

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 54.03.01 Дизайн
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| ДИЗАЙН-ПРОЕКТ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СУСТАВОВ КИСТИ РУКИ |

УДК 004.92-025.13:681.136.54:616.717.7

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна | | |

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ВКР | Хмелевский Ю.П. | | | |
| Руководитель ООП | Вехтер Е.В. | к.п.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ШИП | Рахимов Т.Р. | к.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООД ШБИП | Мезенцева И.Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ОАР | Леонов С.В. | к.т.н. | | |

Томск – 2018 г.

Результаты обучения (компетенции выпускников)

На основании ФГОС ВПО, стандарта ООП ТПУ, критериев аккредитации основных образовательных программ, требований работодателей выявляются профессиональные и общекультурные компетенции, на основании которых, в соответствии с поставленными целями определяются результаты обучения.

Выпускник ООП «Дизайн» должен демонстрировать результаты обучения – профессиональные и общекультурные компетенции. Планируемые результаты обучения, приобретенные к моменту окончания вуза, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения

| Код | Результат обучения* | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон |
|--|--|---|
| Общие по направлению подготовки (специальности) | | |
| P1 | Применять основные законы социальных, гуманитарных и экономических наук в комплексной дизайнерской деятельности | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-2, ПК-6, УК-1) |
| P2 | Анализировать и определять требования к дизайн-проекту, составлять спецификацию требований и синтезировать набор возможных решений и подходов к выполнению дизайн-проекта; научно обосновать свои предложения, осуществлять основные экономические расчеты проекта | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 |

| | | |
|----|--|--|
| | | «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-2, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ОК-10, ОПК- 1, ОПК-4, ОПК-7, ПК-2; ПК-4, ПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-12, УК-1, УК-2, УК-4) |
| Р3 | Использовать основы и принципы академической живописи, скульпторы, цветоведения, современную шрифтовую культуру и приемы работы в макетировании и моделировании в практике составления композиции для проектирования любого объекта | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-7, ОК-10, ОК-11, ОПК- 1, ОПК- 2, ОПК- 3,ОПК-4, ПК-1, ПК-2; ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-7, УК-1, УК-2, УК-6) |
| Р4 | Разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом и технологичном подходе к решению дизайнерской задачи, используя различные приемы гармонизации форм, структур, комплексов и систем и оформлять необходимую проектную документацию в соответствии с нормативными документами и с применением пакетов прикладных программ | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-7, ОК-10, ОПК- 2, ОПК- 3, ОПК-6,ОПК-7, ПК-1, ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, УК-1, УК-2, УК-6, УК-8) |
| Р5 | Вести преподавательскую работу в образовательных учреждениях среднего, профессионального и дополнительного образования, выполнять методическую работу, самостоятельно читать лекции и | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 |

| | | |
|----|---|--|
| | проводить практические занятия | «Промышленный дизайн и эргономика», 01.004 «Образование») (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОПК- 5, ПК-1, ПК-2; ПК-13, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6) |
| P6 | Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности в комплексной дизайнерской деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-9, ОК-11, ПК-9, ПК-11, ПК-12, УК-3, УК-4, УК-5) |
| P7 | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ПК-6, ПК-10, УК-1) |
| P8 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2; ПК-4, ПК-11, |

| | | |
|-----|---|--|
| | | ПК-12, УК-7, УК-8) |
| Р9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы; готовность следовать профессиональной этике и корпоративной культуре организации. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОПК-5, ПК-11, ПК-12, УК-3, УК-4, УК-5, УК-7, УК-8) |
| Р10 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде, активно владеть иностранным языком на уровне, работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной профессиональной деятельности. | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-5; ОК-6, ОК-7, ОК-9, ПК-2, ПК-8, ПК-9, ПК-10, УК-4, УК-5, УК-7, УК-8) |

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) 54.03.01 «Дизайн»

Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Вехтер Е.В

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------|
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна |

Тема работы:

ДИЗАЙН-ПРОЕКТ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СУСТАВОВ КИСТИ РУКИ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти руки — это тренажер, который обладает особой конструкцией, основной целью которой является обеспечение разгибания кисти руки после инсульта, а также разработка движений в пястно-фланговых суставах и применение при парезах, параличах, после травмы нервов верхней конечности, после операции на сгибателях и разгибов кисти, предупреждает развитие контрактуры пальцев кисти различной этиологии.

Объект проектирования: реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти.

