сдача третьего раздела ВКР, презентационная часть, конструкторская документация	60
Апрель	Работа над ВКР – Макетирование	70
Май	Работа над ВКР – Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи, БЖД, стартап	85
Июнь	Сдача готовой текстовой и графической части ВКР	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна

Школа		Направление	54.03.01 «Дизайн»
Уровень образования	Бакалавриат		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Предметом проектирования является создание многофункциональной ортезной системы для реабилитации нижних и верхних конечностей.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Для дополнительной защиты изделия можно оформить патент на промышленный образец.
<i>Объем и емкость рынка</i>	На рынке прямые аналоги отсутствуют
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Активная поддержка отечественных производителей государством и малое количество предприятий, производящих реабилитационное оборудование.
<i>Себестоимость продукта</i>	Себестоимость продукта составляет 464 452 руб.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	-Эргономичность; -Экономичность; -Многофункциональность;
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Конструкция разрабатываемого оборудования предполагает реабилитацию людей с разными ростовыми данными, позволяющая настраивать размеры индивидуально под каждого. Система включает в себя 4 вида реабилитационных тренировок.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	B2B и B2G Муниципальные и частные реабилитационные центры
<i>Бизнес-модель проекта</i>	В качестве бизнес-модели была составлена модель Остервальдера, включающая

	девять ключевых элементов бизнеса
<i>Производственный план</i>	Составлен производственный план для на 10 месяцев, точка безубыточности приходится на 4 месяц.
<i>План продаж</i>	-Продвижение через интернет -Составление базы потенциальных покупателей -Участие в тендерах -Выставки, конференции -Сотрудничество с социальными фондами
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-модель)</i>	Бизнес-модель Остервальдера, инвестиционный план

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

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ШИП ТПУ	Ковалева Е.В.	к.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Д81		Барбарич Елизавета Яковлевна	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

Тема ВКР:

<i>Корпус ортезной системы</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: Корпус ортезной системы Область применения: Реабилитационные центры, больницы. <i>Рабочая зона:</i> Рабочее место дизайнера представлено помещением аудитории 437, 20 корпус ТПУ. <i>Размеры помещения:</i> 80 м². <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> Персональный компьютер, графический планшет, настольная лампа. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляемые в рабочей зоне:</i> Изучение проектируемого объекта, эскизирование, создание 3Д модели и подготовка технической документации при помощи ПК, макетирование, эргономический анализ, подготовка презентационных материалов.
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.	Законодательные и нормативные документы по теме: - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). - ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования - ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. - ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: - Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; - Отсутствие и недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны - Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

	- Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума Опасные факторы: - Электромагнитные поля, неионизирующие ткани тела человека Средства коллективной и индивидуальной защиты: - Наличие противопожарных систем - Вентиляция воздуха - Датчики напряжения в сетях - Качественные источники света, соответствующие нормативам
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону: не выявлено Воздействие на литосферу: образование отходов связанных с поломкой ПК и отходы пластика при печати на 3д-принтере. Вырубка леса для создания используемой для проекта бумаги. Воздействие на гидросферу: не выявлено Воздействие на атмосферу: не выявлено
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: - Пожар - Природные катастрофы (наводнения, землетрясения, ураган и т.д.) - Инфекционные заболевания - Авария на промышленном объекте Наиболее типичная ЧС: - Пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Барбарич Елизавета Яковлевна		18.02.2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 113 страниц, 37 рисунков, 10 таблиц, 67 использованных источников, 6 приложений.

Ключевые слова: корпус ортезной системы, опорно-двигательный аппарат, дизайн, эргономика, социальная ответственность, реабилитационный тренажер, стартап.

Цель выпускной квалификационной работы - разработка корпуса ортезной системы.

В процессе работы изучены аналоги, сформулированы выявленные достоинства и недостатки, устранение которых послужило основой для проекта.

В результате был разработан дизайн корпуса ортезной системы. Был создан макет, конструкторская и графическая документация, а также объемно-пространственная модель.

Результатом проектирования стал новый корпус ортезной системы, который позволяет людям с разными ростовыми параметрами заниматься на нем.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1 Научно-исследовательская часть	17
1.1 Основные принципы реабилитации	17
1.2 Изучение проблем функций опорно-двигательного аппарата	18
1.3 Особенности ортезной системы для людей с ограниченными возможностями	20
1.4 Аналоги ортезных систем	21
1.5 Материалы, используемые в аналогах	26
2 Проектно-художественная часть	29
2.1 Методы дизайн-проектирования	30
2.2 Формообразование	33
2.3 Этап эскизирования	35
2.4 Колористическое решение	39
3 Разработка художественно-конструкторского решения	43
3.1 Подбор материалов для ортезной системы	43
3.1.1 Проектирование упора таза	43
3.1.2 Крепление таза	45
3.1.3 Крепление ног	47
3.1.4 Материалы для корпуса реабилитационного оборудования	47
3.1.5 Телескопический механизм регулировки высоты	48
3.2 Моделирование ортезной системы	49
3.3 Визуализация оборудования	56
3.4 Технологии изготовления	56
3.5 Эргономика оборудования.	57
3.6 Соматография	58
3.7 Чертежи изделия	68
3.8 Планшет	68

3.9 Макет тренажера	69
3.10 Создание видеоролика	70
4 Концепция стартап-проекта	71
4.1 Описание продукта как результат НИР	72
4.2 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта	73
4.3 Объем и емкость рынка	74
4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли	74
4.5 Планируемая стоимость продукта	75
4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов	78
4.7 Интеллектуальная собственность	80
4.8 Бизнес-модель проекта	81
4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок	81
5 Социальная ответственность	84
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	85
5.2 Производственная безопасность	87
5.2.1 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	88
5.2.2 Отсутствие и недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны	90
5.2.3 Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	91
5.2.4 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	91
5.2.5. Электромагнитные поля, неионизирующие ткани тела человека	92
5.3 Экологическая безопасность	93
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А	107
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	109
ПРИЛОЖЕНИЕ В	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	114

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из актуальных направлений в промышленном дизайне является дизайн-проектирование медицинского оборудования.

Опорно-двигательный аппарат - функциональная система человеческого тела, благодаря которому человек может передвигаться и совершать любые движения и действия. В современном мире, к сожалению, нарушения опорно-двигательного аппарата достаточно распространены и не являются редкостью.

Реабилитационное оборудование может располагаться как в медицинских учреждениях, так и в учебных, в некоторых случаях даже в жилых помещениях. Оборудование должно быть экологичным, надежным, устойчивым и удобным для пользования широкому кругу людей. Данное исследование направлено на решение этой проблемы.

Объектом исследования является ортезная система. Предмет исследования - принципы создания функциональности, эргономичности и экономичности данного объекта.

Актуальность данной темы заключается том, что около 10% населения планеты занимают инвалиды. В это число входят те люди, которые имеют возможность реабилитации. Травмы и болезни чаще всего сочетает в себе два или более повреждения и для реабилитации такого рода недуга появляется необходимость к комплексной реабилитации пациента. Создание многофункционального корпуса ортезной системы позволит пациентам совмещать различные виды тренировок в одном тренажере, тем самым разрабатывать весь опорно-двигательный аппарат.

Целью данной работы является проектирование корпуса ортезной системы. За тем были сформированы определенные задачи для достижения поставленной цели:

- 1) изучение требований к реабилитационному оборудованию;
- 2) изучение существующих аналогов с целью поиска уникального решения поставленной задачи;
- 3) выбор конструктивного и эстетического решения;
- 4) эскизирование;
- 5) эргономичный анализ объекта;
- 6) моделирование;
- 7) выбор материала и технологии производства;
- 8) макетирование реабилитационного оборудования;
- 9) оформление графической части;
- 10) разработка конструкторской документации;
- 11) анализ финансовой оценки проекта;
- 12) оценка безопасности проекта.

1. Научно-исследовательская часть

Темой выпускной квалификационной работы является проектирование корпуса ортезной системы.

Ортезная система [1] - техническое средство реабилитации, представляющее собой сочетание двух и более взаимосвязанных ортезов для различных отделов, в том числе на сегменты конечностей и туловище с захватом или без захвата шеи и головы, соединенных в единую функциональную систему, предназначенное для широкого спектра воздействия на опорно-двигательную систему.

Ортезная система состоит из аппарата на нижние конечности и туловище (или аппарат на всю ногу, аппарат на тазобедренный сустав), опора для стояния, тьютора. Такая система имеет функции вертикализации, имитация ходьбы, отведение ног в стороны и сгибание колена, которые помогают инвалидам разработать опорно-двигательный аппарат [2].

1.1 Основные принципы реабилитации

Проблема реабилитации людей после заболеваний и травм стала достаточно актуальна в современном мире. Причиной актуальности реабилитации стал ее социально-экономический эффект, который заключается в улучшении здоровья населения, трудоспособности, увеличения продолжительности жизни и социально-активного периода жизни. Все это относится также к задачам реабилитации [3]. Для этого проводятся широкие исследования по разработке и внедрению новых методов и моделей медицинской реабилитации, которые способствовали бы улучшению эффективности реабилитационных программ и их использование.

Реабилитация человека - это процесс восстановления функционального состояния человека и его работоспособности [4]. При

реабилитации человека используются различные методы восстановления нарушений функций человеческого организма.

Целью реабилитации является полное или частичное восстановление утраченных возможностей организма. Если же реабилитация невозможна, то целью становится замедление прогрессирования заболевания [5].

В современном мире существует несколько взаимосвязанных форм реабилитации, которые широко используются и постоянно совершенствуются на практике. К таким формам относятся:

- Медицинская реабилитация, которая использует методы медикаментозной терапии, хирургическую коррекцию;
- Физическая реабилитация, в которую входят такие методы, как ЛФК, физиотерапия, различные виды массажа;
- Психологическая реабилитация проводится психологами и психотерапевтами. Основной задачей психологической реабилитации является лечение психических нарушений;
- Профессиональная реабилитация нацелена на восстановление соответствующих профессиональных навыков или переобучение, а также решение вопросов о трудоустройстве;
- Социальная реабилитация нацелена на разработку и принятие на государственном уровне нормативно-правовых актов, гарантирующих людям с ограниченными возможностями отдельные социальные права и льготы.

1.2 Изучение проблем функций опорно-двигательного аппарата

Нарушения опорно-двигательного аппарата является одной из самых сложных реабилитаций в медицине. Проблемы с опорно-двигательным аппаратом являются достаточно распространенным явлением среди населения [6].

В области нарушений функций опорно-двигательного аппарата в настоящее время насчитывается множество различных болезней и травм, которые имеют восстановительный эффект. К таким болезням относятся: травматическая болезнь спинного мозга, рассеянный склероз, ДЦП, различные формы миопатии - мышечной дистрофии, полный или частичный паралич нижних и верхних конечностей, восстановление после инсульта и другие.

При данных болезнях и травмах врачи рекомендуют несколько возможных вариантов тренировок при реабилитации, исходя из медицинского заключения. Например, вертикализация реабилитантов предполагает развитие моторики в целом. Динамический параподиум в свою очередь является новой системой активной двигательной реабилитации, которая направлена на развитие динамических стереотипов передвижения.

Разные виды реабилитационных тренировок направлены на полноценное анатомическое развитие человека, улучшение двигательных функций верхних и нижних конечностей.

Так, например, вертикализация представляет собой одной из самых важных задач еще на раннем этапе реабилитации. Именно вертикализация помогает адаптироваться к последующим нагрузкам. Вертикализатор способствует улучшению работе функций внутренних органов, помогает приближать состояние мышц и позвоночника человека к нормальному, и, самое главное, обеспечивает повышения показателей кровоснабжения человека. За счет процесса восстановления организма после травм у реабилитанта начинает улучшаться психоэмоциональное состояние [6].

Еще одной из тренировок в ортезной системе является имитация ходьбы. Такая тренировка предполагает собой развитие функций нижних конечностей и развитие динамических стереотипов передвижения.

Имитация ходьбы приводит к нормализации внутренних процессов, ликвидации пролежней, восстановление костно-суставной сумки. Данный вид тренировки также нормализует дыхательную систему и работу сердечно-сосудистой системы [7].

Ортезная система также предоставляет возможность наклонов реабилитанта, которая способствует развитию функций верхних конечностей и спины человека. При таких наклонах развивается координация человека, костно-суставная сумка, мышечный каркас человека, а также функции растяжения и сжатия межпозвоночных дисков [8].

В дополнение к имеющимся видам тренировок можно добавить возможность подъема ног в бок. При такой тренировке у реабилитанта развивается мышечный каркас, координация движения.

Все вышеперечисленные виды реабилитации способствуют не только физическому восстановлению после травм или болезней, но и психоэмоциональному состоянию человека, что также является важным аспектом в жизни человека.

1.3 Особенности ортезной системы для людей с ограниченными возможностями

При проектировании ортезной системы нужно учитывать некоторые факторы, которые помогут создать технически продуманное устройство, а также визуально комфортную форму оборудования.

Для проектирования изделий данного типа необходимо учитывать то, что не все реабилитанты имеют возможность самостоятельно подниматься, держаться и стоять на оборудовании без посторонней помощи. Таким образом, необходимо предусматривать надежные крепления для фиксации человека в нескольких местах. Фиксация

предусматривается в области таза/живота, ног (упор коленного сустава) и рук.

При индивидуальном пользовании оборудованием предусматриваются части, изготавливаемые по меркам пациента, а для более широкого круга людей, имеющих разные ростовые данные, используются тренажеры, предусматривающие регулировку различных частей. Такие регулировки должны быть удобными для пользования реабилитологом или медицинским персоналом, а также не торчать для безопасности окружающих и самого реабилитанта.

Важно также рассматривать проектирование оборудования с точки зрения психологии и формообразования. Исходя из теоретического материала, описанного в следующих главах, можно выявить точные критерии, которых стоит придерживаться при проектировании ортезной системы с точки зрения психологии:

- Бионические формы (формы, максимально приближенные к человеческим, естественным, в которых не прослеживаются агрессивные и гомогенные поля);
- Тектоника формы (ее уравновешенность и целостность);
- Сохранение полного функционала при новых формах;
- Скругление углов (Безопасность пользования);
- Использование форм, которые оказывают психологически правильное влияние на организм инвалида.

1.4 Аналоги ортезных систем

Для создания реабилитационного оборудования были изучены некоторые аналоги. Конструкция тренажеров имеют разные формы и разные преимущества, а также разное предназначение. Форма конструкции варьируется в зависимости от его функциональности (направленность на реабилитацию разных отделов опорно-двигательной системы).

Для обзора аналогов были выбраны уже существующие ортезные системы (имитаторы ходьбы). Был произведен обзор со стороны технических характеристик, формы, материалов, а также выявлены достоинства и преимущества представленного оборудования.

Первым аналогом является ортезная система ШР-2 (рисунок 1) [9]. Данный аналог направлен на разработку нижних и верхних конечностей. Оборудование направлено на индивидуальное личное пользование, поэтому все отдельные регулирующие части сделаны по индивидуальным данным каждого человека.

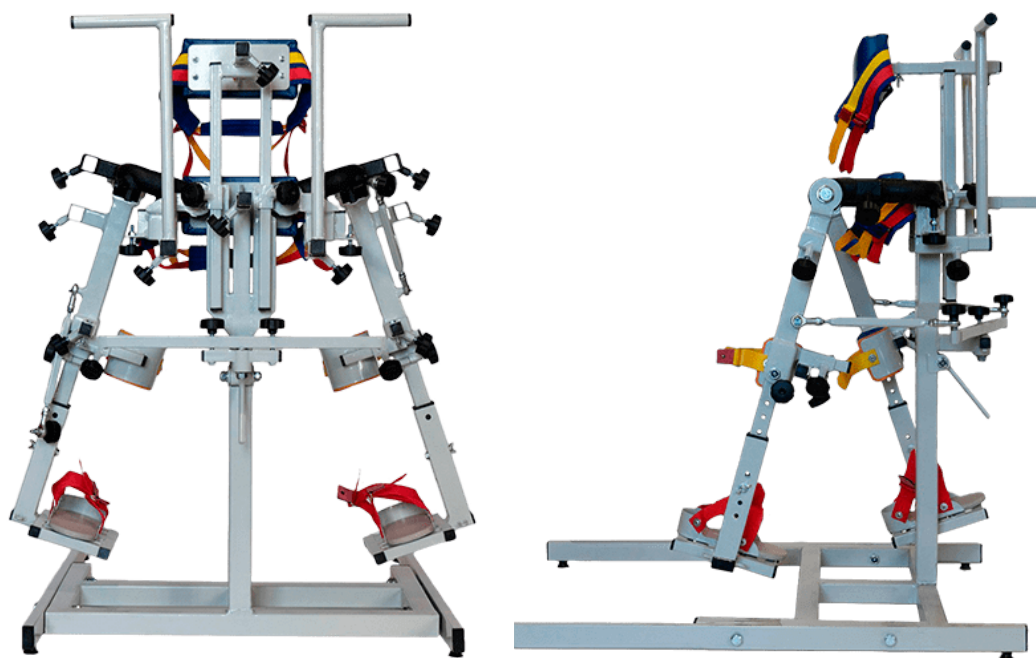


Рисунок 1. Ортезная система ШР-2

Данное оборудование имеет большую функциональность по сравнению с другим существующим оборудованием. Оно нацелено на реабилитацию верхних и нижних конечностей, а также спины. Оборудование предусматривает наклоны вперед, за счет чего происходит реабилитация верхнего отдела и спины. Для нижних конечностей

предусматривается имитация ходьбы и подъем ног в бок. Также имеется возможность вертикализации реабилитанта.