Основания для разработки: Разработано уникальное устройство для реабилитации людей с различными травмами кисти руки. Необходимо разработать конструкцию, которая будет соответствовать эргономическим и эстетическим

| | |
|--|--|
| | <p>параметрам.</p> <p>Требования к эргономике и технической эстетике: Объект должен обладать исключительно высоким уровнем эргономики, как для пациента, так и для обслуживающего медицинского персонала. Тренажер должен выглядеть эстетично, иметь свои отличительные черты, при этом сохранив свои основные функции.</p> <p>Требования к структуре и функционированию: Возможно изменение расположения некоторых деталей, механизма работы, но при обязательном сохранении функции устройства.</p> <p>Требования к надежности и износостойкости: Устройство должно быть стационарным, выполнено из износостойких и безопасных материалов.</p> <p>Цели создания устройства: Создание более комфортных условий при эксплуатации устройства и улучшение его внешнего вида.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Основные пункты аналитического обзора по литературным источникам: Поиск аналогов реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти. Изучение специальной литературы по теории и методике проектирования реабилитационного тренажера.</p> <p>Основная задача проектирования: Разработать дизайн-проект реабилитационного тренажера для разработки суставов кисти с учетом эстетических, эргономических, технических критериев.</p> <p>Содержание процедуры проектирования: Анализ аналогов; разработка эскизов каждого элемента тренажера (форма, размер, материал, крепление, покрытие); эргономический анализ; разработка габаритных схем; 3D-моделирование; макетирование; визуальная подача объекта проектирования.</p> <p>Результаты выполненной работы:</p> <p>Дизайн-проект реабилитационного тренажера для разработки суставов кисти, представленный в следующем виде: 3D-модели тренажера; габаритные схемы реабилитационного тренажера; макет.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Эскизы этапов проектирования концептуальных решений; схемы проектируемых объектов; изображения видовых точек объекта; графический эргономический анализ, два демонстрационных планшета</p> |

| | |
|---|-----------------------------|
| | форматом А0. |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| Дизайн-разработка объекта проектирования | Хмелевский Юрий Петрович |
| Графическое оформление ВКР | Давыдова Евгения Михайловна |
| 3D моделирование и визуальная подача объекта проектирования | Шкляр Алексей Викторович |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Рахимов Тимур Рустамович |
| Социальная ответственность | Мезенцева Ирина Леонидовна |
| Оформление чертежей | Фех Алина Ильдаровна |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель ОАР ИШИТР | Хмелевский Юрий Петрович | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) 54.03.01 «Дизайн»

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

4.06.18

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| октябрь | Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы, анализ аналогов | 5 |
| ноябрь | Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе собранного материала – статья. Первый раздел ВКР, эскизы | 10 |
| декабрь | Формообразование (объект), второй раздел ВКР | 10 |
| февраль | Чертежи. 3D модель, третий раздел ВКР, презентационная часть | 15 |
| март | Макетирование. Первый просмотр ВКР | 10 |
| май | Нормоконтроль текста | 10 |
| май | Сдача разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 40 |

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 121 с., 26 рис., 19 табл., 68 источников, 9 прил.

Ключевые слова: дизайн-проект, тренажер, реабилитация, функциональность, кровать.

Объектом исследования является тренажер для реабилитации руки кисти

Цель работы – разработать дизайн-проект реабилитационного тренажера для разработки суставов кисти руки.

В процессе исследования проводились теоретические исследования и разработка вариантов дизайнерских решений тренажера, формирование основного концепта.

В результате исследования был разработан дизайн-проект тренажера для реабилитации кисти руки, созданы презентационные материалы и объемно-пространственная модель. Результаты проекта по разработке медицинской тренажера могут быть внедрены в процесс оснащения российских реабилитационных центров. Объект соответствует всем требованиям и выполняет все основные функции.

Экономическая эффективность/значимость работы: проект экономически выгоден для дальнейшей разработки и использования.