Форма оборудования выглядит достаточно статичной из-за множества повторяющихся прямых линий и прямых углов конструкции. Также следует заметить, что форма кажется массивной в верхней части оборудования, так как именно в ней сконцентрировано больше всего задействованных частей в реабилитации, креплений, регулирующих частей, фиксаторов и так далее.

К недостаткам данного оборудования можно отнести множественные небезопасные края оборудования, фиксаторов и регуляторов. Крепление таза человека ремнем сделано недостаточно надежным способом. При ненадежной фиксации реабилитант может сдвигаться в разные стороны, что способствует неправильной реабилитации.

Вторым аналогом имитатора ходьбы является ортезная система РЮ (рисунок 2) [10]. Данное оборудование обладает большей привлекательностью и новизной, за счет использования цветовой гаммы, более эргономичных креплений и фиксаторов, а также меньшее количество повторяющихся параллельных линий и прямых углов.



Рисунок 2. Ортезная система РЮ.

Необходимо подчеркнуть, что в данном оборудовании используются более комфортные упоры, которые охватывают большую область упоры человеческого тела, тем самым делая и сам процесс реабилитации более комфортным.

Имитатор нацелен в основном на реабилитацию функций нижних конечностей. В оборудовании предполагаются такие тренировки, как имитация ходьбы, вертикализация, а также движение рук.

По сравнению с предыдущим аналогом данный выглядит намного компактнее за счет своего цветового решения и самой ширины оборудования. Форма кажется статичной, но более неустойчивой, за счет небольших по длине основ. Однако, оборудование кажется менее массивным, за счет размерных характеристик оборудования.

К преимуществам данного оборудования можно отнести его компактность, возможность регулировки различных частей оборудования, наиболее комфортные крепления.

К недостаткам можно отнести также небезопасно расположенные фиксаторы и стопоры в разные стороны, достаточно мрачные цвета, визуальную неустойчивую конструкцию.

Третьим аналогом проектируемого оборудования является устройство-тренажер “ЭксФлекс L” [11], который предназначен для укрепления мышц спины и мышц верхних и нижних конечностей.



Рисунок 3. ЭксФлекс L.

Устройство направлено на разработку в основном верхних конечностей и вертикализации. Разработка происходит за счет наклонов корпуса вперед и его опорой на штангу, которая прокатывается вперед. Такое решение конструкции занимает достаточно много места в помещении.

Можно заметить, что по сравнению с другими аналогами в данном оборудовании присутствует меньшее количество регуляторов и фиксаторов. Каркас оборудования имеет регулировку упоры коленей и высоту упор рук.

Следует отметить, что оборудование имеет отличное от обычных упор рук. Такой механизм используется реже в аналогичных тренажерах за счет того, что пружина имеет определенную “мертвую зону”, когда пружина становится неупругой и не имеет выталкивающую силу для возвращения человека в вертикальное положение.

Конструкция оборудования кажется достаточно легкой, за счет того, что используются меньшее количество фиксаторов и металлические профили меньшего размера. Также можно отметить легкость конструкции в опоре для рук, так как присутствует большое количество воздуха между металлическими профилями. За счет наклона опоры для рук ближе к реабилитанту, нижняя часть оборудования кажется более широкой, статической и устойчивой.

Преимуществами данного оборудования является его легкость, визуальная устойчивость, нет травмоопасных фиксаторов и стопоров. Недостатками этого оборудования можно назвать его скудное цветовое решение и громоздкая конструкция.

Во всех аналогах можно заметить, что конструкция состоит из металлического каркаса со стальным квадратным профилем и круглым, поролоновым подушек и недостаточно надежным креплением тела.

Необходимо подчеркнуть, что во всех аналогах преимущественно используются геометрические грубые формы, которые усиливают массивность оборудования. Все оборудование выглядит достаточно устойчивым, имеет достаточный широкий функционал. Однако можно заметить, что все аналоги имеют достаточно скудную цветовую гамму.

1.5 Материалы, используемые в аналогах

При проектировании оборудования необходимо рассмотреть материалы, применяемые для его изготовления. На основе аналогов

представленных ранее были рассмотрены основные материалы, которые применяют производители оборудования

Основным материалом для каркаса реабилитационного оборудования является стальные профили. В зависимости от формы оборудования и дизайнерского решения используются профили как с квадратным и прямоугольным сечением, так и с круглым сечением. Чаще всего металлический профиль покрывается полимерной порошковой краской для эстетики и защиты детали от коррозии (рисунок 4) [12].



Рисунок 4. Металлические и круглые трубы

Преимуществом стальных труб является их прочность, износостойкость и долговечность. Все преимущества достаточно востребованы при создании реабилитационного оборудования, предназначенного для постоянного пользования людей с разными параметрами.

В рассмотренных аналогах оборудования можно заметить, что чаще используется металлический каркас изготовления упоров, а затем закрепляется уплотнительный, смягчающий материал с дальнейшей защитой обшивкой.

Для пластины используется поролон, который обшивается сверху тканью, которая должна соответствовать нормативным требованиям к изделиям для медицинских учреждений. Чаще всего такой тканью является винилискожа [13], которая характерна своей прочностью и стойкостью к изнашиванию и изгибам.

Винилискожа является недостаточно функциональной. Это обуславливается тем, что при продолжительном контакте с таким материалом, кожа начинает потеть и скользить по поверхности. Таким образом, человек, который зафиксирован в оборудовании, начинает скользить. Человек вследствие этого недостатка может совершать произвольные действия, которые могут привести к неправильной реабилитации [14].

В рассмотренном оборудовании присутствуют также ремни для крепления реабилитанта. В основном, форма ремней прямоугольная, а также присутствует две точки крепления ремня к оборудованию (рисунок 5).



Рисунок 5. Ремни для крепления человека.

Следует отметить, что такие ремни могут не надежно фиксировать человека в оборудовании, тем самым позволяя ему иметь возможность сдвигаться в сторону относительно упоры. Это может привести к ненадежному закреплению, что недопустимо во многих реабилитационных тренажерах.

Для таких ремней предусматривается несколько видов застежек (с камерой пряжки, на липучке, с застежкой). Однако, наиболее практичной из всех является пластиковая застежка фастекс, которая позволяет реабилитанту самостоятельно закрепляться на оборудовании.

2 Проектно-художественная часть

2.1 Методы дизайн-проектирования

Для решения задач проектирования, нужно выполнить анализ проектной ситуации, который предполагает проблемы в разработке корпуса ортезной системы. Корпус должен соответствовать следующим критериям:

- Удобство и простота в эксплуатации
- Технически правильно подобранное решение
- Эргономичность оборудования
- Многофункциональность оборудования, которое включает в себя несколько видов тренировок
- Эстетичность корпуса, включая правильное колористическое решение с точки зрения психологического и эмоционального восприятия

Методы и средства проектирования — это некоторый порядок достижения проектной цели, для решения поставленных технологических, функциональных и художественных задач. Методика – последовательность выполнения, необходимая для достижения конечного результата. Она собирает необходимые меры для реализации проектной части, что включает в себя раздел знаний и научных комплексов. Особенность методов и средств проектирования в дизайне состоит из одновременного направления на получение практического и художественного результатов. Методы дизайн - проектирования могут быть общими и поэтапными [15].

Для данной разработки концепта был выбран поэтапный метод дизайн - проекта:

1. Предпроектный анализ — сопоставление и знакомство с поставленной задачей грядущего объекта. На этом этапе оформляется лист свойств разрабатываемого объекта при обзоре аналогов и изучения

литературных данных, изучение реальных прототипов и выявление достоинств и недостатков анализируемых сторон объекта.

2. Установление концепции – сопоставление рассматриваемых вариантов и выбор особо удачного варианта из предложенных вариантов.

3. Воплощение концепции – производится корректировка концепта с учетом выбора технологией реализации. Происходит данный этап с помощью прототипирования, схем, анализов [16].

Этапы выполнения проектируемого объекта:

- Техническое задание
- Аналогии и исследование
- Концепция
- Эскизный проект
- Объемно-пространственное моделирование
- Конструкторская документация
- Визуализация
- Презентационный материал
- Макет объекта

Разработка концепции началась с этапа эскизирования с учетом технического задания. Основной идеей проекта является создание многофункциональной ортезной системы для широкого круга пользователей. При проектировании нужно сделать акцент на форме объекта и технически правильных решений конструкции. Разрабатываемый корпус должен соответствовать всем предусмотренным нормам проектирования реабилитационных тренажеров.

Дизайн - концепция определилась из выбранных эскизных вариантов и аналогов проектируемого тренажера. Это один из основных этапов дизайн - проекта, который затем переходит в дальнейшую разработку.

Задачей дизайн - концепта является формирование формальных качеств промышленного изделия. Эти качества включают в себя внешние черты изделия, но основой являются взаимосвязи функционала по структуре, которые меняют и соединяют проектируемый объект в единое целое, как со стороны потребителя, так и со стороны производителя. Для формирования проектируемого концепта, были проведен анализ объекта:

Образ объекта. Идеей для создания нового корпуса ортезной было приближении формы объекта к естественным мотивам, а именно к человеческому телу.

Функция. Ортезная система предполагает собой возможность тренировок разного характера. Система позволяет разрабатывать функции верхних и нижних конечностей.

Форма. Форма ортезной системы была создана исходя из исследований по видеоэкологии и бионики.

Техническое решение. Была создана телескопическая система регулировки высоты частей ног, рук и основного корпуса. Также была создана сборочная конструкция, позволяющая покупателям самостоятельно и легко собрать корпус воедино.

Эстетическая ценность. Любой объект должен быть эстетичным. Особенно это важно для медицинского оборудования, поскольку отталкивающий внешний вид объекта может негативно сказаться на процессе реабилитации.

Колористическое решение. Цвета для оборудования выбраны таким образом, чтобы оно оказывало человеку положительное воздействие на психологическое и эмоциональное составляющую человека.

Эргономика. Ортезная система, предназначенная для реабилитации опорно-двигательного аппарата, разработана с учетом эргономических параметров. На основе ГОСТов было выполнено

моделирование объекта. Был проведен анализ максимального и минимального роста человека (в соответствии с 1 и 99 перцентилем), и на основе этих данных были определены параметры оборудования.. Это сделано для того чтобы проектируемый объект был еще более эргономичным, и чтобы объектом могли пользоваться люди разных возрастов и имеющие различные антропометрические данные.

2.2 Формообразование

При проектировании любого промышленного объекта стоит обращаться к принципу тектоники – визуальному отражению в форме конструкции свойств материала и их работы [17].

Через пластику формы выражаются такие свойства конструкции, как прочность, устойчивость, равновесие, направленность движения, выявляется соотношение несущих и несомых частей . При использовании данного принципа можно сформировать у пользователя правильное понимание объекта, но и создать правильное композиционное решение, что является немаловажным критерием создания дизайна.

При проектировании реабилитационного оборудования необходимо учитывать восприятие движущихся (динамических) частей и покоящихся (статичных или опорных) частей [17]. Это служит своего рода фундаментом для эмоционального и чувственного впечатления о строении предмета. Тектоника проявляется в массивных, корпусных или ажурных образованиях, плавных или угловатых очертаниях, цветовом решении и во многих других характеристиках объекта.

Для того, чтобы реабилитационное оборудование оказывало положительное восприятие на психику человека необходимо учитывать симметричность и массивность в опорных и статичных местах, а динамические сделать более плавными, ассиметричными, округлыми формами [19].

Также следует отметить, что значимой частью является создание органических связей между отдельными элементами. Неправильно подобранные связи могут не только нарушить целостность объекта, но и визуально отторгнуть пользователя от него. Таким образом, важным условием целостности структуры является ее общая упорядоченность, в которой сознательно или подсознательно прочитывается определенный принцип строения. Если упорядоченность отсутствует и связи элементов случайны, восприятие структуры затрудняется [20].

Исходя из теоретических знаний о видеоэкологии, можно заметить, что человеческому глазу сложно воспринимать большую концентрацию прямых линий и прямых углов на одном объекте. Тем самым, чем больше в окружающем человека пространстве изогнутых, кривых линий и острых, тупых углов, тем ближе их форма к естественной среде. Следовательно, чем ближе объект к естественным формам, тем лучше визуальная среда и меньше агрессивных полей.

К таким формам можно отнести бионические формы, которые более других напоминают естественную среду [21]. Биодизайн позволяет ученым получать неординарные решения, выявлять новые функциональные особенности и трансформацию конструкции, предоставляет возможность увидеть перспективы синтеза функции и эстетической формы, использовать интересные формы и фактуры, приемы трансформации, необычные формы, гармоничные цветовые сочетания.

Исходя из теоретических знаний по видеоэкологии и бионики были созданы варианты эскизных решений на основе бионических форм, принадлежащих животным и насекомым. Во всех эскизных решениях также преобладают пластичные линии.

2.3 Этап эскизирования

Было создано три концепции реабилитационного оборудования. Все эскизы были выполнены с учетом бионических форм и имеют необходимый функционал для последующей реабилитации человека. Следует заметить, что форма на эскизах напоминает различных животных и насекомых, имеющих хорошо развитые нижние конечности.

Первый эскиз корпуса ортезной системы был разработан вдохновляясь формой кузнечика (рисунок 6), а точнее на его нижних конечностях. Исходя из того, что принцип перемещения кузнечика основывается на сгибании и разгибании коленного сустава, было решено взять данный образ за основу эскиза, так как разрабатываемый корпус оборудования имеют схожий функционал.

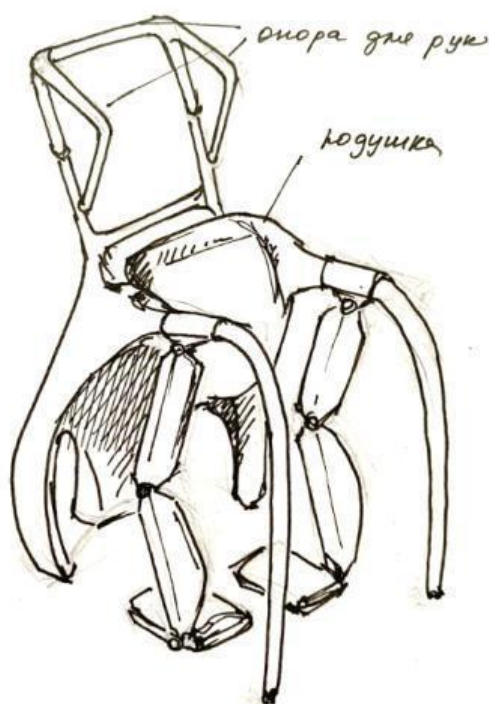


Рисунок 6. Эскиз 1

Отличительной особенностью кузнечика являются его конечности. Имеется три пары ног: первые две пары предназначены для передвижения.

Третья пара ног отличается развитым мышечным аппаратом и большей длинной.

Концепт оборудования является достаточно интересным, однако если рассматривать данный эскиз с визуальной и функциональной точки зрения, то такой эскиз имеет некоторые недостатки. С визуальной стороны оборудование кажется громоздким за счет того, что присутствует большой кожух. Такой кожух также возможно будет препятствовать имитации ходьбы. Ортезная система со стороны каркаса визуально кажется достаточно массивной из-за кожуха, а со стороны поперечин наоборот, слишком легкой. Такое решение создано для того, чтобы визуально сместить центр композиции и к каркасу оборудования. Однако тонкие опоры кажутся визуально слишком неустойчивыми на фоне остального оборудования.

С точки зрения функциональности, как уже было написано ранее, в таком оборудовании могут возникнуть проблемы с имитацией ходьбы, а также упором для рук. Такой упор расположен достаточно близко к телу человека, за счет чего реабилитанту будет неудобно держаться.

Второй эскиз можно сравнить с образом кенгуру. Тело у кенгуру достаточно большого размера по сравнению с его нижними и верхними лапами также, как и в оборудовании.

Телосложение животного послужило созданием эскизного варианта оборудования с точки зрения массивности корпуса.

Во втором эскизе (рисунок 7) по бокам идет уменьшение объема к динамической части, за счет чего оборудование смотрится менее устойчиво, чем предыдущее. Создается ощущение, что часть каркаса с кожухом перевешивает по объемам часть с опорами ног. Форма второго эскиза более динамична, за счет ее изгибов. Оборудование кажется достаточно устойчивым, за счет большого по основания изделия.

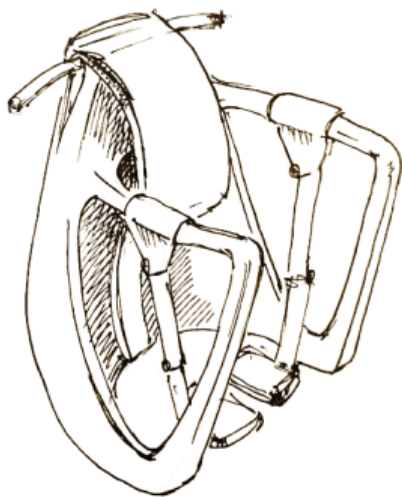


Рисунок 7. Эскиз 2.

Несмотря на целостность оборудования с точки зрения композиции и его бионической форме, можно заметить, что некоторый функционал утрачен – нет возможности проводить упражнения разведения ног.

Следует отметить, что на втором эскизе также присутствует объемный кожух, который может препятствовать проведению упражнений на имитацию ходьбы.

Упор для таза создана сплошным, что может создать дискомфорт некоторым пользователям оборудования. Его размер достаточно большой, что может также создать дискомфорт при движении ног вперед. Упор для рук располагается слишком близко к телу человека. Пребывая в таком оборудовании, человек имеет возможность обхвата рукоятей только на определенном расстоянии, что неправильно с точки зрения эргономики.

Третий эскиз (рисунок 8) имеет достаточно простую форму и выглядит достаточно легким и простым. В качестве основы проектирования был взят образ паука его тонкими длинными, но достаточно подвижных лапок. Оборудование имеет обтекаемую форму, что безопасно и приятно сказывается на его восприятии.

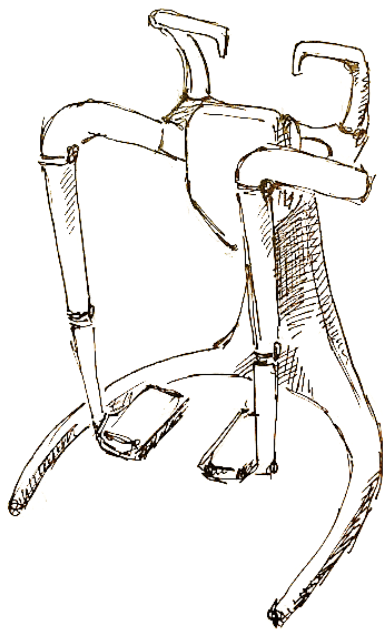


Рисунок 8. Эскиз 3.

Данный вариант оборудования визуально выглядит неустойчивым из-за того, что вся масса оборудования приходится на каркас. Но, в отличие от первого и второго эскиза, форма данного выглядит более легкой и динамичной.

Также, стоит отметить, что упоры для рук расположены достаточно близко к телу, как и на остальных эскизах.

В процессе работы был выбран наиболее интересный концепт (третий вариант) и доработан.

Третий эскиз был доделан и детализирован, с учетом специфики оборудования. Были доработаны элементы крепления и фиксации частей тела, упор, для опоры человека. Были подобраны материалы для всего оборудования, с учетом последующей реализуемости дизайнерского решения, а также проработано цветовое решение с учетом психологического и эмоционального восприятия.

Упоры для рук был сделан функциональным, относительно первоначального варианта. Центр тяжести был смещен ближе к шинам ног, что придает оборудованию визуальную устойчивость (рисунок 9).

После доработки объект стал выглядеть гармоничным и целостным, что придает оборудованию композиционно законченный вид и внушает доверие пользователю. Все оборудование имеет обтекаемыми формами, что говорит о его динамике, но, несмотря на это, за счет массивных опор создается приземленности и устойчивости. Элементы тренажера для тренировки нижних конечностей выглядят легко и изящно в то же время их конструкция визуально достаточно надежна. Создается ощущение продолжения человеческого продолжения за счет этой бионической формы.

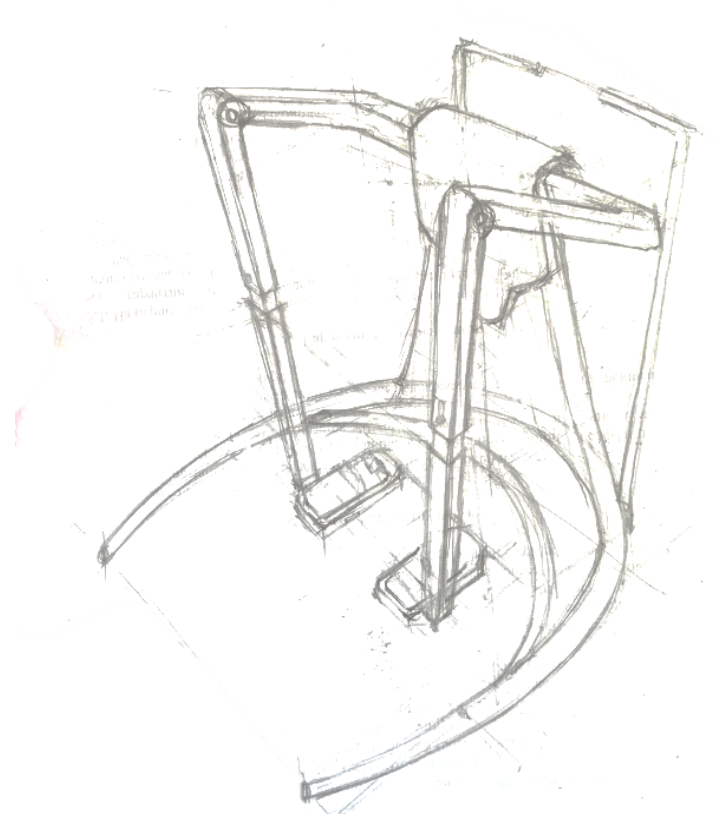


Рисунок 9. Доработанный эскиз

2.4 Колористическое решение

Цвет играет важную роль в жизни каждого человека. Он оказывает серьезное влияние на физическое, умственное и душевное состояние человека. Он влияет на положительные и отрицательные действия индивида. Множество цветов по-разному влияют на человека. Некоторые

способны угнетать человека, возбуждать нервно-психические процессы в организме. Цвета действуют на различные процессы в организмы, меняют восприятие предметов, влияют на подсознание индивида, его поведение, эмоциональные процессы, мышление и сознания.

Цвет воспринимается человеком как физиологический и психологический фактор, диапазон которой определяется на возникновении зрительного ощущения. Свет способен вызывать различные зрительные ощущения, которые возбуждают разные цветовые ощущения [22]. Цвет определяется человеком как некое количество волн, которые воспринимаются каждым индивидуально. Таким образом люди по-разному воспринимают цвета.

Цветовые характеристики способны вызывать в организме различные физиологические процессы, которые в свою очередь вызывают множество психических реакций. Именно поэтому была создана такая наука, как цветоведение. Эта наука изучает все характеристики цвета, его культуру, гармонию и восприятие цвета человеком [23].

Каждый цвет имеет свой ассоциативный ряд и свое значение. Далее рассмотрены основные цвета и психологические реакции, которые появляются у человека, основываясь на научных исследованиях Макса Люшера (Приложение А).

Исходя из таблицы 1, можно отметить, что большинство цветов так или иначе имеют положительное влияние на организм человека, и каждый цвет имеет свое индивидуальное преимущество как в лечении физиологически, так и психологических патологий.

Например, для разработки корпуса ортезной системы было создано колористическое решение, которое бы оказывало положительное влияние не только на человека, занимающегося на тренажере, но и для зрителя.

Для оборудования необходимо было учитывать особенности людей с ограниченными возможностями, а именно эмоциональную составляющую и правильное воздействие (положительное) непосредственно на физиологическую составляющую [24]. Поэтому, при выборе учитывались статичность и динамичность той или иной части оборудования (рисунок 10).

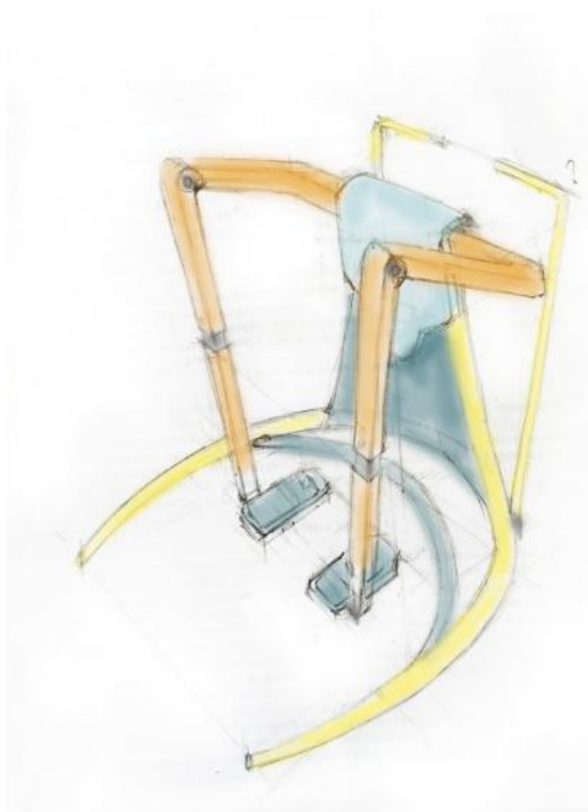


Рисунок 10. Колористическое решение

Для динамических частей было решено использовать яркие, активные цвета, такие как оранжевый и желтый. Именно они воспринимаются как теплые, неагрессивные цвета, которые положительно влияют на организм и поднимают настроение человеку. Для статичных частей было решено использовать более спокойные цвета, такие как синий и голубой. Такие цвета дают ощущение неподвижности, спокойствия [25].

Стоит заметить, что цвета гармонично сочетаются между собой и имеют контрастные, акцентные элементы, что создает приятное восприятие изделия с точки зрения эстетики.

3 Разработка художественно-конструкторского решения

Процесс дизайн-проектирования включает в себя процесс конструирования. Под конструированием подразумевают создание материального образа, его несущей функциональной части. Данный этап включает в себя разработку чертежной документации, моделей объекта и подготовке презентационных материалов.

3.1 Подбор материалов для ортезной системы

В процессе работы была собрана информация о существующих материалах и креплениях, которые бы были достаточно функциональны и удобны в использовании как реабилитанту, так и специалисту, который следит за процессом.

При выборе материалов изготовления корпуса ортезной системы учитывалось использование в реабилитационных центрах с возможностью усиленной санитарно-гигиенической обработки.

Материал, из которого будет изготовлено оборудование также влияет на психофизиологическое состояние человека. Конструкция оборудования должна быть устойчивой, прочной, но в то же время, она не должна выглядеть слишком громоздкой и монолитной.

3.1.1 Проектирование упора таза

Исходя из проанализированных материалов для оборудования было решено найти более удобные материалы для изготовления опор таза и ног, а также соответствовал всем критериям для разработки мягких частей реабилитационного оборудования.

Для упора таза было решено использовать специальный материал Memory Foam — полимерная пена на основе полиуретана или вязкоэластичный ППУ [26]. Материал был спроектирован для снижения нагрузки на организм, а также способствует профилактике людей с заболеваниями суставов и нарушениями кровообращения.

Преимуществом данного материала является способность материала запоминать форму человеческого тела на протяжении некоторого времени (рисунок 11). Эта способность усиливается при нагреве материала теплом от человеческого тела.

Такое свойство материала делает не только комфортным пребывание человека в оборудовании, но и подстраивается под определенные антропометрические данные человека. Так, человек будет иметь меньше возможности перемещения в оборудовании, что способствует более качественной реабилитации.



Рисунок 11. Memory foam

Плотность ППУ в основном зависит от их соотношения, а также от количества вспенивающего агента. Для производства матрасов обычно используются марки средней плотности от 25 до 35 кг/м³.

Материал Memory Foam исключает возможность травматической нагрузки на позвоночник, суставы и мышцы. Для возвращения в исходное положение, прошедшего процесс трансформации наполнителя, уходит не более 10 секунд.

Ряд преимуществ материала [27]:

- Материал чувствителен к температуре тела. При нагреве материала человеческим телом приобретает вязкость и мягкость.
- Равномерно распределяют нагрузку на скелетно-мышечную систему. За счет снижения давления на кровеносные сосуды, улучшается течение крови и улучшаются метаболические процессы.
- Отличается минимальным давлением на кожу и кровеносные сосуды.
- Гипоаллергенны. Материал не склонен к скапливанию пыли и не выделяет вредных веществ, способных вызвать аллергические реакции.
- Ячеистая структура материала повышает воздухопроницаемость материала.
- За счет необычных свойств ортопедической пены, человек сразу занимает максимально комфортное положение, находясь в нем долгое время.

Материал запоминающий память было решено покрыть 3Д “дышащей” тканью [28], а именно мембранной тканью, которая имеет водоотталкивающие свойства, хорошую износостойкость и в то же время имеет возможность пропускать через себя воздух и пар. Ткань имеет текстурное покрытие, за счет чего человек не будет скользить при взаимодействии с ней.

3.1.2 Крепление таза

Для крепления тела (таза) чаще всего в подобном оборудовании используются фиксаторы с удерживающими регулирующимися ремнями [29]. Такие фиксаторы оснащены липучкой-застежкой или зажимными пряжками, которые удерживают человека в нужном положении. Но, так как у таких ремней только два крепления, приходится затягивать их достаточно сильно для наиболее крепкой фиксации, или же человек будет

стоять неустойчиво. Такое крепление может вызвать дискомфорт у человека или неправильно функционировать.

Выбор фиксаторов основывался на том, что тазовая часть должна быть достаточно крепко закреплена в оборудовании и не наносить дискомфорта при длительном использовании. При просмотре возможных используемых вариантов было решено сделать крепление шире и добавить третью точку фиксации человека (рисунок 12), чтобы минимизировать движение тела в оборудовании.



Рисунок 12. Фиксация тазовой части

Таким образом было решено создать фиксатор на основе удерживающего пахового ремня с ляжкой [30]. Главное отличие – ремни расположены со стороны спины, а крепления спереди. Такое решение не только хорошо удерживает человека, но и удобно в эксплуатации медицинского работника, так как крепится ремень на зажимную пряжку, которая легко застегивается и отстегивается.

На ремне расположена мембранная ткань и регулировка размера при помощи специальных ползунков.

При обсуждении данного решения со специалистом в области медицины было выяснено, что такое решение послужит хорошим креплением человеческого тела к оборудованию и снизит неустойчивость пациента.

3.1.3 Крепление ног

Исходя из крепления в оборудовании на предприятии было выяснено, что крепления не достаточно обычных ремней, так как они не в полной мере фиксируют части ног. Такие ремни могут не только оставлять диапазон действий, но и натирать какую-либо часть. Таким образом было решено добавить мягкие манжеты на застёжках (Рисунок 13) [31].



Рисунок 13. Фиксация ног

3.1.4 Материалы для корпуса реабилитационного оборудования

Следующим этапом работы был обзор и поиск материалов, использование которых было бы наиболее оптимально в ортезной системе. Как уже было сказано ранее, использование металлической трубы с квадратным сечением может быть опасно при использовании. Исходя из

этого, было решено использовать стальной профиль с круглым сечением и с квадратных в частях каркаса (рисунок 14).

Преимуществом данной трубы является то, что она изготовлена из стали, которая является прочным и легким материалом. Надежность конструкций из стали обусловлена параметрами самого материала. Сталь обладает необходимым коэффициентом упругости и однородной мелкозернистой структурой, сохраняющей единые свойства по всем направлениям, а также обеспечивающей при высоких напряжениях деформацию материала по типу линейной зависимости. На практике это проявляется высокой прочностью и пластичностью стали, а, соответственно, долговечностью конструкций, выполненных из нее [32].



Рисунок 14. Виды металлических труб

3.1.5 Телескопический механизм регулировки высоты

В процессе работы было выявлено, что параподиум имеет множество выступающих регуляторов высоты и заглушек, об которые человек может получить травму проходя мимо. Поэтому, было решено найти более удобные для пользования решения, которые также были бы привлекательны своим внешним видом.

Для решения данной проблемы было решено предложить другой вариант фиксирования высоты частей в виде телескопического механизма

передвижения частей. Для этого необходимы две трубы круглого сечения с разницей диаметров, а также хомут (рисунок 15) [33].



Рисунок 15. Хомут

Такое решение не только уменьшит объем небезопасных элементов в оборудовании, но и создаст удобное регулирование высоты шин голени, шин бедра и опоры для рук.

3.2 Моделирование ортезной системы

Следующим этапом разработки проекта стал этап моделирования объекта. Оборудование было смоделировано в программе Autodesk Inventor на основе разработанного эскиза.

На сегодняшний день 3Д моделирование применяется практически во всех сферах деятельности человека. 3Д моделирование позволяет создавать объемные объекты проектирования. Задача 3D-моделирования — разработать зрительный объемный образ желаемого объекта. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала). Преимуществом трехмерной графики является возможность вносить корректировки в модель, дополняя и улучшая ее [34].

Все моделируемые детали были выверены согласно размерных характеристикам 1-го женского и 99-го мужского перцентиля.

Первоначально было решено создать наиболее объемную и основную деталь - каркас оборудования. Каркас оборудования состоит из 5 компонентов. В соответствии с конечным вариантом эскиза были смоделированы основание, основная стойка, состоящая из двух частей, телескопическая шина упора для груди (рисунок 16).



Рисунок 16. Каркас ортезной системы.

Для надежности конструкции была создана дополнительная опора, находящаяся под углом к основной стойке. Такое решение обосновано тем, что было необходимо визуальное перераспределение нагрузки оборудования ближе к центру, не пренебрегая функционалом, которое изначально закладывалось в оборудование.

В процессе моделирования шин для упора таза было решено также сделать регулировку положения упоры, чтобы пользователям с разными антропометрическими параметрами было бы комфортно располагаться на тренажере. Перемещения упоры происходит за счет телескопической системы регулировки.

Форма данного каркаса была видоизменена с учетом того, что для создания данного каркаса требуются профиль с квадратным сечением. Созданные детали имеют специальные элементы для соединения между собой. Далее компоненты каркаса были соединены при помощи фиксаторов, а именно болтовых соединений с резьбой M12x1.25. Такие фиксаторы позволят достаточно надежно закрепить детали между собой и исключить подвижность деталей между собой

Для того, чтобы была возможность эксплуатации изделия были предусмотрены ролики, при помощи которых можно с легкостью перемещать объект в пространстве. К основанию были прикручены опоры, регулируемые по высоте (рисунок 17) [35].



Рисунок 17. Опора регулируемая

Каркас оборудования в наклонной части имеет телескопический механизм регулировки, за счет чего людям невысокого роста будет нетрудно подняться на оборудование.