В будущем планируется внедрение разработанного реабилитационного тренажера.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 14 |
| 1 Анализ проблемы проектирования | 16 |
| 1.2 Справка об организации «Техномед» | 16 |
| 1.3 Краткая история развития проектного объекта..... | 17 |
| 1.4 Реабилитация после инсульта | 19 |
| 1.5 Тренажеры для восстановления после инсульта..... | 20 |
| 1.5.1 Аналоги разрабатываемого тренажера..... | 21 |
| 1.6 Система критериев для разработки реабилитационного тренажера руки кисти..... | 24 |
| 1.6.1 Экономическая целесообразность | 24 |
| 1.6.2 Дезинфекция и санитарная обработка..... | 25 |
| 1.7 Свойства производственных материалов..... | 25 |
| 1.8 Проблемы проектирования..... | 37 |
| 2 Разработка авторской концепции..... | 38 |
| 2.1 Составляющие компоненты проектного решения | 39 |
| 2.1.1 Эстетика тренажера для реабилитации руки | 39 |
| 2.1.2 Фирменный стиль | 39 |
| 2.1.3 Материалы и технология производства | 39 |
| 2.1.4 Эргономика..... | 39 |
| 2.2 Этап эскизирования и выбор варианта дизайн-решения | 43 |
| 3 Разработка художественно-конструкторского решения..... | 48 |
| 3.1 Значение эргономики и эстетики реабилитационного тренажера для реабилитации кисти после инсульта для здоровья пациентов и медицинских работников..... | 48 |
| 3.2 Свойства материалов изготовления при проектировании реабилитационного тренажера..... | 49 |
| 3.3 Применение трубогибочного станка в изготовления революционного тренажера..... | 59 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.4 | Разработка и внесение корректировки в трёхмерную модель с учетом технологии производства..... | 60 |
| 3.5 | Создание 3D модели | 62 |
| 3.6 | Внесение корректировки в трехмерная модель..... | 63 |
| 3.7 | Основные конструктивные решения | 65 |
| 3.8 | Графическое оформление презентационной части проекта | 67 |
| 3.9 | Макетирование..... | 67 |
| 4 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 70 |
| 4.1 | Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 70 |
| 4.2 | Потенциальные потребители результатов исследования..... | 70 |
| 4.3 | Анализ конкурентных технических решений..... | 72 |
| 4.4 | Технология QuaD..... | 73 |
| 4.5 | SWOT-анализ | 74 |
| 4.6 | Планирование научно-исследовательских работ | 75 |
| 4.6.1 | Структура работ в рамках научного исследования..... | 75 |
| 4.7 | Определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения проектной работы..... | 76 |
| 4.7.1 | Разработка графика проведения научного исследования | 77 |
| 4.7.2 | Разработка графика проведения научного исследования | 78 |
| 4.8 | Разработка графика проведения научного исследования | 79 |
| 4.8.1 | Расчет материальных затрат | 79 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.9 | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..... | 83 |
| 5 | Социальная ответственность | 87 |
| 5.2.4. | Экологическая безопасность | 96 |
| 5.2.5. | Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 96 |
| 5.3. | Анализ возможного влияния материалов объекта исследования на окружающую среду..... | 97 |
| 5.4. | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..... | 99 |
| 5.5. | Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства | 100 |
| 5.6. | Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя | 100 |
| | Заключение | 102 |
| | Список использованных источников..... | 103 |
| | Приложение А | 110 |
| | Приложение Б..... | 111 |
| | Приложение В | 112 |
| | Приложение Г | 113 |
| | Приложение Д | 114 |
| | Приложение Е..... | 115 |
| | Приложение Ж | 117 |
| | Приложение Й | 119 |
| | Приложение К | 120 |

Введение

Медицинские реабилитационные центры - это специализированные заведения, в которых людям помогают справиться с различными физическими, психологическими, социальными и нравственно-духовными заболеваниями, также оказывают помощь, перенесшим инвалидизирующие болезни нервной системы, опорно-двигательного аппарата, органов чувств и так далее. Нельзя недооценивать важность создания таких учреждений, а также наполнение их качественным и безопасным медицинским оборудованием, для лечения и поддержания здоровья населения [1].

В реабилитационных центрах проводится комплекс медицинских, психологических, педагогических, профессиональных и юридических мер по восстановлению автономности, трудоспособности и здоровья лиц с ограниченными физическими и психическими возможностями в результате перенесённых (реабилитация) или врожденных (абилитация) заболеваний, а также в результате травм [1].

Реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти руки — это тренажер, который обладает особой конструкцией, основной целью которой является обеспечение разгибания кисти руки после инсульта, а также разработка движений в пястно-фланговых суставах и применение при парезах, параличах, после травмы нервов верхней конечности, после операции на сгибателях и разгибов кисти, предупреждает развитие контрактуры пальцев кисти различной этиологии. Такая конструкция медицинской тренажера облегчает процесс ухода за пациентом, при этом позволяет пациенту самостоятельно управление положением медицинской оборудования. Такой тренажер используются в медицинских учреждениях, реабилитационных центрах, а также в домашних условиях.

Цель данной выпускной квалификационной работы – разработка дизайн-проекта реабилитационного тренажера, соответствующей всем медицинским стандартам.

Комплекс задач, решаемых в дизайн-разработке, сводятся к следующим:

Научно-аналитические и концептуальные задачи:

- изучение особенности биомеханики человека с последующим учетом в проектировании изделия;
- поиск и анализ аналогов;
- синтез полученной информации;
- определение концепции;
- эскизирование и выбор наиболее удачного варианта.

Практические задачи:

- создать реабилитационный тренажер, сочетающий в себе эргономику, внешнюю эстетику, технологичность;
- трехмерное моделирование объекта;
- визуальная подача объектов моделирования.

Дополнительные и общие задачи:

- предложения по материалам изготовления объектов;
- проведение эргономического анализа;
- проведение экономического анализа дизайн-проекта;
- проведение анализа по социальной ответственности.

1 Анализ проблемы проектирования

Определение постановки проблемы дизайна реабилитационного тренажера стоит начинать с внедрения необходимых усовершенствований или нововведений. Учитывая область и рынок, на котором данная разработка будет востребована, есть возможность улучшить или дополнить те качества, которыми наделены уже существующие аналоги. В том случае если объект имеет качественно новые характеристики, дизайнер анализирует более широкий спектр проблем, включая социальные, эстетические, методические. Их решения специалист находит в процессе дизайн-проектирования, работая над конкретным объектом, а также при изучении истории развития объекта, существующих аналогов, определении методов и средств проектирования.