Следующим этапом было моделирование поперечин, отвечающих за шины голени и бедра и, соответственно, за всю движущуюся конструкцию оборудования.

Отталкиваясь от эскизного решения были смоделированы изогнутые поперечины из стального профиля квадратного сечения для дополнительной опоры реабилитанта. За счет плоской формы детали человек может опереться предплечьем или же просто опереться на нее.

После создания поперечин были созданы движущиеся элементы, а именно шины голени и шины бедра, которые представляют собой профили круглого сечения. Такое решение обуславливается тем, что профили с круглым сечением имеют возможность регулирования высоты за счет подседельных хомутов.

К шинам голени и бедра были также смоделированы шины выдвижения стопы и платформы для установки стоп, упоры для коленей и мягкая часть упор для коленей.

Все вышеперечисленные модели движущейся части были собраны в сборочную конструкцию (рисунок 18).

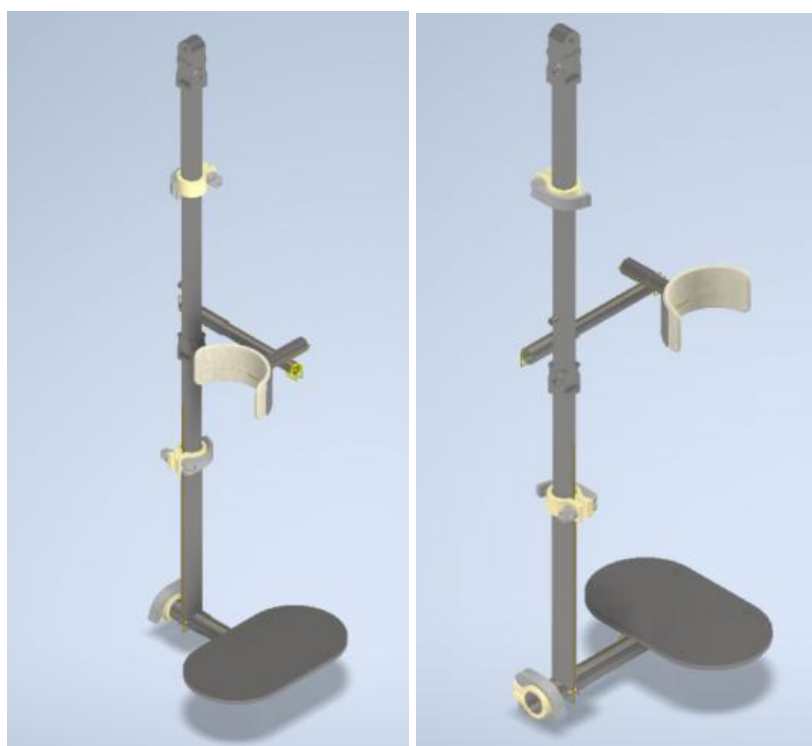


Рисунок 18. Сборка движущейся части.

Подставка была предусмотрена с отверстиями для крепления к платформе (рисунок 19). Подставка имеет шероховатую поверхность, за счет чего уменьшается скольжение обуви по ней. Также предусматривается два ремня фиксации ноги, для максимальной неподвижности всей ступни в оборудовании.

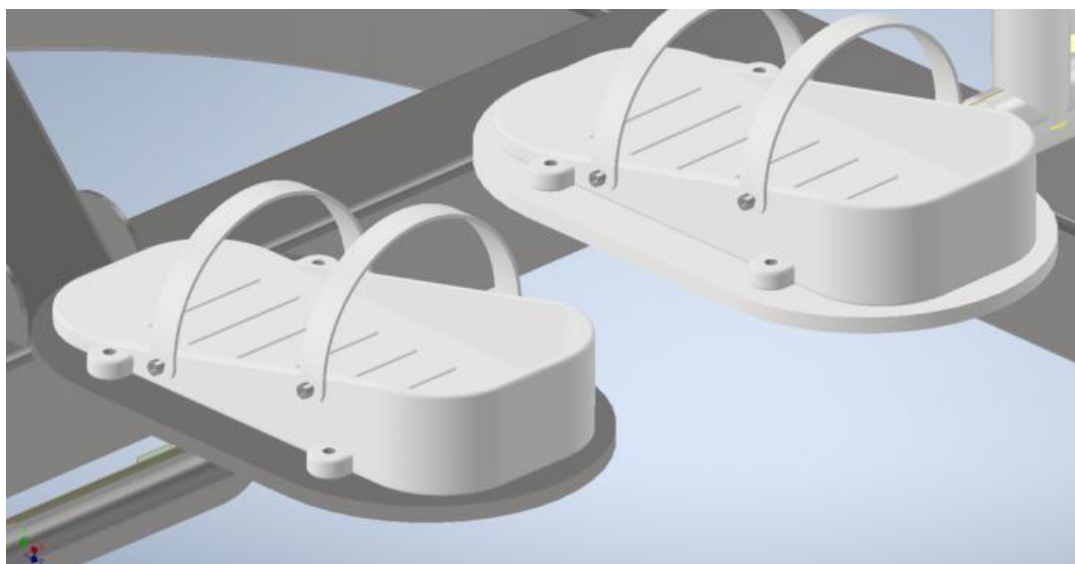


Рисунок 19. Платформа и подставка для крепления ступней.

Далее был создан упор для рук, которая состоит из двух частей : шины тяги и Т-образный рычаг для рук. Между собой они имеют хомут, позволяющий регулировать высоту упоры для рук под антропометрические характеристики человека. На рычаге предусмотрены прорезиненные части для более комфортного обхвата кистями рычага.

После создания всех деталей оборудования была сделана полная сборка оборудования, где предусмотрены все фиксаторы и стопоры, необходимые для тренировок (рисунок 20).



Рисунок 20. Конечная модель оборудования

Таким образом, была создана модель оборудования, которая имеет возможность регулировки по высоте, регулировки отдельных частей, а также отвечает всем необходимым техническим и конструкционным особенностям реабилитационного оборудования.

В процессе работы было доработано колористическое решение, на основе выбранных ранее цветов. Ранее за основные цвета были взяты оранжевый, желтый, голубой и синий. Было решено сделать меньшее количество цветов в оборудовании, а также добавить белый цвет, который создает ощущение легкости и стерильности.

Таким образом, было создано два варианта колористического решения. В первом решении (рисунок 21) основные несущие части оборудования были сделаны голубым оттенком. Этот оттенок визуально дает понять, какая часть оборудования находится в статичном положении. Элементы регулировок и фиксаций были сделаны оранжевым цветом. Белым же цветом были сделаны более динамичные части.



Рисунок 21. Первый вариант колористического решения.

Вторым решением было сделать конструкцию оборудования белым цветом, что создавало бы впечатление легкости оборудования (рисунок 22). Голубым цветом было решено сделать упоры человеческого тела, так как они являются статичными элементами при взаимодействии человека с оборудованием. Ярким, контрастным оранжевым было решено оставить элементы регулировки и фиксации человека для того.



Рисунок 22. Второй вариант колористического решения

Было решено для итоговой визуализации взять второе колористическое решение, так как именно оно обладает большей легкостью и не отягощает восприятие после длительного взаимодействия с ним.

3.3 Визуализация оборудования

После того, как модель была сделана в Autodesk Inventor, был произведен экспорт файла в формат .SAT для того, чтобы была возможность открыть его в программе Autodesk 3Ds Max.

После импорта файла в программу была создана сцена, включая источники освещения и задний фон. были наложены необходимые материалы на детали оборудования. Далее была произведена визуализация оборудования с нескольких сторон для выбора лучшего ракурса (рисунок 23)



Рисунок 23. Визуализация корпуса ортезной системы.

3.4 Технологии изготовления

Для изготовления элементов корпуса ортезной системы необходимы следующие технологические процессы:

- Горячее деформирование
- Сварка электродуговая
- Пробивка и резьба метчиком, для резьбовых отверстий в деталях для крепежных элементов [36].

3.5 Эргономика оборудования.

Применение эргономического анализа в разработке реабилитационных тренажеров способствует более эффективному использованию изделия [37].

При проектировании реабилитационного и любого другого медицинского оборудования следует учитывать, что необходимо ориентироваться не на средний рост человека, а на ростовые данные человека. Если человек берет оборудование для личного пользования, то оно изготавливается под его личные параметры тела. Если же оборудованием будет пользоваться много людей, то есть оно будет находиться в медицинских центрах реабилитации, то необходимо рассматривать минимально и максимально возможный рост человека.

В основе корректного подхода к учету антропометрических параметров человека лежит требование о приемлемом уровне эргономической проработки конструкции, когда ею могут воспользоваться более 90% планируемого контингента. Для применения этого требования в практике проектирования необходимо воспользоваться известным из математической статистики понятием перцентилей [38].

Перцентиль - это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака.

В идеальном случае размеры реабилитационного оборудования должны быть такими, чтобы все взрослое население имело возможность заниматься на нем. Считается достаточным, чтобы около 90 % людей – могло удобно располагаться на рабочем месте, оставшиеся 5 % самых малых или 5 % самых больших людей будут испытывать некоторые неудобства, обычно вполне допустимые. Поэтому в конструкторской практике при компоновке рабочего места чаще всего используют размеры

трудоемкость затрудняет эффективное использование классической соматографии. Менее трудоемок и более эффективен метод плоских манекенов (шаблонов-моделей) тела с шарнирными сочленениями [39].

В основе манекенов лежит костная система человека, на которой определены центры окружностей — суставы, а контуры фигуры образуют касательные к этим окружностям. Рисунок завершают простой подрисовкой кистей и стоп. Манекены снабжены шарнирами в местах расположения суставов, позволяющими придавать фигурам необходимые положения, занимаемые человеком при выполнении различных работ. Такие манекены обычно выполняются в натуральную величину, а также в масштабах 1:5; 1:10, и помещаются на чертежах, макетах соответствующих рабочих мест, выполненных в том же масштабе.

С помощью схематического изображения (шаблона) можно проверить [40]:

- соотношение пропорций человеческой фигуры, размеров и формы рабочего места;
- досягаемость органов управления и удобство их размещения;
- пространственную компоновку органов управления;
- оптимальные и максимальные границы зоны досягаемости конечностей;
- обзор с рабочего места и условия зрительного восприятия, например, при слежении за объектом наблюдения (индикаторами).

Для создания соматографических схем были использованы так называемые “манекены” с необходимыми размерами. Было создано 2 изображения людей с разными параметрами (основываясь на 1-ом и 99-ом перцентиле) и с разным полом (мужчина и женщина). Было создано несколько вариантов движений человека, по которым можно заметить основные виды пациента (вид спереди, сбоку, сверху) и его движения на

оборудовании (вертикализация или стоя, поднятие ног в бок, сгибание колена, ходьба, поднимание ноги вверх в согнутом положении) (рисунок 25).

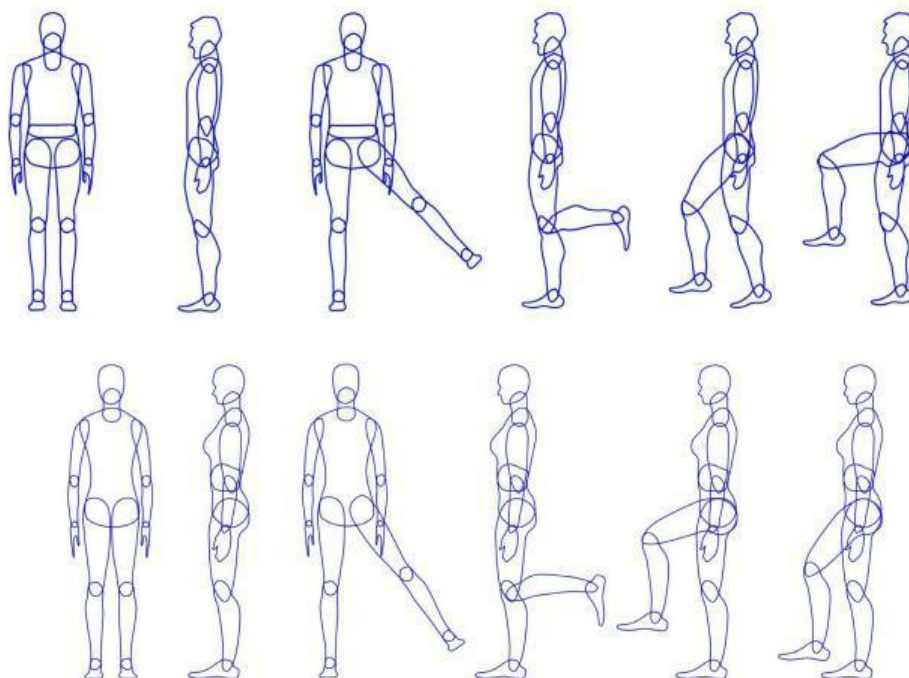


Рисунок 25. Отрисованный манекен мужчины и женщины.

Было создано несколько моделей, которые имеют одинаковый внешний вид, но разные параметры. Были рассчитаны необходимые параметры изделия, присущие людям в соответствии с их половыми признаками и 1-ым и 99-ым перцентилем. Так, была создана модель оборудования для женщин с ростом 1506 мм и а также мужчин с ростом 1951 мм.

Одной из функций оборудования является вертикализация человека. Суть вертикализации пациента заключается в перемещении человека в вертикальное положение из лежачего положения.

Исходя из антропометрических данных разных людей были созданы соматографические схемы, где были показаны основные размерные характеристики оборудования и людей 1-го и 99-го перцентиля (рисунок 26).

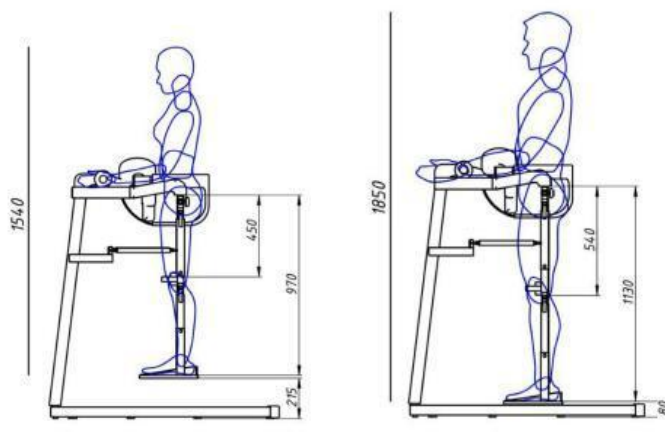


Рисунок 26. Соматографические схемы оборудования в положении людей стоя женщины 1-го и мужчины 99-го перцентиля.

Исходя из соматографических схем можно заметить каким образом люди с разными ростовыми данными будут располагаться на тренажере.

Также следует отметить, что все промежуточные размерные данные ног в зависимости от индивидуальных данных могут регулироваться.

Еще одним вариантом тренировки является ходьба (рисунок 27). Для того, чтобы человек прорабатывал ходьбу, необходимо учитывать, что должны присутствовать гильзы, которые дают нагрузку на ноги (либо же просто работают в качестве создания правильных осей передвижения ноги.

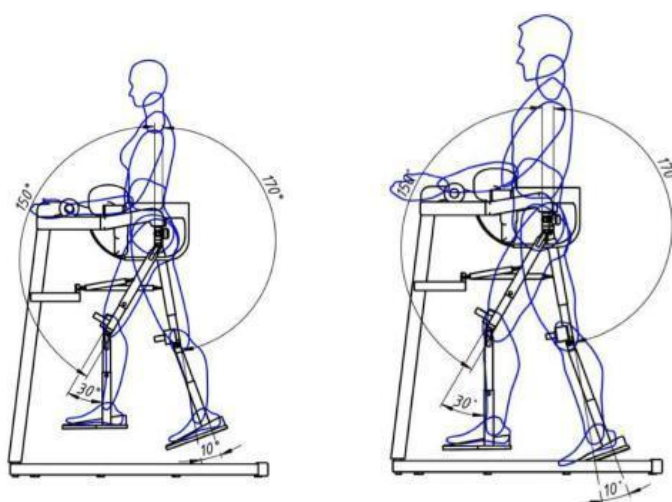


Рисунок 27. Соматографические схемы оборудования с имитацией ходьбы женщины 1-го и мужчины 99-го перцентиля

На соматографических схемах можно заметить, что при максимально выдвинутых частях ног основа для ступней не будет касаться пола и будет создаваться достаточное пространство для их перемещения.

Проектируемая ортезная система также предусматривает возможность поднимания ног в бок (рисунок 28). Для этого предусмотрены шарнирные соединения, которые позволяют поднимать ногу в бок до любого уровня (зависит от возможностей человека) и предусмотрены стопорные системы для того, чтобы исключить продольное передвижение ног.

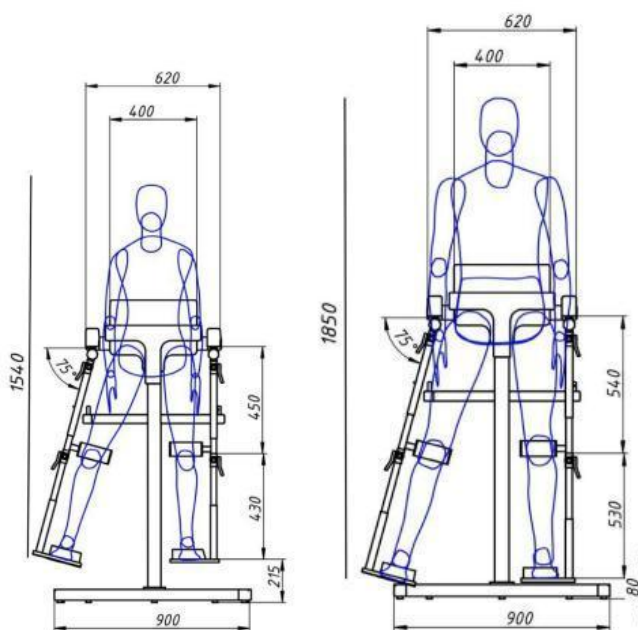


Рисунок 28. Соматографические схемы оборудования, показывающие упражнения разведения ног женщины 1-го и мужчины 99-го перцентиля

При поднимании ноги также можно заметить, что при максимально раздвинутых регуляторах, основа под ступню проходит над основой оборудования

Исходя из созданных соматографических схем можно сделать вывод, что данное оборудование подходит для людей с разными ростовыми данными, имеющими разные параметры рук, ног, туловища.

Одним из важных антропометрических характеристик являются зоны досягаемости рук. Досягаемость рук формально определяются как зоны доступного и комфортного расположения органов управления. Под органами управления берется накладки рукояток, за которые пациент держится и передвигает их в зависимости от необходимости.

Наиболее оптимальная для человека досягаемость располагается в зоне 1 и 2 (рисунок 29). Именно в этой зоне человеку удобнее выполнять различные движения с большей точностью и большей частотой.

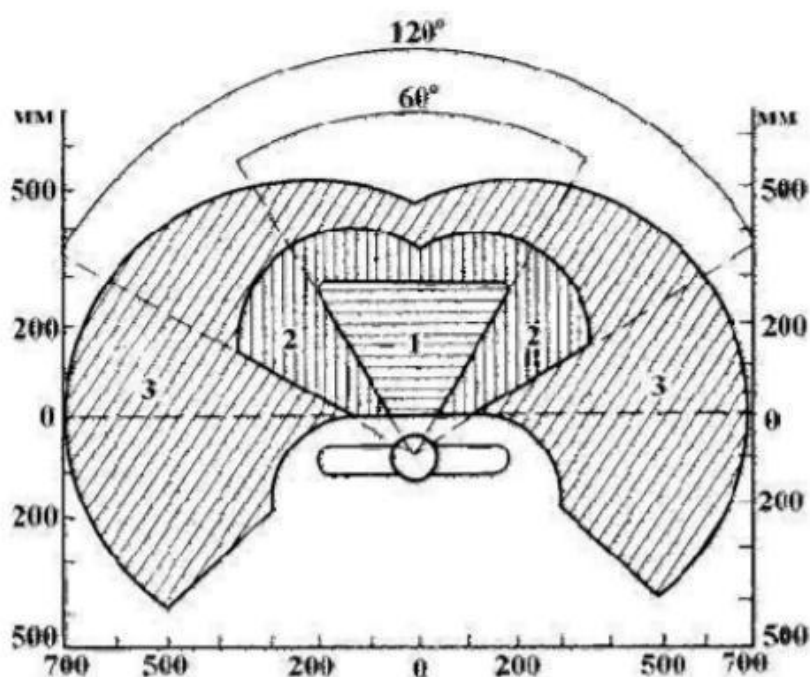


Рисунок 28. Зоны досягаемости

Для реабилитационного оборудования важно учитывать то, что человек не только может выполнять реабилитационные упражнения на оборудовании, но также и держаться за поручни во время реабилитации.

При проектировании реабилитационного оборудования важно учитывать, что зона досягаемости может увеличиваться или уменьшаться в соответствии с размерными показателями рук пользователя.

Еще одним из важных факторов в проектировании является возможность человека правильно взаимодействовать с объектом [41]. В данном случае рассматривается вариант правильного наклона человека вперед и правильное расположение частей тела в пространстве. Это необходимо при работе с реабилитационным оборудованием, так как особенно важно заниматься крайне аккуратно.

Форма рукоятей была подобрана таким образом, чтобы открытый край располагался снаружи. Таким образом пользователь может ставить руки на таком расстоянии, которое будет удобно ему. Ширина прорезиненной накладки достаточно большая (200 мм), что позволяет людям даже с достаточно широкой рукой разместить ее в любом наиболее удобном месте.

Так как людям с разными антропометрическими данными необходимы занятия на ортезной системе, было решено сделать телескопический механизм регулирования высоты рукояти. Фиксирование высоты будет происходить за счет пружинных фиксаторов и отверстий во вставляемой части.

При создании соматографических схем была проанализирована зона досягаемости рукояток при их использовании.

Исходя из показателей максимальных размерных параметров мужчины 99-го перцентиля и женского 1-го перцентиля были определены и показаны расположения частей тела людей в положении стоя (рукоятки служат опорой для реабилитанта) и в наклоне.

Так, можно заметить, что в перпендикулярном к полу положении рукоятки располагаются в зоне досягаемости, что говорит о том, что

человеку с такими параметрами будет не сложно опереться на рукояти (рисунок 29).

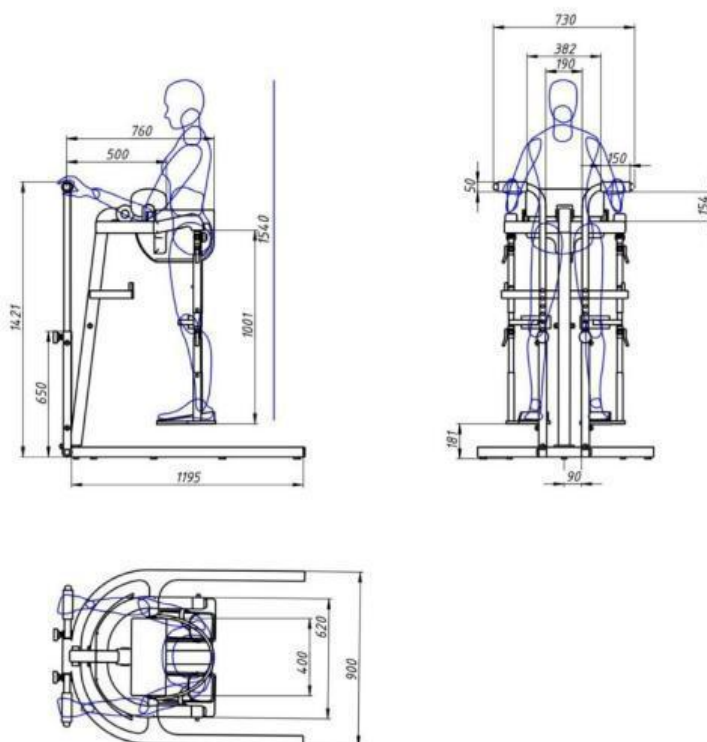


Рисунок 29. Соматографическая схема женщины 1-го перцентиля в положении стоя.

На главном виде и виде сверху можно увидеть, что локоть человека будет располагаться на каркасе, что создаст еще больший комфорт при обхвате рукоятки.

Далее была создана соматографическая схема, где показано каким образом человек держит рукояти в согнутом положении. При ростовых параметрах как у женщины 1-го перцентиля рукояти будут уходить на 15-20 градусов дальше от перпендикулярного положения (рисунок 30).

Таким образом было выяснено, что при достаточно низком росте и правильно подобранных параметрах оборудования человеку будет комфортно заниматься на ортезной системе.

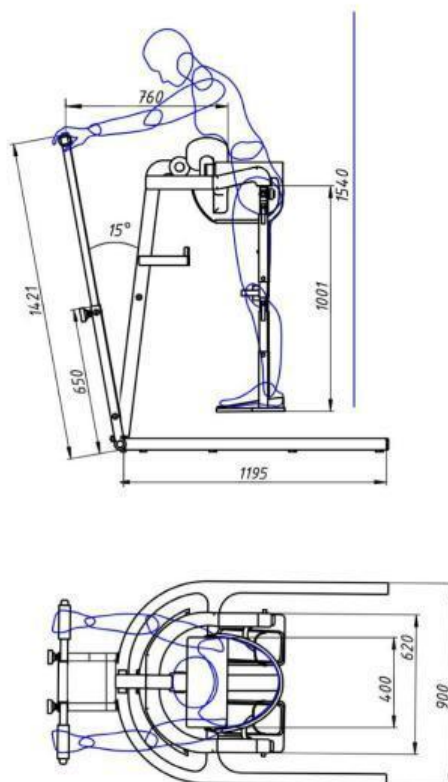


Рисунок 30. Соматография женщины 1-го перцентиля в наклоне.

Далее были рассмотрены параметры мужчины 99-го перцентиля, рост которого составляет 1951 мм. Для создания соматографической схемы было необходимо выставить параметры фиксации для ног, чтобы уровень таза прилегал как нужно к упору таза.

Была создана соматографическая схема мужчины (рисунок 31), где наглядно видно, что для больших параметров человека досягаемость рукояток более близка.

Также стоит отметить, что человеку с высоким ростом не потребуется облакаться на каркасные элементы, так как локоть не достанет из сверху.

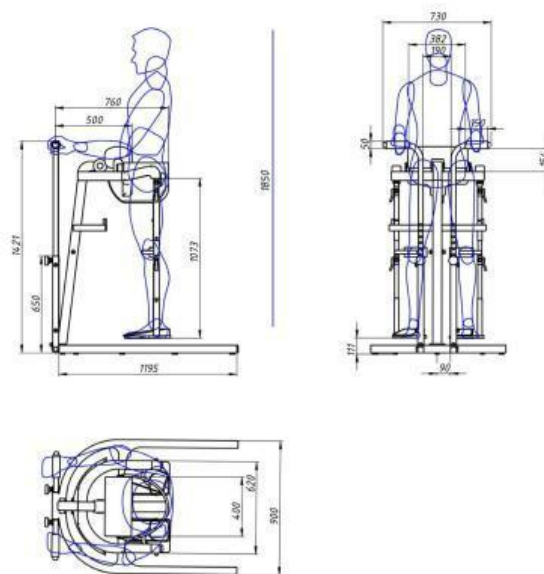


Рисунок 31. Соматографическая схема мужчины 99-го перцентиля на реабилитационном оборудовании

Далее была проанализирована созданная соматографическая схема в наклоне мужчины с большими показателями антропометрических данных.

Можно заметить, что наклон и угол наклона рукояток стал больше, чем у женщины 99-го перцентиля. Наклон рукояток от перпендикулярной оси стал составлять около 30 градусов от перпендикулярного состояния (рисунок 32). Градус наклона корпуса увеличился за счет антропометрических характеристик человека.

Таким образом, можно сделать вывод, что соматографические схемы говорят нам о том, что данное расположение поручней достаточно удобное и комфортное для пользователей с различными антропометрическими данными.

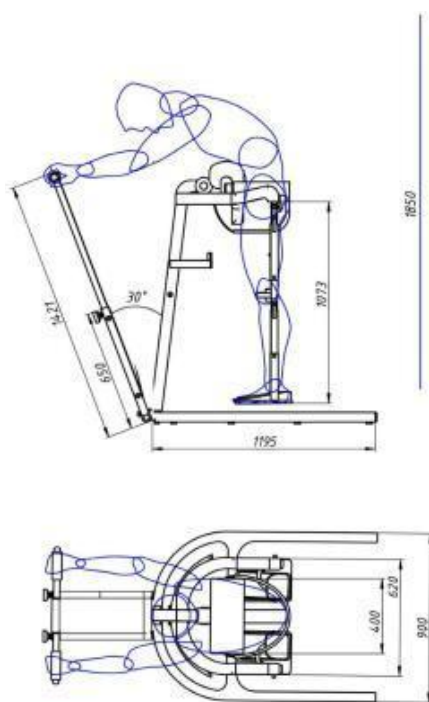


Рисунок 32. Соматография мужчины 99-го перцентиля на реабилитационном оборудовании.

3.7 Чертежи изделия

Следующим этапом проектирования является составление конструкторской документации. В перечень конструкторской документации входит спецификация, сборочный чертеж изделия, сборочные единицы, а также чертежи деталей тренажера, выполненные по ГОСТу.

По итогу создания конструкторской документации был создан сборочный чертеж всего оборудования (Приложение Б), а также спецификация, в которой прописаны все детали и стандартные изделия оборудования.

3.8 Планшет

В качестве графического презентационного материала были разработаны два планшета формата А0. Планшеты включают в себя

информацию об изделии, материалах, особенностях тренажеров. Также на планшетах представлены чертежи и визуализация объекта.

Для визуализации модели устройства использовалась программа Autodesk 3Ds Max, так как данная программа обладает большой библиотекой материалов. Также преимуществом программы является легкая настройка сцены и реалистичный рендер [43]. Планшет был создан в Adobe Photoshop — многофункциональном графическом редакторе. Первым этапом работы был создан новый документ в Adobe Photoshop. В специальном окне необходимо указать основные настройки будущего документа: размеры, разрешение, цветовой режим, заполнение документа (прозрачный или окрашенный каким нибудь цветом). Следующим этапом была расстановка направляющих на чистом листе.

Направляющие и сетка помогают точно расположить изображения или элементы. Направляющие представляют собой непечатаемые линии, покрывающие изображение. Можно переместить и удалить направляющие.

Помимо этого, их можно закрепить, чтобы предотвратить их случайное перемещение. Далее — в документ были экспортированы визуализации изделия, набросана композиция из имеющихся картинок: основной объект в масштабе и выделяется, второстепенные объекты меньше по масштабу, так же было предусмотрено место для других визуальных элементов (Приложение В).

3.9 Макет тренажера

Макет представляет собой модель итогового объекта. Изготовление макета необходимо для передачи целостности разрабатываемого объекта, демонстрации его формы, конструктивных особенностей, при этом допускается изменение материала изделия

Макет оборудования был напечатан на 3Д принтере при помощи FDM печати. Первоначально, было необходимо создать качественные модели в программе Autodesk Inventor.

Следующим этапом была конвертация файла в файл для печати на 3Д принтере через программу CuraEngine [44].

Вся модель была разделена на несколько частей для печати. Был выбран масштаб печатного макета - 1:10. .

3.10 Создание видеоролика

С целью демонстрации всех преимуществ корпуса ортезной системы был разработан видеоролик. Главными задачами которого являлась демонстрация многофункциональности изделия и демонстрации эргономичности оборудования.

Видеоролик был создан в программе Autodesk 3Ds Max, с последующей обработкой в профессиональной программе Adobe Premiere Pro и Adobe After Effects.

Начало создания ролика связано с разработкой раскадровки. Раскадровкой является процесс выявления последовательности ряда рисунков, которые предназначены для помощи в процессе нахождения предварительных вариантов кадров [45]. Раскадровка помогает визуально продемонстрировать видение режиссера. Преимуществами раскадровки являются возможность вносить изменения в проект еще до того, как начнется его реализация, а также возможность производить тщательное планирование. Но, раскадровка является частично ограничением творческой свободы на съемочной площадке, а также существует риск технической невозможности реализации идеи, представленные в раскадровке. Основными характеристиками раскадровки являются визуальное повествование, а также объединение истории и времени в нескольких ключевых кадрах. Необходимо определение технических

параметров, такие, как: параметры камеры и света, декорации, движение персонажей (при их наличии). Раскадровка может быть выполнена как от руки, так и в электронном виде.

Ролик демонстрирует какие виды тренировок можно выполнять на данном оборудовании. При помощи анимации и созданного персонажа можно заметить какие положения человека есть на данном оборудовании

Также ролик демонстрирует зрителю, каким образом можно регулировать оборудование. В видеоролике показан не только механизм, но и места, где присутствуют телескопическая система регулировки.

После создания анимации, файлы импортируются в программу After Effects, где удобно редактировать видео, а также заниматься композингом. С помощью данной программы появляется возможность производить цветокоррекцию и пост-продакшн, комментирование титрами и ряду других задач, которые требуются при создании цифровых видеоэффектов [46]. При наложении и корректировки аудиоряда была использована программа видеомонтажа – Adobe Premiere, где удобно работать как с видео, так и аудио. По итогу проделанной работы создан видеоролик, благодаря анимации которого демонстрируется модель универсального корпуса ортезной системы (рисунок 33).



Рисунок 33. Кадр из видеоролика

4 Концепция стартап-проекта

4.1 Описание продукта как результат НИР

Проблема реабилитации людей с врожденными заболеваниями и после травм всегда являлась актуальной. В настоящее время, в век технологий, реабилитационные тренажеры начинают совершенствоваться. В данной работе рассмотрена многофункциональная ортезная система для восстановления организма после травм, а также разработка нижних и верхних конечностей вследствие врожденных болезней.

Актуальность данной темы обуславливается тем, что в нашей стране количество инвалидов составляет около 10% от всего населения [47]. В это же количество входит категории пользователей, которых можно назвать конечным потребителем, а именно инвалиды 2 группы. В это число входят люди, которые имеют возможность реабилитации.

Конструкция разрабатываемого оборудования предполагает реабилитацию людей с разными ростовыми данными. За счет тектонического метода раздвижения частей ног, появляется возможность регулировки высоты для каждого пользователя индивидуально. Также присутствует опора для рук, позволяющая человеку разрабатывать функции нижних конечностей и позвоночника (рисунок 34).



Рисунок 34. Корпус ортезной системы.

Такое оборудование может способствовать уменьшению затрат на медицинское оборудование за счет совмещения в одном оборудовании функций нескольких тренировок.

Цель оборудования - воздействие на опорно-двигательную систему человека с целью восстановления функций нижних и верхних конечностей.