1.2 Справка об организации «Техномед»

Организация ООО «Техномед» работает с детьми и взрослыми людьми, которые остались с серьезными последствиями психических и двигательных нарушений после перенесенной болезни или тяжелой травмы. Их знания и опыт помогают восстановить утраченные двигательные навыки и адаптироваться к новым социальным условиям [2].

Для полноценного восстановления привычной двигательной активности, специалисты ООО «Техномед» работают по специальной методике, которая базируется не только на физической, но и на социально-бытовой реабилитации.

Процесс проходит несколько стадий:

- реабилитация на дому – начальный этап, цель которого состоит в том, чтобы укрепить ослабленный организм, сделать человека мобильным в пределах собственной квартиры, а также подготовить его к дальнейшим перевозкам в реабилитационный центр на занятия и обратно;
- реабилитация в функциональной квартире - индивидуальные и групповые тренировки в специально оборудованном помещении.

- Функциональная квартира – место, которое совмещает тренажерный зал, комнату для занятий гимнастикой и комнату отдыха. Помимо занятий физкультурой, здесь созданы необходимые условия для социализации пациента и наработки навыков самообслуживания;
- Социально-средовая реабилитация – адаптация человека к окружающей среде. Осуществляется путем прогулок на свежем воздухе, посещения общественных мест, знакомства с новыми территориями. На этом этапе происходит социализация человека, его вхождение в общество, улучшаются бытовые навыки и социальные контакты;
- Занятия в группах здоровья – закрепляющий этап, на котором для пациента подбирается физкультурно-оздоровительная программа по различным спортивным направлениям (фитнес, бодифлекс, тайбо, пилатес). Человек получает возможность заниматься параолимпийским спортом и даже участвовать в соревнованиях.

На каждом из приведенных этапов выполняются конкретные задачи и для реализации содержания этой работы сотрудники ООО «Техномед» проводят организацию всех реабилитационных мероприятий, в том числе и транспортировку, если у человека нет для этого возможностей. Иногородним и удаленным от центра пациентам, предоставляется съемное жилье или поддерживаемое проживание с персоналом по уходу.

1.3 Краткая история развития проектного объекта

Промышленный дизайн относят к такой области дизайнерского искусства, которая занимается художественным проектированием элементов предметного наполнения среды обитания человека. Промышленные дизайнеры стараются обусловить облик окружающих нас предметов бытового назначения и одновременно пытаются сделать их максимально функциональными. От удобства пользования, функциональности и внешнего

вида изделия в немалой степени зависит его успех на рынке производства, поэтому промышленный дизайн сегодня чрезвычайно востребован.

Целью данной работы является выявление решения, которое максимизирует критерий качества реабилитационного тренажера, при заданных условиях и ограничениях, которые продиктованы основной задачей данного объекта. В данном случае стоит рассмотреть аналогичные варианты проектирования тренажера и создать оборудование, способное улучшить физическое состояние. В основе деятельности здравоохранения заложены задачи по сохранению и повышению уровня здоровья, как отдельных граждан, так и населения в целом. По определению Всемирной Организации Здравоохранения, здоровье — это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Правильное и своевременное выполнение процессов восстановления является основным условием в успехе сохранения и поддержания здоровья на физическом уровне, во многом определяющим, в свою очередь, эмоциональное состояние людей [3].

Методы реабилитации являются средством решения следующих задач:

- Увеличение способности организма в целом, а также различных его структур, к выполнению своих физиологических функций;
- Устранение повреждающего воздействия патогенных факторов; разрыва причинно-следственных процессов в организме, приводящих к развитию или утяжелению заболевания;
- Ликвидация возникших в результате патологического процесса стойких морфологических изменений органов и тканей.

Задачи, связанные с ликвидацией последствий болезней для больного, заключаются в обеспечении наиболее полного восстановления в сложившейся ситуации. Правильно и грамотно проведенный

реабилитационный процесс призван восстановить физическую функцию пораженного участка.

1.4 Реабилитация после инсульта

Инсультом называют такое состояние, при котором мозговое кровообращение внезапно ухудшается. Перенести инсульт и после этого заниматься восстановлением здоровья – весьма трудная задача. Последствия инсульта могут быть самыми разными: потеря зрения, памяти или возможности двигаться [4].

Практически все разновидности инсульта нарушают двигательную функцию организма, поражая опорно-двигательную систему. После курса лечения предстоит долгий период реабилитации, в ходе которого врачи рекомендуют возвращать двигательную функцию мышцам во избежание их атрофии. Лучшую службу в этом плане могут сослужить тренажеры, использование которых начинается еще с больничной койки, во время лежачего положения больного. Занятия на тренажерах начинают только под наблюдением специалиста неврологического отделения. В период восстановления мышечной работы не допускают бесконтрольной работы органов кровообращения и дыхания. Чем раньше начинается реабилитация, тем больше надежды у больных на нормальное функционирование опорно-двигательного аппарата. Восстановление утраченного движения мышц начинается в больничной палате и продолжается в домашних условиях, когда пациент сам научится дозировать нагрузку на мышцы ног и рук с помощью тренажеров [6].