4.2 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Первым этапом запуска любого бизнеса является определение целевой аудитории – конкретной группы людей, на которую направляются маркетинговые коммуникации компании. К целевой аудитории относятся не только существующие покупатели предлагаемого продукта, но и потенциальные потребители, которых необходимо привлекать, чтобы занять стабильное положение в отрасли [48].

Наличие целевой аудитории позволяет создать для них идеальный продукт, продать в нужном месте, используя правильные средства коммуникации. Для определенного целевого сегмента потребителей свойственны признаки и характеристики, которые являются общими для каждого его представителя. Для определения целевой аудитории происходит объединение потребителей по конкретным критериям.

К данному целевому сегменту потребителей можно отнести медицинские учреждения (центры реабилитации), которые взаимодействуют с людьми с ограниченными возможностями, а именно с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата.

Целевой сегмент рассчитан на B2B аудиторию. Ключевыми потребителями для приобретения разрабатываемого продукта являются государственные медицинские учреждения, частные клиники, реабилитационные центры.

В перспективе развития продукта рассматривается вариант выхода на мировой рынок реабилитационного оборудования.

4.3 Объем и емкость рынка

Емкость рынка — это показатель, который говорит о том, сколько примерно продукта могут купить потребители на конкретном рынке [49]. Под рынком подразумевается отрасль, в данном случае медицинская. В количественном выражении емкость рынка представляет собой общий объем реализованной продукции.

Емкость рынка для данного оборудования будет рассчитываться из учета зарегистрированных реабилитационных центров и частных клиниках, которые занимаются реабилитацией функций опорно-двигательного аппарата, расположенных по всей России.

По официальным данным министерства здравоохранения на территории России зарегистрировано 1832 реабилитационных центра [50]. С учетом многофункциональности оборудования следует предположить, что в каждый центр будет требоваться не менее 3 оборудования. Планируемая цена продажи одной ортезной системы будет составлять 615 тыс. руб.

Емкость рынка рассчитывалась по формуле :

- В тыс.шт. ЦА (в тыс. чел.) * количество товара (в шт.),
что составило $1832 * 3 = 5\,496$ шт
- В тыс. руб. ЦА (в тыс. чел.) * количество товара за (в шт.) *
стоимость 1 шт. товара (в руб.), что составило
 $1832 * 3 * 615\,000 = 3\,380\,040\,000$ руб.

4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

По данным “Анализа рынка реабилитационного оборудования в России” подготовленного BusinesStat, за 2016-2020 гг производство

средств реабилитации в России выросло на 19,2%: с 473 до 563 тыс шт [51]. С 2020 года государство начало выделять больше финансирования для поддержки отечественных производителей на проекты реабилитационного оборудования, которые предполагают сборку и полное производство всех частей в России.

В России функционируют около 10 предприятий, производящих технических средств реабилитации, в число которых входят такие компании, как ООО “Меркурий +”, ООО “Медсталл”, ООО “Техномед” и другие.

4.5 Планируемая стоимость продукта

Для определения стоимости продукта был выбран затратный метод ценообразования. Затратный метод основывается на издержках и предполагает установление цены на продукт в размере, который обеспечивает полное покрытие издержек и желаемый уровень прибыли. Т.е. формула расчета представляет собой: $\text{Цена} = (\text{Полные затраты} + \text{Прибыль}) / \text{Количество товара}$ [52] .

Для начала необходимо определить затраты на производство изделия. Так как некоторые части оборудования изготавливаются при помощи горячей гибки профильной трубы и части, которые соединяются при помощи сварки, необходимо предварительно изготовить прототип, на основе которого будет в дальнейшем основываться производство.

Корпус ортезной системы состоит из нескольких видов стального профиля (круглый профиль диаметрами 35 и 32 мм, и профиль 70x70x2), стальных листов, хомутов, при помощи которых происходит процесс регулировки высоты, регулируемых опор, колесиков для передвижения, материалов для подушки, а также некоторых стандартных изделий в виде стопоров, болтов.

Стоимость сырья для изготовления одного прототипа составляет 37 410 рублей, стоимость материалов и комплектующих можно увидеть в Приложении А. На данном этапе в рамках проектирования рассматривается мелкосерийное производство в количестве 100 шт. Соответственно, стоимость сырья для одной партии будет 37 410 000 руб.

Производственный цикл будет заключаться с учетом разработки реабилитационного оборудования, патентования промышленного образца, аренды помещения и найма сотрудников, приобретения оборотных средств. Далее будет происходить закуп сырья у посредника (ООО “Интеграл Плюс” - компания, занимающаяся созданием продукции из металлокаркаса и имеющая услуги по обработке металла [53]). Этот же посредник будет производить обработку и покраску частей оборудования и дальнейшую транспортировку. Далее будет происходить полная сборка оборудования и его упаковка.

Для определения стоимости также необходимо провести расчеты инвестиционных затрат (Таблица 1) и затрат на разработку самого корпуса оборудования (Таблица 2)

Таблица 1 - Инвестиционные затраты

№ п/п	Наименование показателя	Кол- во, шт	Сумма без НДС, руб.	НДС (20%), руб	Сумма с НДС, руб.
1	ПК ASUS ExpertCenter D5 SFF D500SC	1	44 400	11 100	55 500
2	Принтер	1	56 000	14 000	70 000
3	Набор отверток	3	3 600	900	4500
4	Затраты на патентование: ● Патент на изобретение ● Патент на полезную модель	2	-	-	200 000
ИТОГО		104 000		26 000	330 000

Амортизация оборудования рассчитывается с учетом срока эксплуатации ПК, принтера. При общих затратах на данное оборудование амортизация составляет 3 283 р. в месяц.

Таблица 2 - Затраты на разработку корпуса ортезной системы

№ п/п	Сотрудники	Ко л.	Оклад в месяц, руб.	Сумма затрат в месяц, руб	Отчисления в социальные фонды, 30%, руб.
1	Дизайнер	1	65 000	65 000	19 500
2	Конструктор	2	65 000	130 000	39 000
3	Врач-реабилитолог	1	75 000	75 000	22 500
ИТОГО				140 000	81 000
ИТОГОВАЯ СУММА ЗАТРАТ				221 000	

Считая, что в первом квартале будет упор на разработку прототипа, где необходимо будет приобрести все материалы и комплектующие. На реализацию первого прототипа будет затрачено около 3х недель. Далее один прототип будет изготавливаться в течении 2х дней. В месяц будет разрабатываться по 15 реабилитационных тренажеров.

Исходя из расчетов на разработку корпуса оборудования и инвестиционных затрат можно сделать вывод, что общая сумма инвестиционных затрат на первоначальном этапе составляет 551 000 рублей.

Были также рассчитаны постоянные издержки проекта, не зависящие от объема выпускаемой продукции. В такие издержки входят заработная плата персоналу, аренда помещения и амортизация

Также необходимо рассчитать расходы на заработную плату персонала (Таблица 3), которая входит в постоянные издержки проекта (Таблица 4).

Таблица 3 - Расчет затрат на заработную плату персонала

Персонал	Кол-во., чел.	Оклад, руб	Сумма затрат на з/п, руб	Отчисления в соц.Фонды 30%, руб
Сборщик оборудования	4	40 000	160 000	48 000
Упаковщик	2	40 000	80 000	24 000
ИТОГО	6	-	240 000	72 000
ИТОГ	313 000			

Таблица 4 - Постоянные издержки

Постоянные издержки	Итого в месяц, руб.
Аренда помещения	100 000
Заработная плата персонала	313 000
Бухгалтерские услуги	35 000
Прочие затраты (Охранная организация)	20 000
ИТОГО	488 000

Себестоимость изделия рассчитана из общих затрат на производство и поделена на количество изделий в производимых в месяц. Себестоимость проектируемого объекта составила 615 000 за штуку. С процентом маржинальности - 32 %.

4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов

В процессе анализа отечественного рынка было выяснено, что прямых аналогов данного оборудования нет. Существуют аналоги, которые направлены только на реабилитацию верхних или нижних конечностей, имеют не более 2-х видов тренировок на оборудовании.

Наиболее близкими аналогами стали вертикализатор с функцией имитации ходьбы “PIO” [9] и вертикализатор с функцией наклона туловища “ЭксФлекс L” [10](Таблица 5).

Таблица 5 - Анализ конкурентов

Критерий	PIO 	ЭксФлекс L 	Проектируемая ортезная система 
Цена, руб	270 570	213 840	615 000
Габариты (ширина/длина/высота), мм	850x1100x1400	900x1100x1500	910x1250x1435
Дизайн	Современный	Классический	Современный
Функциональность	1.Вертикализация 2.Имитация ходьбы 3.Движение рук	1.Вертикализация 2.Наклоны туловища вперед	1.Вертикализация 2.Наклоны туловища вперед 3.Имитация ходьбы 4.Поднимание ног в бок
Эргономичность (антропометрические характеристики пользователей)	Для людей ростом от 1550 мм до 1860 мм	Для людей ростом от 1550 мм до 1840мм	Для людей ростом от 1510 мм до 1980 мм

Исходя из анализа конкурентов можно сделать вывод, что проектируемое оборудование будет включать в себя большее количество реабилитационных тренировок. Из этого следует, что проектируемая ортезная система может заменить как 3 реабилитационных тренажера, не теряя функциональности.

Также следует отметить, что при анализе конкурентов было выявлено, что у проектируемой ортезной системы диапазон

антропометрических данных пользователей больше, чем в других аналогах. Из чего следует то, что большее количество пользователей может заниматься на тренажере.

4.7 Интеллектуальная собственность

Патент – это документ установленного образца, выдаваемый государственным патентным органом (в России структура Роспатента – ФИПС) и удостоверяющий исключительное право и право авторства в отношении технического устройства или художественно-конструкторского решения, подтверждающий исключительные права патентообладателя на объект интеллектуальной собственности.

Патентами охраняются различные открытия и достижения в области науки и техники. В статье 1345 ГК РФ под патентными правами понимаются интеллектуальные права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы. [54]

Патент — это не только способ правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, но и коммерческая выгода. Обладатель патента получает существенное преимущество перед конкурентами — единолично распоряжаться и получать прибыль от использования своей разработки. Патент также защищает от незаконных притязаний третьих лиц, создавших аналог, исключая риск получения иска о взыскании компенсации до 5 млн. рублей.

Проектируемая ортезная система может быть запатентована в качестве полезной модели. Объектами защиты в данном случае будут являться:

- техническое решение
- дизайн-решение

Для дополнительной защиты изделия можно оформить патент на внешний вид устройства (промышленный образец).

4.8 Бизнес-модель проекта

Был произведен анализ и схематичное описание взаимосвязанных процессов, помогает оценить нишу, перспективу развития. Структура бизнес-модели была разработана по шаблону бизнес-модели предприятия Александра Остервальдера и Ив Пинье [55] (Приложение А).

Исходя из планируемой стоимости оборудования была рассчитана точка безубыточности - это объем производства и реализации продукции, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль.

Точка безубыточности была рассчитана исходя из выручки за единицу, постоянных затрат и переменных затрат и выведена на диаграмму (рисунок 35).

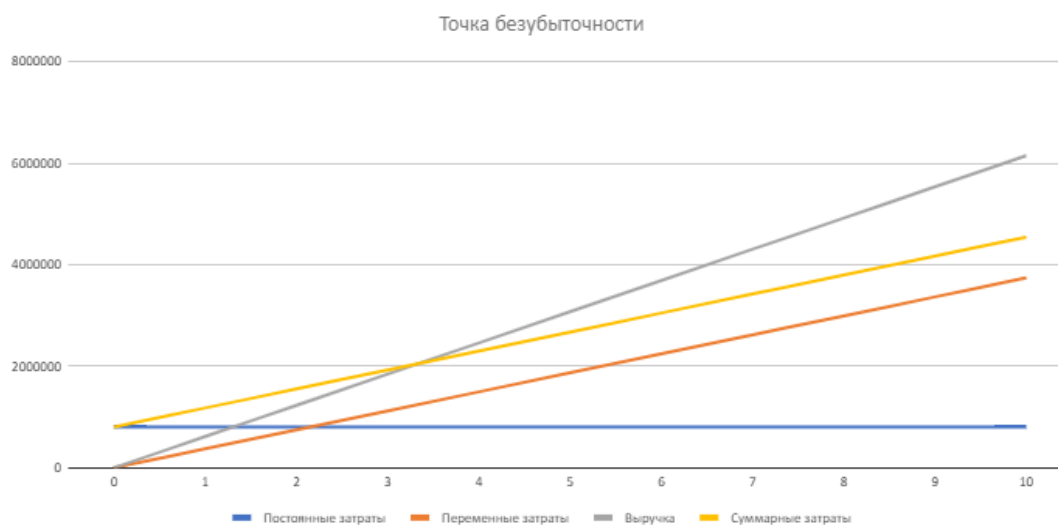


Рисунок 35. Точка безубыточности.

Таким образом проект начнет приносить прибыль с 4го месяца производства оборудования.

4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

В одной из основных базисных схем комплекса маркетинга 4Р: 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 [56]. При этом необходимо учитывать, что применение всех четырех составляющих должно быть комплексным, взаимосвязанным и ориентированным на конкретный продукт и определенные сегменты рынка.

В структуру продвижения входят:

- реклама; стимулирование сбыта;
- выставки и ярмарки;
- персональные (прямые) продажи;
- direct marketing (прямой маркетинг), включая персональные рассылки, телемаркетинг и др.;
- PR (организация связи с общественностью)

Обширная выставочная деятельность на региональном, отраслевом, общероссийском и международном уровне является в настоящее время одним из приоритетных направлений продвижения товаров, продаж и фирмы в целом.

Акцент рекламных усилий в настоящее время сместился на участие в общероссийских, отраслевых, и, в первую очередь, медицинских и фармацевтических справочниках, бюллетенях и каталогах, на размещение информации рекламного характера и PR-материалов в ведущих специализированных периодических изданиях. Бурное распространение сети Интернета в России в последние годы обусловило возрастание роли рекламной деятельности предприятия через Интернет-ресурсы (собственный сайт, специализированные ресурсы, доски объявлений и т. д.).

Таким образом, этапами продвижения реабилитационного оборудования, а именно ортезной системы являются:

- информирование о новом устройстве с помощью рекламы;
- пробное внедрение устройства и получение обратной связи от пользователей;
- доработка устройства в соответствии с проанализированными данными, полученными с помощью обратной связи;
- проведение информационных бесплатных семинаров для потенциальных покупателей и специальные выставки;
- внедрение устройства: бесплатное предоставление устройства в пользование потребителя для дальнейшего сотрудничества;
- прямые продажи;
- PR (сайт, информационные порталы, бюллетени и каталоги, медицинские издания и т.д.)

5 Социальная ответственность

Темой данной выпускной квалифицированной работы является дизайн-проектирование корпуса ортезной системы для людей с ограниченными возможностями. Предполагается, что данное оборудование будет размещаться в муниципальных и частных реабилитационных центрах.

Актуальность данной темы заключается в том, что создание многофункционального корпуса ортезной системы позволит инвалидам совмещать различные виды тренировок в одном тренажере, тем самым разрабатывать весь опорно-двигательный аппарат.

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

Размеры помещения рабочей зоны разработки объекта – 8 × 10 метров. Помещение - аудитория 437, 20 корпус ТПУ. Рабочие процессы, проводимые в рабочей зоне – работа на персональном компьютере: изучение проектируемого объекта, эскизирование, создание 3Д модели и подготовка технической документации при помощи ПК, макетирование, эргономический анализ, подготовка презентационных материалов. Оборудование для рабочей зоны: персональный компьютер, графический планшет, лампа настольная.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности регламентирует Трудовой кодекс Российской Федерации [57].

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации режим рабочего времени должен предусматривать следующие варианты продолжительности рабочей недели при нормальной продолжительности рабочего времени не более 40 часов в неделю: пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя.

Работникам предоставляются ежегодные отпуска с сохранением места работы (должности) и среднего заработка. Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место - это часть пространства, в котором дизайнер осуществляет трудовую деятельность, и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности дизайнера, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении.

Главными элементами рабочего места дизайнера являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рабочее место для выполнения работ в положении сидя организуется в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [58] и ТОО Р-45-084-01

[58].

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление. Планировка рабочего места выполняет четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости моторного поля рабочего пространства. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунках 36 и 37.

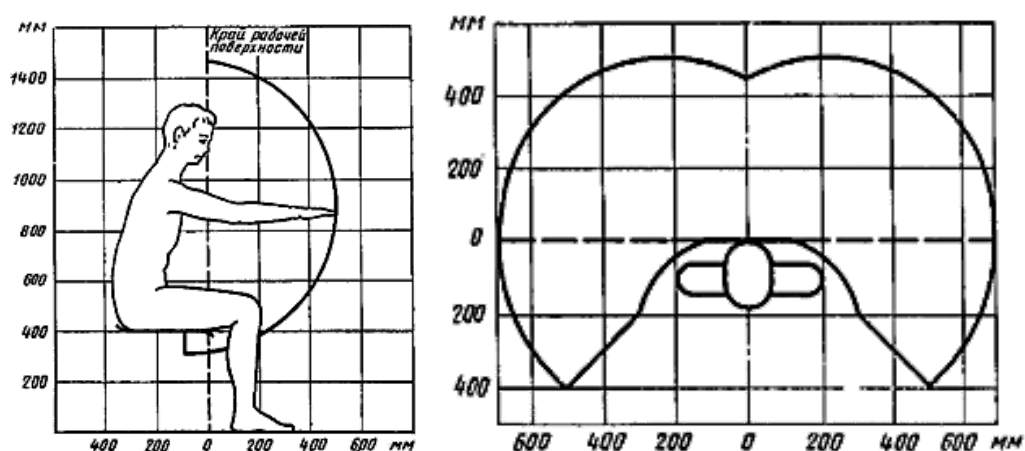


Рисунок 36 и 37. Зона досягаемости

Часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от сагиттальной плоскости [59].