Тренажеры для реабилитации после инсульта используются для физического восстановления. Занятия на тренажерах после инсульта оказывают влияние:

- На сердечно-сосудистую систему: способны улучшить кровообращение;

- На мышечную систему: благодаря движениям мышцы не атрофируются и поддерживаются в тонусе.

1.5 Тренажеры для восстановления после инсульта

Каждый человек индивидуален и последствия инсульта могут проявиться по-разному, а именно зависимости от того, какие мышцы нужно укреплять, врач назначает различные комплексы упражнений для занятий на тренажерах. Так тренажеры для восстановления после инсульта отличаются по своему воздействию.

Выделяют 3 группы:

- Тренажеры для ходьбы.
- Велотренажеры.
- Прочие аксессуары (скакалки, тренажеры для рук).
- Тренажеры для ходьбы

Пользуются наибольшим спросом. Чаще всего после инсульта поражаются мышцы на ногах. Бывает, что страдает конечность лишь с одной стороны, но занятия проводить все равно необходимо. Нужно добиться синхронности в функционировании пораженной и здоровой конечностей.

Велотренажеры

Тренажеры наподобие велосипеда задействуют в работу и ноги, и спину, и руки. Упражнения осуществляются в сидячем положении. Это преимущество как нельзя для больных, у которых двигательная активность минимальна. Также велотренажеры оснащены автоматическим электрическим двигателем.

Прочие аксессуары

Специальные приборы, также позволяющие осуществлять восстановление. К ним относятся: скакалки, массажеры, тренажеры для рук после инсульта (эспандеры, для развития мелкой моторики рук).

1.5.1 Аналоги разрабатываемого тренажера

Тренажер для рук и ног после инсульта

Во время восстановительного периода нужно постараться:

- Вернуть двигательную функцию.
- Снять гипертонус мышц.
- Укрепить ослабленные мышечные ткани.
- Улучшить психологическое состояние.

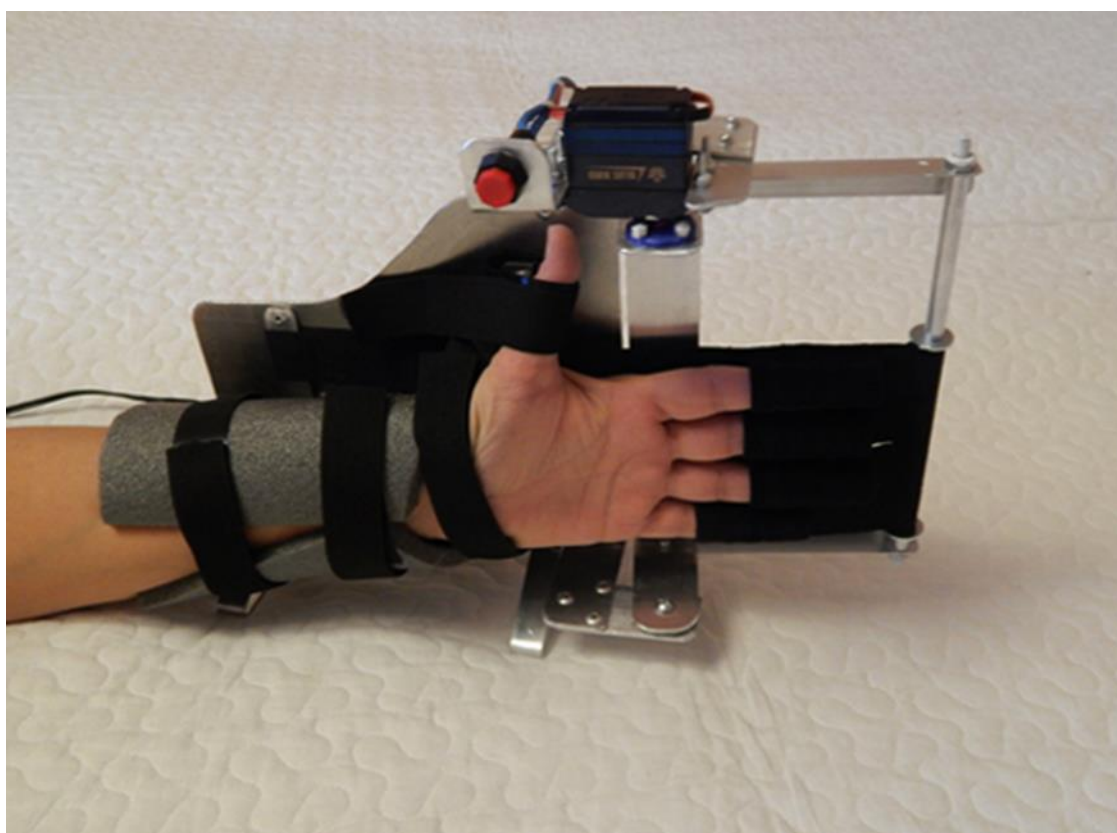


Рисунок 1. Тренажер «Бутон»

«Бутон» — это эффективный аппарат для разработки пальцев. Любой здоровый человек, совсем не придавая этому значения, постоянно двигает суставами, а человек перенесший инсульта лишен такой возможности. Его пальцы становятся как деревянные, а суставы теряют гибкость. Если время еще не упущено и в руке еще не наступили необратимые изменения, то «Бутон» поможет механически разрабатывать суставы и пальцы, подавая нужные импульсы в мозг [5].

Прибор в работе подстраивается индивидуально под возможности каждого пациента. При работе «Бутона» стимулируются нервные окончания и это может привести к тому, что возвратится чувствительности руки и полностью восстановится ее работоспособность.



Рисунок 2. Тренажер «Бутон»

Тренажер пневматический для разработки кисти спроектирован из крепких и безопасных для здоровья людей материалов (Рис.3). Сгибание и разгибание кисти рук совершается под воздействием сжатого воздуха. Данный тренажер простой в применении, так же может подвергаться дезинфекции и стирке [6].



Рисунок 3. Тренажер пневматический

Проведя сравнение аналогов, можно сделать вывод, что тренажеры имеют довольно хорошие функциональные характеристики, но корпусу тренажера требуется эстетическая форма.

Помимо всевозможных упражнений для кисти рук в обязательном порядке следует работать над мелкой моторикой пальцев. Ведь именно работа с пальцами стимулирует работу мозга. Например, при параличе кисти невозможно выполнять элементарные вещи: включить/выключить свет, зашнуровать обувь, закрыть дверь, закрутить гайку. Для этого разработаны специальные стенды и предметы для имитации таких действий.

В домашних условиях можно, к примеру, больной рукой переключать пуговицы, постоянно пробовать ухватиться парализованной рукой за различные предметы. Тоже было бы хорошо прокручивать пальцами предметы. Также эффективно разминать пальцы, как, впрочем, и всю кисть поможет кубик Рубика. Положительная динамика заметна и от постоянного сжимания каких-либо предметов в руке. Для этой цели хорошо подойдут резиновые мячики или эспандер. Нельзя допускать, чтобы рука после инсульта была постоянно сжата в кулак.

Конечно, благоприятный прогноз зависит от числа погибших клеток. Но инсульт – это не приговор, а диагноз. И если во время восстановительного периода с умом использовать различные тренажеры для рук и ног, то можно добиться удивительных результатов.

Все эти тренажеры имеют одну функцию разогнуть кистевой сустав.

1.6 Система критериев для разработки реабилитационного тренажера руки кисти

Для того чтобы разработать решение, которое бы в полной мере соответствовало своему прямому назначению, а также решало ряд дополнительных задач, необходим анализ и постановка проблематики. Функциональный реабилитационный тренажер должен выполнять все поставленные функции. При этом, решая одну задачу, стоит учитывать всю ситуацию комплексно, не создавая новых проблем.

1.6.1 Экономическая целесообразность

В настоящее время проблема материально-технического оснащения медицинских организаций современным оборудованием и его эффективного использования для обеспечения качественной, безопасной медицинской помощи является одним из актуальных вопросов для организаций здравоохранения всех уровней. Учитывая высокую стоимость медицинского оборудования, возникает необходимость экономического анализа его использования. Определяющим фактором является соответствие реабилитационного центра установленным медицинским стандартам, с целью обеспечения безопасного восстановления пациента.

Опираясь на высказывания специалистов об эффективности финансирования здравоохранения в России, следует отметить, что при проектировании нового решения стоит обратить внимание на вопрос об экономичности реабилитационного тренажера. Одним из необходимых условий выхода нового продукта на рынок является его конкурентоспособная стоимость. Необходимо рассмотреть возможность снижения стоимости

медицинского реабилитационного тренажера, без снижения качества и безопасности, если это возможно.

1.6.2 Дезинфекция и санитарная обработка

Задачей дезинфекции является предупреждение или ликвидация накопления, размножения и распространения возбудителей заболеваний. Для проведения качественной дезинфекции оборудования медицинскому персоналу необходим прямой доступ к объекту дезинфекции.

1.7 Свойства производственных материалов

Применение того или иного материала, срок службы, поведение при транспортировании и хранении зависят от его основных свойств. Основные свойства материалов и изделий — это объективные особенности, присущие им от природы и проявляющиеся при эксплуатации. Они делятся на химические, физические и биологические. Иногда свойства материалов зависят от того, какую из сторон материала они характеризуют. При этом они делятся на функциональные, эстетические, эргономические и гигиенические. Свойства, характеризующие поведение материала при его обработке, называются технологическими [7].

Древесина

Физическими называются свойства, наблюдаемые без изменения химического состава и целостности древесины. Остановимся на следующих физических свойствах:

- Внешний вид;
- Влажность;
- Плотность;
- Твёрдость.