Параметры рабочего места выбираются в соответствии с антропометрическими характеристиками. При использовании этих данных в расчетах следует исходить из максимальных антропометрических характеристик. При работе в положении сидя рекомендуются следующие параметры рабочего пространства: ширина не менее 700 мм, глубина не менее 400 мм, высота рабочей поверхности стола над полом 700-750 мм. Оптимальными размерами стола являются:

высота 710 мм, длина стола 1300 мм, ширина стола 650 мм. Поверхность для письма должна иметь не менее 400 мм в глубину и не менее 600 мм в ширину. Под рабочей поверхностью должно быть предусмотрено пространство для ног: высота не менее 600 мм; ширина не менее 500 мм; глубина не менее 400 мм.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

5.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность - это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на работающих людей, опасных производственных факторов до приемлемого уровня в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [60] Таким образом, в данном разделе будут рассмотрены и проанализированы в первую очередь возможные вредные и опасные факторы.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 были выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы, возникающие при разработке корпуса ортезной системы, которые представлены в таблице 1.

Таблица 6 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте дизайнера.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [60])	Нормативные документы
Вредные факторы	
1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [61].

Продолжение таблицы 6

2. Отсутствие и недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[62]; СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[61];
3. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [63].
4. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	СП 51.13330.2011. Защита от шума [64].
Опасные факторы	
5. Электромагнитные поля, неионизирующие ткани тела человека	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [65]; ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования [66]

5.2.1 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, которое при значительном отклонении от оптимального может привести к резкому снижению работоспособности и даже к профессиональным заболеваниям.

Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье.

Воздействие высокой температуры, особенно в сочетании с повышенной влажностью, может привести к значительному накоплению тепла в организме (гипертермии). При гипертермии наблюдается головная боль, тошнота, рвота, временами судороги, падение артериального давления, потеря сознания.

При воздействии на организм человека отрицательных температур наблюдается сужение сосудов пальцев рук и ног, кожи лица, изменяется обмен веществ. Низкие температуры воздействуют также и на внутренние органы, и длительное воздействие этих температур приводит к их устойчивым заболеваниям.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Допустимые микроклиматические условия не вызывают нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта.

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (работа за компьютером, проектирование и т.п.).

Организация микроклимата для надлежащих условий труда осуществляется в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21, п 5, таблица 5.1, 5.2 [62] (таблица 2).

Таблица 7 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Допустимые значения						
Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин

Холодный	17,0-18,9	21,1-23,0	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	18,0-19,9	22,1-27,0	17-28	15-75	0,1	0,4

С помощью систем обогрева, охлаждения, вентиляции и кондиционирования можно соблюдать требуемые параметры микроклимата на рабочем месте.

5.2.2 Отсутствие и недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны

Важнейшим фактором для создания оптимальных условий труда является освещение рабочего места. При работе за монитором глаза получают наибольшее напряжение, поэтому освещению следует уделять особое внимание.

Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому переутомлению и снижению рабочей активности.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму.

Величина естественного освещения должна соответствовать нормам по СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [61]. В соответствии с установленными нормами освещенность рабочей поверхности должна быть 300-500 лк. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Свет на рабочее место должен падать слева, но в некоторых случаях допускается и правостороннее освещение [61].

Средствами нормализации освещенности рабочих мест служат осветительные приборы, защитные очки, светофильтры.

5.2.3 Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Нервно-психические перегрузки – это умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, режим работы. Нервно-психические перегрузки на рабочем месте провоцирует повышение риска получения сотрудниками травм, возникающих в результате несчастных случаев.

5.2.4 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристиками шума

Шум – это беспорядочное сочетание различных по уровню и частоте звуков. Шум на производстве создают различные механизмы и машины.

Шумовые помехи могут создавать как сами люди, так и устройства, к примеру: 1) различного рода вентиляторы на процессорах и видеокартах; 2) жесткие диски; 3) вентиляторы блоков питания; 4) офисная техника; 5) шум вне помещения. Длительное воздействие шума на человека способствует появлению следующих нежелательных явлений: 1) снижение слуха; 2) повышение кровяного давления; 3) снижение внимания. Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровня звука на рабочих местах приводятся в СП 51.13330.2011. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [64].

Для того, чтобы обеспечить нормальную работу необходимо нормировать уровень шума. Для того, чтобы снизить шум можно предложить следующие меры: 1) облицовка потолка и стен (снижение шума на 6-8 дБ); 2) экранирование рабочего места (установка перегородок, диафрагм); 3) установка оборудования, которые производят минимальный шум; 4) рациональная планировка помещения. Особо

шумное оборудование должно выноситься в звукоизолированное помещение или заменяться на более тихое [64] звукопоглощающим материалом

При организации рабочего места на мебельном производстве работодателю нужно принимать все необходимые меры для защиты от шума, воздействующего на сотрудника до значений, не превышающих допустимые.

Таблица 8 – Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	95	87	82	78	75	73	71	69	80

5.2.5. Электромагнитные поля, неионизирующие ткани тела человека

Воздействие электрического тока на человека носит разносторонний характер. Электрический удар является самым распространенным вариантом поражения электрическим током.

Основные причины поражения электрическим током на рабочем месте:

- в результате поражения изоляции, человек может прикоснуться к металлическим нетоковедущим частям, которые в свою очередь могут оказаться под высоким напряжением;
- нерегламентированное использование электрических приборов;
- сотрудники не прошли инструктаж по правилам электробезопасности.

Предлагается обеспечить нормальный режим электроустановки, в котором напряжение прикосновения не должно превышать 2 В; значение тока, протекающего через тело человека - 0.3 мА согласно требованиям

ГОСТ 12.1.038-82* «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [65].

Основное организационное мероприятие по обеспечению безопасности – это инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций [65].

Таблица 9 – Предельно допустимые значения силы тока и напряжения

	Переменный ток при частоте, Гц:		Постоянный ток
	50	400	
Напряжение, В	2	2	8
Сила тока, мА	0,3	0,4	1

5.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека. В данном разделе перечислены факторы, которые при производстве и эксплуатации проектируемого рабочего места могут оказывать негативное влияние на экологию. К аспектам негативного влияния относятся отходы на этапе непосредственного проектирования и разработки проекта. В случае с выполнением работы по проектированию корпуса ортезной системы источником загрязнения можно отнести поломку персонального компьютера. Списанные компьютеры относятся к небезопасным отходам, и они должны быть утилизированы, как предметы, содержащие опасные для окружающей среды вещества.

Для снижения негативного воздействия необходимо рассмотреть материалы, используемые при производстве тренажера, выявить их негативное влияние на здоровье человека, если оно есть, а именно способность выделять токсические вещества

В процессе проектировании создаются макеты на 3Д принтере, созданные из пластика, соответственно необходимо рассмотреть и влияние

пластика на экологию. Необходимая для производства и переработки пластика энергия влияет на ухудшение состояния окружающей среды.

При проектировании уходит много бумаги, что также влияет на состояние экологии. При создании бумаги вырубается большое количество лесов. Для сохранения лесов необходимо более рационально использовать бумагу, и стараться меньше ее тратить. Помимо древесины на одну тонну бумажного сырья требуется еще и 600 кубометров воды, 120 кг серы, 150 кг известняка, 2000 кВт/ч электроэнергии.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайной ситуацией (ЧС) можно назвать такую ситуацию на какой либо определенной территории, которая образовалась в результате аварии, природного явления, стихийного бедствия или катастрофы, которые в свою очередь могут повлечь за собой большое количество человеческих жертв или ущерба здоровью людей, а также материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей. Чрезвычайная ситуация, которая возникает наиболее часто – возникновение пожара. Это может быть обусловлено короткими замыканиями в электропроводке, возгоранием мебели и электрического оборудования, возгораниями систем освещения.

Основной причиной пожара в рассматриваемом помещении является неисправность электрооборудования, короткое замыкание, нагрев проводов и загорание изоляции, перегрузка электрических сетей электропроводки, однако, пожар может возникнуть и при неосторожном обращении с огнем.

Следовательно, аудитория должна соответствовать всем требованиям пожарной безопасности [66]:

- должны быть средства для тушения пожара (огнетушители, песок, и др.) и план эвакуации, который должен быть расположен на видном месте;
- должно быть обеспечено беспрепятственное движение работников по эвакуационным путям;
- категоричный запрет курения и работы на неисправном оборудовании;
- все электрооборудование должно быть исправно и оснащено изоляцией;
- нагревательные приборы должны находиться на термоизолирующих подставках;
- должна быть оснащена системой пожарной сигнализацией;
- должны проводиться инструктажи по работе с электрооборудованием, пожаро - и взрывоопасными веществами и средствами пожаротушения.

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», помещение для создание дизайна корпуса ортезной системы относится к категории П-Па зоне по пожароопасности. П-Па - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

Пожарная безопасность на предприятии будет включать в себя следующие меры: сигнализацию, которая предупреждает о возникновении пожара; схемы эвакуации, на которых указано безопасное

направление к выходу из помещения, а также световые указатель средства ликвидации пожара. В случае пожара будет использоваться порошковый огнетушитель ОП-4-ABCE – 1 шт., предназначенным для ликвидации пожаров твердых веществ, в основном органического происхождения (класс А); пожаров горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ (класс В); пожаров газообразных веществ (класс С), а также пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением не более 1000 В (пожар класса Е).

На производстве могут возникнуть следующие классы пожаров:

- класс «А» - пожары, в которых горят различные твердые вещества и материалы;
- класс «Е» - происшествя, затрагивающие исключительно электроустановки под большим напряжением.

Действия при обнаружении возгорания описаны в ГОСТ 12.1.004-91 [67].

Аудитория 437, 20 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е).

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 10 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр

Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены вопросы социальной

ответственности при разработке дизайна корпуса ортезной системы на реальном оборудовании. К таким вопросам относятся социальная и экологическая безопасность, а также безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые аспекты обеспечения безопасности.

Были проанализированы вредные и опасные факторы, возникающие в ходе работы на ПК в аудитории 437, 20 корпуса. К ним относятся отклонение микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, пожароопасность, умственное перенапряжение, превышение уровня шума, эмоциональные перегрузки, отсутствие естественного света, перенапряжение зрительного анализатора. Перечисленные факторы при превышении норм оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ – 1 категория, так как это помещение без повышенной опасности.

Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" – Ia.

Установлено, что наиболее вероятно чрезвычайной ситуацией является пожарная опасность. Для этой ЧС были разработаны организационные мероприятия по ее предотвращению и ликвидации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в рамках выпускной квалификационной работы был осуществлен дизайн-проект корпуса ортезной системы, решающий проблемы низкой эстетики и малой функциональности.

Полученный продукт является универсальным для людей разного роста и телосложения. При помощи телескопической системы регулирования таким оборудованием смогут пользоваться люди с ростом от 1510 до 1951 мм.

Разработанный продукт 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.

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

- 1) изучение требований к реабилитационному оборудованию;
- 2) изучение существующих аналогов с целью поиска уникального решения поставленной задачи;
- 3) выбор конструктивного и эстетического решения;
- 4) эскизирование;
- 5) эргономичный анализ объекта;
- 6) моделирование;
- 7) выбор материала и технологии производства;
- 8) макетирование реабилитационного оборудования;
- 9) оформление графической части;
- 10) разработка конструкторской документации;
- 11) анализ финансовой оценки проекта;
- 12) оценка безопасности проекта

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 58268-2018 Ортезы и другие средства наружной поддержки тела. Термины и определения.
2. Реабилитация больных с двигательными нарушениями [Электронный ресурс]. URL: <https://doktorkarassenko.ru/fizioterapiya.html> (дата обращения: 30.05.22)
3. Основы медицинской реабилитации [Электронный ресурс]. URL: <http://medrehabilitation.dnmu.ru/media/uploads/2018/09/23/osnovy-medicinskoi-reabilitacii-dlya-studentov-4-kursa-2009.pdf#:~:text=Социально%20экономический%20аспект%20ре%20абилитации,в%20социуме%20большег о%20мас%20штаба> (дата обращения: 30.05.22)
4. Основы и принципы реабилитации. Информация по реабилитации инвалида [Электронный ресурс]. URL: https://aupam.ru/pages/invasport/kompleksnaya_profilaktika_zabolevaniyj_reabilitaciya_boljnihkh_invalidov/page_09.htm (дата обращения: 10.11.2019).
5. Ю.В. Селиванова, Е.Б. Щетинина Коррекционная работа по социальной реабилитации людей с ограниченными возможностями здоровья (курс лекций): Учебно-методическое пособие. - Саратов, 2012. - 120 с.
6. ГОСТ Р 58268-2018. Ортезы и другие средства наружной поддержки тела.
7. Савина, Н.В. Медицинское оборудование: нормативное правовое регулирование, вопросы приобретения и использования. / Д. Д. Муксунов, Н. В. Савина, А. Р. Ермолаев - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 257 с.
8. Медицинское оборудование. Техномед [Электронный ресурс]. URL: <https://technomed.pro/acquisition/> (дата обращения: 20.06.21)

9. Имитатор ходьбы PIO [Электронный ресурс]. URL: <https://reamed.su/catalog/product/pio/> (дата обращения 21.06.21)
10. Товары для инвалидов и реабилитации [Электронный ресурс]. URL: https://www.istok-reatech.ru/catalog/product/eksfleks_1/ (дата обращения: 12.04.2022).
11. Диаметры стальных труб: таблица и размеры [Электронный ресурс]. URL: <http://otrubah.ru/materialy/stalnie/> (дата обращения: 2.12.2019)
12. Подушка кожаная медицинская [Электронный ресурс]. URL: <https://www.odadecor.ru/catalog/tekstil/podushki/604/> (дата обращения: 30.05.22)
13. Шарнирное соединение [Электронный ресурс]. URL: https://alterv.ru/catalog/elementy_dlya_podvizhnogo_soedineniya_profiley/k1051_sharniry_dlya_konstruktsionnykh_profiley/ (дата обращения: 23.07.2021)
14. Промышленный дизайн: учебное пособие/ под ред. Б.Е.Кочегаров. – ДВГТУ, 2006. – 153 С
15. Чувардина Ж. Концепция и методы проектирования в дизайне [Электронный ресурс]. URL: http://www.taby27.ru/studentam_aspirant.html (дата обращения: 30.05.22).
16. Кочегаров Б.Е. Промышленный дизайн: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006
17. Бондарев Ю.И. Формообразование как основа дисциплин «Дизайн-проектирования» и «Рисунок» // Наука. Искусство. Культура. -2016.- №4. - С. 111-120.
18. А. Рийо, Ж. А. Мейе. Бионика. Когда наука имитирует природу. М.: Техносфера, 2013.

19. Влияние формы на человека и пространство [Электронный ресурс]. URL: http://novikov-architect.ru/sacral-arch_vliyanie_formi.htm (дата обращения: 18.06.21)

20. Проектирование рабочего места [Электронный ресурс]. URL: <http://www.motivtruda.ru/proektirovanie-rabochego-mesta.htm> (дата обращения: 30.05.22).

21. Симонов П.В. Исследования психофизиологии эмоций. – М.: Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие (сокр. Пер. С англ. В.Н. Самохина, общ. ред. и в ст. ст. В.П. Шестакова). - Москва, "Прогресс", 1974. Медицина, 1987. – 26-28 с

22. Устин В.Б. Композиция в дизайне /В.Б.Устин.-М.: АСТ: Астрель, 2007.

23. Психологическое воздействие формы объекта на человека [Электронный ресурс]. URL: <https://studbooks.net/663158/kulturologiya/> (дата обращения: 18.06.21)

24. Психология цвета: теория и практика/ Б. А. Базыма, -СПб, 2005, с. 45- 81

25. Иттен Иоханнес Основы цвета. М., 2009.

26. Memory Foam. [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1271101> (дата обращения: 23.07.2021)

27. Матрасы memory foam: особенности, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. URL: <https://gold-meb.ru/matrasy/matrasy-memory-foam-osobennosti-preimushhestva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 23.07.2021)

28. Мембранная ткань [Электронный ресурс]. URL: <https://forma-odezhda.com/encyclopedia/membrannaya-tkan/>

29. Фиксирующий пояс [Электронный ресурс]. URL: <https://tmkos.ru/remni-dlya-invalidnyh-kolyasok#:~:text=Зафиксировать%20п>

оложение%20тела%20пациента%20и,и%20он%20чувствует%20себя%20защищенным (дата обращения: 30.05.22)

30. Ремни для фиксации [Электронный ресурс]. URL: <https://medams.ru/remni-dlya-fiksatsii-bolnogo-patsiyenta> (дата обращения: 30.05.22)

31. Зажимы [Электронный ресурс]. URL: https://alterv.ru/catalog/zazhimy_i_upory_dlya_profiley/k0754_zazhimy_ekstse_ntrikovy_e_dlya_profiley/ (дата обращения: 30.05.22)

32. Стальные трубы [Электронный ресурс]. URL: <https://sovet-ingenera.com/santeh/tools/stalnye-truby.html> (дата обращения: 30.05.22)

33. Хомуты и эксцентрики [Электронный ресурс]. URL: <https://veloolimp.com/zazhim-podsedelnyj-tbs-25-ztb11809.html> (дата обращения: 30.05.22)

34. Опора регулируемая хром матовый [Электронный ресурс]. URL: <https://os-com.ru/opora-reguliruemaya-hrom-matovyy/> (дата обращения: 30.05.22)

35. Технологии производства изделий [Электронный ресурс]. URL: <https://cniitmash.com/nuclear/technology/> (дата обращения: 30.05.22)

36. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник для вузов / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.