Основные характеристики материала:

- Хорошая обрабатываемость режущими инструментами;
- Возможность склеивания;
- Отличные звукоизоляционные свойства;
- Имеет предрасположенность к изгибу;

- Свойство "предупреждать" при сильных нагрузках о своем возможном разрушении;
- Изменение размеров и формы в результате усушки, разбухания;
- Из-за неравномерного удаления влаги возникают напряжения, которые приводят к растрескиванию материала;
- Загнивание, возгорание.

Пластмасса

Основные характеристики материала:

- Высокая механическая прочность, которая может быть увеличена армированием;
- Высокие электроизоляционные свойства;
- Высокая химическая стойкость в агрессивных средах вплоть до щелочей и концентрированных кислот;
- Прозрачность, бесцветность, лучепреломляемость;
- Легкая окрашиваемость;
- Высокая пластичность, что позволяет получать многие пластмассы в виде тончайших пленок или нитей;
- Сравнительно низкий предел теплостойкости;
- Плохая теплопроводность;
- Малая твердость, боязнь надрезов;
- Ползучесть, возрастающая с повышением температуры;
- Относительно быстрое старение – постепенное разрушение и ухудшение качественных показателей.

Поликарбонат

Основные характеристики:

- Огнестойкость;
- Стойкость к ударам;

- Обладает теплоизоляционными свойствами – за счет замкнутых ячеек, наполненных худшим в мире проводником тепла – воздухом;
- Возможность выбора цвета;
- Материал не боится влаги, высоких и низких температур, не подвержен коррозии, легок и прекрасно гнется;
- Недостаточная абразивная стойкость (он боится царапин);
- Разрушение под воздействием ультрафиолета;
- Под действием высоких и низких температур материал, соответственно, расширяется и сужается.

Резина

Свойства:

- Высокая эластичность;
- Сравнительно мягкий, практически несжимаемый материал;
- Срок службы данного материала определяется в зависимости от условий использования от нескольких дней до десятков лет.

Алюминий

Свойства:

- Не содержит примесей тяжелых металлов;
- Легкий, обладает устойчивостью к воздействию окружающей среды;
- Устойчивый к коррозии, вызываемой дождями, снегом, жарой и смогом;
- Непосредственный или косвенный контакт алюминия с другими металлами, например, при попадании дождевой воды, может вызвать протекание электролитических реакций, что приводит к сильной электрокоррозии алюминия, вплоть до его разрушения;
- Малая прочность, поэтому для сплавляют с небольшим количеством меди и магния (называется дюралюминий).

Рассмотрев свойства материалов и их нормы безопасности можно приступать к реализации проекта.

Сталь

Наиболее важными свойствами стали являются ее хорошая формуемость – способность к обработке давлением – и прочность, высокие пределы прочности и текучести, а также хорошая теплопроводность. К этим выдающимся свойствам нержавеющие стали добавляют высокое сопротивление коррозии [8].

При выборе материала для конкретного изделия инженеры должны быть уверены, что он способен выдерживать эксплуатационные нагрузки на это изделие – механические и климатические. Понимание и контроль свойств материала является, поэтому, очень важным. Механические свойства стали могут легко контролироваться путем выбора соответствующего химического состава, технологии изготовления и термической обработки, которые обеспечивают окончательную микроструктуру стали. Различное легирование и виды термической обработки, которые применяются при производстве стали, обеспечивают ей различные уровни прочности и других свойств. Это дает возможность добиваться удовлетворения требований соответствующих стандартов [8].

Механические свойства стали

Для описания и контроля свойств стали применяют различные системы их измерения. Например, предел прочности, предел текучести и пластичность определяют путем испытания образцов стали на растяжение. Вязкие свойства стали измеряют при ударных испытаниях специальных образцов стали. Твердость стали определяют через измерение сопротивления проникновения через ее поверхность твердого объекта, например, с алмазным наконечником.

Испытания на растяжение – это метод оценки конструкционных способности стали сопротивляться прилагаемым нагрузкам. Результат этих

испытаний выражается в получении соотношения между напряжением и деформацией в образце в ходе испытания [9].

Физические свойства стали

Отношение между напряжением и деформацией в упругой области растяжения является мерой упругости материала. Это отношение называют модулем упругости или модулем Юнга. Высокое значение модуля Юнга является одним из самых важных свойств сталей. Обычно его значение составляет 190-210 ГПа или $(19-21) \times 10^6$ кг/см², что примерно в три раза больше, чем у алюминия. К основным физическим свойствам стали относятся такие свойства материалов, как плотность, теплопроводность, модуль упругости, коэффициент Пуассона [10].

Типичными физическими свойствами сталей являются:

- плотность: $\rho = 7,7-8,1$ кг/дм³;
- модуль упругости: $E = 190-210$ ГПа;
- коэффициент Пуассона: $\nu = 0,27-0,30$;
- теплопроводность: $k = 11,2-48,3$ Вт/мК;
- тепловое расширение: $\alpha = 9-27 \times 10^{-6}$ 1/К.