37. Бадалов В.В. Просто эргономика. – СПб: Изд-во Политехн. унта. 2012, 109 с.

38. Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 119 с

39. Методы эргономических исследований [Электронный ресурс].

URL: https://studopedia.ru/11_197680_metodi-ergonoheskih-issledovaniy.html
(дата обращения: 30.05.22)

40. Курбацкая Т.Б. Эргономика. В 2-х частях. Часть 1. Теория. Учебное пособие. – Набережные Челны, 2013. — 213 с

41. Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 119 с

42. Баулина О.В., Снопкова Е.В., Ермолаева Ю.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СОМАТОГРАФИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧЕГО МЕСТА ВРАЧА // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 62-62;

43. 6 самых популярных программ для 3D моделирования [Электронный ресурс]. URL: <https://skillbox.ru/media/design> (дата обращения: 30.05.22)

44. 3d Max tutorial: Creating animated textures [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Ka2LChUzBiA> (дата обращения: 30.05.22)

45. Раскадровка. Главные тонкости. [Электронный ресурс]. URL: https://www.tvtok.ru/info/articles/glavnye_tonkosti_etapy_terminy_pravila_raskadrovki_filmov_i_videorolikov/ (дата обращения: 30.05.22).

46. Программа Adobe Premiere Pro [Электронный ресурс]. URL: <https://dubna.ru/article/2022/04/adobe-premiere-pro-plyusy-i-minusy> (дата обращения: 30.05.22)

47. Положение инвалидов в России [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13964> (дата обращения: 16.05.2022).

48. Целевая аудитория: сегментация [Электронный ресурс]. URL: <https://www.insales.ru/blogs/university/celevaja-auditorija> (дата обращения: 16.05.2022)

49. Что такое емкость рынка. [Электронный ресурс]. URL: <https://kontur.ru/articles/5931> (дата обращения: 16.05.2022)

50. Анализ рынка средств реабилитации в России в 2016 - 2020 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/46908/> (дата обращения: 16.05.2022)

51. Обзор рынка реабилитационного оборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://businessstat.ru/> (дата обращения: 16.05.2022).

52. Расчет себестоимости продукта на производстве [Электронный ресурс]. URL: <https://planfact.io/blog/posts/raschet-sebestoimosti-produkcii> (дата обращения: 16.05.2022)

53. ООО “Интеграл Плюс” [Электронный ресурс]. URL: <http://integralplus.ru/> (дата обращения: 16.05.2022)

54. Патент: что это, для чего он нужен [Электронный ресурс]. URL: <https://secrets.tinkoff.ru/glossarij/patent/> (дата обращения: 16.05.2022)

55. Бизнес-модель по А. Остервальдеру [Электронный ресурс]. URL: <https://kogio.ru/knowledge/ostervalder/> (дата обращения: 16.05.2022)

56. Стратегия продвижения продукта на рынок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.business.ru/article/2621-prodvijenie-tovara> (дата обращения: 16.05.2022)

57. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2022);

58. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 21.04.2022).

59. ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/toi-r-45-084-01-tipovaja-instruktsija-po-okhrane-truda> (дата обращения: 20.04.2022).

60. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 21.04.2022).

61. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 – Введ. 08.05.2017 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

62. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" - Введ. 28.01.2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 21.04.2022).

63. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Введ. 01.11.2005 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

64. СП 51.13330.2011. Защита от шума– Введ. 20.05.2011 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

65. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 21.04.2022).

66. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200228> (дата обращения: 21.04.2022).

67. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 21.04.2022)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Психология восприятия цветов.

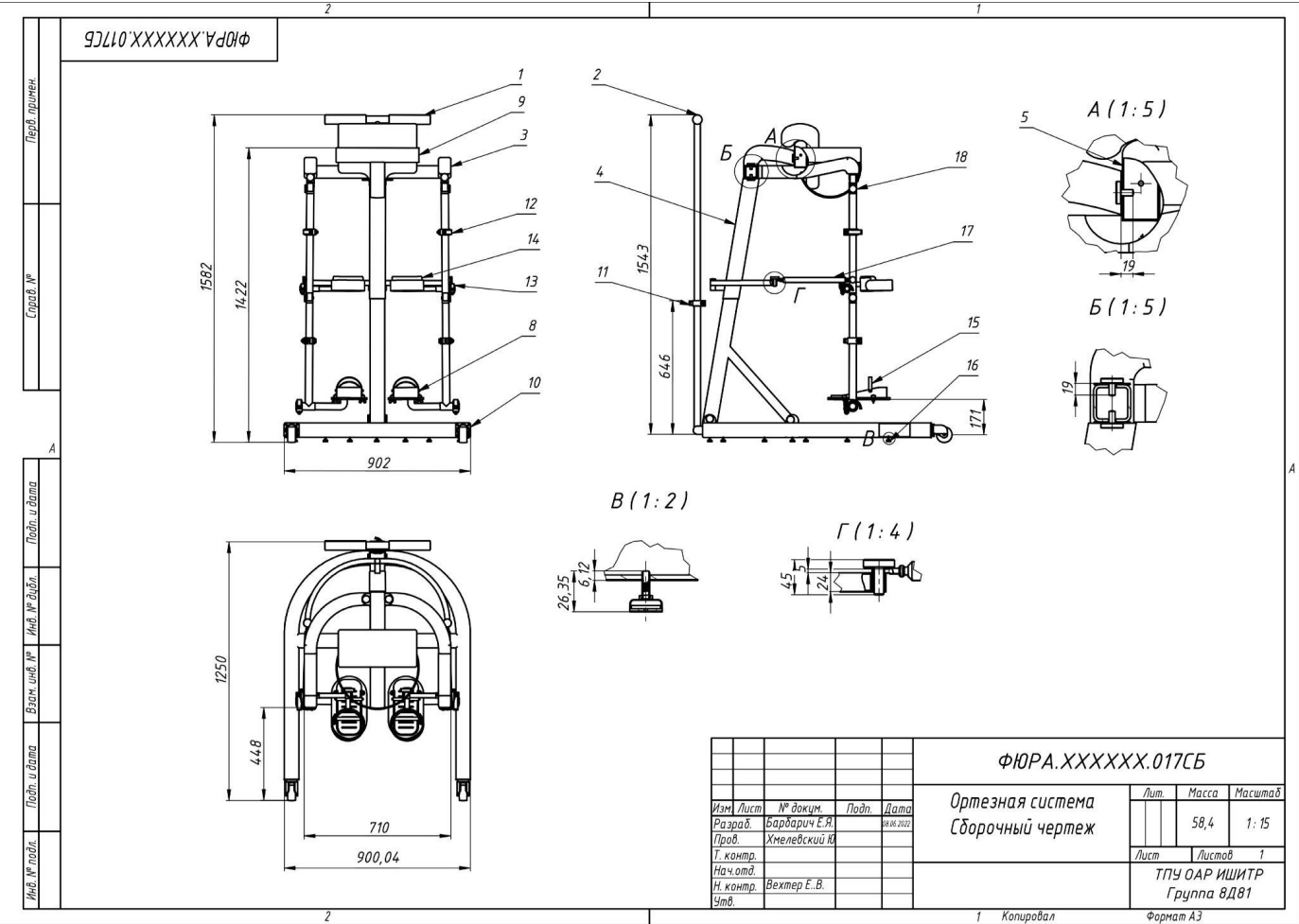
Цвет	Эмоции, получаемые от цвета	Физиологические реакции на восприятие цвета
Красный	Это цвет возбуждения, ярости, агрессии, он сигнализирует нашей психике о явной угрозе. Но красный цвет усиливает выносливость, устойчивость, жизненную активность. Формирует выносливость и уверенность в себе. Он также может помочь подавить неуверенность в себе, апатию и депрессию.	Красный цвет в первую очередь является самым теплым, тем самым проявляет свой согревающий эффект при простудах и недостатке тепла. Также оказывает положительное влияние на воспалительные процессы в организме. Данный цвет прибавляет человеку энергию, высвобождая адреналин, подвижность и расслабление (за счет повышения эластичности в мышцах). Красный цвет оказывает благоприятное воздействие на здоровье в целом.
Оранжевый	Оранжевый цвет – активный и деловой. Он символизирует карьерный рост и успехи в бизнесе. Оранжевый обладает собственной особой теплотой и энергией. Он просто лучится позитивом и оптимизмом. Его использование благоприятно сказывается на работе мозга, стимулирует активную деятельность, творчество. Оранжевый влияет на концентрацию внимания.	Оранжевый улучшает пищеварение, способствует омолаживанию, раскрепощению, укрепляет волю, освобождает от чувства подавленности. Укрепляет легочную ткань, обладает анти спазматическим свойством, улучшает кровообращение и цвет кожи, но избыток оранжевого может вызвать перегрев организма
Желтый	Желтый цвет помогает человеку привести чувства в движения, он порождает уверенность в своих силах, помогает избавиться от негативных эмоций. Данный цвет способствует лучше концентрировать мысли.	Желтый цвет наименее утомляющий, стимулирует зрение и нервную деятельность, активизирует двигательные центры, вызывает радостное настроение, генерирует энергию мышц, используется для лечения диабета, при нарушении пищеварения, для исправления косоглазия, косорукости. В лечебной практики медитация желтого стимулирует

	Помогает при негативных психических состояниях: творческий блок, депрессия, заниженная самооценка, пессимизм.	интеллектуальные способности, восполняет минеральный недостаток, снижает кислотность в организме.
Зеленый	Зеленый цвет выражает постоянство, но также и безразличие к переменам в жизни. Цвет побуждает желание человека самоутвердиться, убедиться в собственной полноценности, а также понравиться окружающим. Данный цвет избавляет человека от стрессов и негативных эмоций, успокаивает нервное возбуждение (приносит спокойствие).	Зеленый цвет полезен для органов, которые расположены в грудной клетке, оказывает благоприятное воздействие на головной мозг, стабилизирует работу кровеносных сосудов и сердца.
Синий	Спектральный синий вызывает ощущения покоя, неподвижности, глубины пространства; внушает серьезность, миролюбие, одухотворение, религиозные чувства. С синим связан флегматический темперамент. Это цвет идеала, духовной красоты; длительное воздействие синего изолирует от реальности, погружает в некий иной мир, свободный от забот и суесть, от власти момента: синий дает ощущение вечности.	Синий цвет, наоборот, способствует возникновению спазмов сосудов и повышает кровяное давление, а потому противопоказан при гипертонической болезни, тахикардии, ревматизме. Обладает противомикробным действием. Его используют при дезинфекции помещений, лечении болезней уха, горла и носа, желудочно-кишечного тракта, а также заболеваний рогаковицы, начальной катаракты, близорукости. Темно-синий цвет при длительном воздействии на человека может вызвать усталость и депрессию.
Фиолетовый	Фиолетовый отвечает за интуицию и прочие необъяснимые озарения. Этот цвет позволяет прогнать любые страхи, справиться с меланхолией. Но фиолетового должно быть в меру, иначе вам грозят депрессии и усталость.	Фиолетовый и индиго стимулируют паращитовидную железу, функцию селезенки, повышают мышечный тонус. Показания и противопоказания к использованию этих цветов в клинике — примерно те же самые, что и для синего цвета.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Сборочный чертеж оборудования



(справочное)

Планшет

MULTIREFIN3

Корпус ортезной системы

ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Конструкция разрабатываемого оборудования предполагает реабилитацию людей с разными ростовыми данными. За счет тектонического метода раздвижения частей ног, появляется возможность регулировки высоты для каждого пользователя индивидуально. Также присутствует опора для рук, позволяющая человеку разрабатывать функции нижних конечностей и позвоночника

НОВИЗНА

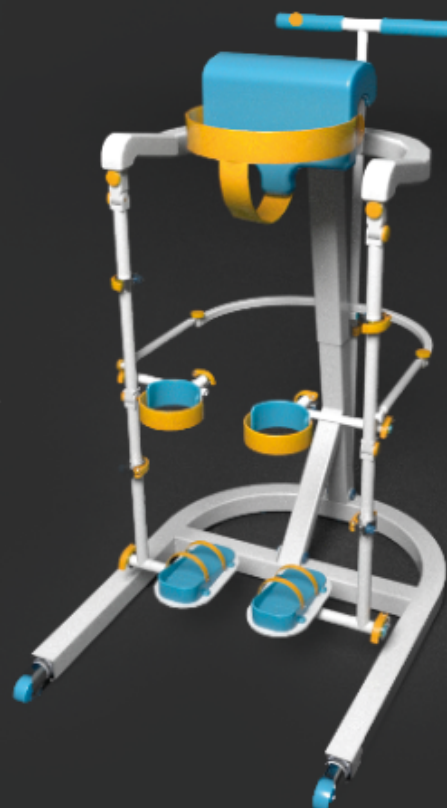
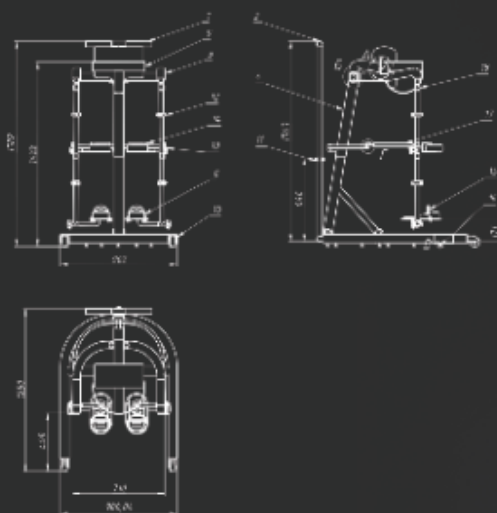
Несколько видов различных тернировок

Антропометрические параметры пользователей от 1510 мм до 1980 мм

Эргономичность

Дизайнерское решение

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ



Выполнила: студентка гр.8Д81 Барбарич Е.Я.
Научный руководитель Хмелевский Ю.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Стоимость материалов и компонентов оборудования

Название элемента	Кол-во, шт.	Стоимость за 1 шт., руб	Стоимость общая, руб.	Стоимость за партию 15 шт., руб
Материалы				
Труба профильная квадратная 70x70x2 (1м) ГОСТ 8639—82	2	274	548	8 220
Труба профильная квадратная 60x60x2 ГОСТ 8639—82	2	233	466	6 990
Труба профильная прямоугольная 70x40x2 1м	1	276	276	4 140
Труба бесшовная круглая 34 мм (диаметр) 1м	4	577	2 308	34 620
Труба бесшовная круглая 32мм (диаметр) 1м ГОСТ 8734-75	4	472	1 888	28 320
Труба бесшовная круглая 25мм (диаметр) 1м	1	544	544	8 160
Литьевой пластик 0,8 кг	10 шт	2200	22 000	330 000
Комплектующие				
Болт М4х8	4	13	52	780
Опора регулируемая	13	37	481	7 215
Фиксатор пружинный	13	475	6 175	92 625
Хомут 35 мм (диаметр)	6	500	3 000	45 000
Хомут 32 мм (диаметр)	1	446	446	6 690
Хомут 25 мм (диаметр)	4	348	1 392	20 880
Газовый лифт GL0100GR, 100N	2	349	698	10 470

DIN 316 A2 M6x20 Винт барашек	8	17	136	2040
ИТОГО	37 410			606 150

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Бизнес-модель по А.Остервальдеру

Ключевые партнеры 1. Магазины реабилитационного оборудования 2. Реабилитационные центры	Ключевые виды деятельности 1. Производство 2. Решение проблем многофункциональности	Ценностные предложения 1. Многофункциональность 2. Дизайн 3. Уникальность 4. Новизна 5. Цена 6. Эргономичность 7. Удобство при использовании	Взаимоотношение с клиентами 1. Консультирование 2. Реабилитация (медицинская помощь)	Потребительские сегменты Нишевый рынок Производство направлено на группы людей с проблемами функций опорно-двигательной системы
	Ключевые ресурсы 1. Финансы 2. Персонал 3. Материальные ресурсы 4. Интеллектуальные ресурсы		Каналы сбыта 1. Интернет 2. Торговые агенты 3. Магазины реабилитационного оборудования	
Структура издержек Фиксированные (аренда, заработная плата, налоги) Переменные издержки (расходы на сырье, расходы на энергоресурсы, расходы на транспортные услуги, заработная плата основного персонала)			Потоки поступления доходов 1. Аренда оборудования 2. Продажа активов 3. Продажа оборудования	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Расчет точки безубыточности.

Месяц	Постоянные затраты	Переменные затраты	Выручка	Прибыль	Суммарные затраты
0	804 283	0	-	-	804 283
1	804 283	374100	615 000,00	150 547,80	1 178 383
2	804 283	748200	1 230 000,00	301 095,60	1 552 483
3	804 283	1122300	1 845 000,00	451 643,40	1 926 583
4	804 283	1496400	2 460 000,00	602 191,20	2 300 683
5	804 283	1870500	3 075 000,00	752 739,00	2 674 783
6	804 283	2244600	3 690 000,00	903 286,80	3 048 883
7	804 283	2618700	4 305 000,00	1 053 834,60	3 422 983
8	804 283	2992800	4 920 000,00	1 204 382,40	3 797 083
9	804 283	3366900	5 535 000,00	1 354 930,20	4 171 183
10	804 283	3741000	6 150 000,00	1 505 478,00	4 545 283