Поролон

Поролон – обиходное название пенополиуретана. Область применения этого материала, без преувеличения, охватывает все сферы деятельности человека [11].

Мягкую ячеистую синтетическую пену с превосходными изоляционными свойствами, высокими показателями эластичности и воздухопроницаемости, используют:

В мебельном производстве поролон незаменим при изготовлении мягкой мебели от эконом класса, до особо комфортных моделей. Кресла, диваны, стулья, матрасы – изготовление этих предметов интерьера невозможно без этого универсального материала.

В строительстве утеплительные, уплотнительные изоляционные материалы. Стоит отметить использование поролоновых изделий при

отделке помещений для поглощения звуков. Установка акустических ловушек и звукопоглощающих матов значительно снижает уровень внешнего и внутреннего шума в помещении. В производстве спортивных товаров, маты различной твердости и толщины, использование обрезков поролона для наполнения прыжковых и страховочных ям.

- текстильная, обувная промышленность;
- автомобильное производство;
- изготовление игрушек;
- медицина;
- производство бытовой техники.

Пенополиуретан повсеместно используют в качестве защитного, упаковочного материала. Появление новых материалов с похожими характеристиками не снижает его популярность, а новейшие разработки существенно улучшают его основные характеристики.

Производство поролона

Пенополиуретан на 90% состоит из воздуха, процесс его производства состоит в смешивании определенных компонентов, химическая реакция между которыми приводит к вспениванию и отвердеванию материала.

Химическое производство требует внимания и строгого соблюдения технологий. Перед смешиванием составляющие для изготовления ППУ подвергают проверке по качественным и количественным показателям. В машине для вспенивания компоненты перемешивают, процесс образования, и созревания пены происходит без непосредственного участия оператора. Пенополиуретановую массу заливают в формы, в случае непрерывного производства, выкладывают на ленту транспортера, где завершается химическая реакция. Время полного застывания составляет порядка 3-х суток. Процесс резки поролона осуществляют на специальных станках. Форма нарезания: от простых разноразмерных кубов, до сложных фигур и профилей. Безотходность поролонового производства обеспечивают установки мелкой нарезки (дробления) отходов.

Основные параметры ППУ:

- Плотность. Важный показатель, во многом определяющий остальные характеристики готового продукта: жесткость, износостойчивость, способность восстанавливать первоначальную форму. Указывает количество материала (кг), которое содержится в одном кубическом метре.
- Жесткость (напряжение сжатия). Это величина усилия, необходимого для сжатия поролона на 40%, измеряют в кПа.
- Остаточная деформация. Характеризует способность изделия сохранять форму, размер. Сжатый на 50% образец выдерживают при установленных влажности, температуре и измеряют отклонение от первоначальной формы после прекращения внешнего воздействия. Повышение плотности снижает величину остаточной деформации.

Вышеперечисленные показатели, наряду с эластичностью, прочностью, коэффициентами опоры, комфорта определяют типы и марки пенополиуретана.

Марки ППУ

Пенополиуретан маркируют рядом латинских букв и цифр, буквы обозначают тип материала, цифры – показатели плотности (кг/м^3) и жесткости (кПа).

- «ST» – стандартный. Базовая марка, единственная, которую производят на основе одного базисного полиола. Показатель плотности материала определяет его жесткость.
- «HL» — жесткий, «EL» — повышенной жесткости. Обладает высокой несущей способностью, его структура позволяет выдерживать более высокие нагрузки, чем стандартные марки.
- «HS» — мягкий и ультрамягкий. Марка определяет самый пластичный из всех видов ППУ. Поверхностная мягкость

обеспечивает наибольшее удобство изделиям, изготовленным на его основе.

- HR» — высокоэластичный. Сочетает низкую начальную жесткость и высокое значение несущей способности, что делает его особо комфортным.
- «LR» — мягкий, вязкоэластичный. Характеризуется повышенной вязкостью, эффектом «памяти». Способен распределять нагрузку по всей плоскости. Его еще называют термопластичный.
- «RTC» — ретикулированный пенополиуретан. Специальная обработка разрушает тонкую мембрану, в результате закрытые ячейки преобразуются в открытые, пористость материала значительно возрастает.

Поролон вторичного вспенивания. Это случай, когда переработанные отходы преобразуются в новый вид, отличающийся высокими качественными показателями. Его характеризуют высокая плотность, отличная изоляционная способность, открытые поры и полости между крупными вкраплениями поглощают звуковые волны почти без остатка.

Форма выпуска ППУ

Рынок предлагает большое разнообразие форм, видов, марок пенополиуретана:

- Листовой поролон прямоугольной формы, толщиной от 5 до 1000 мм изготовители поставляют в стандартной нарезке, или согласно индивидуальных требований заказчика.
- Рулонный поролон. Бобины различной ширины удобны в применении, толщина материала до 30 мм. Помимо обычного, производители предлагают рулонный поролон, выполненный на подложке из ткани, синтетических материалов.
- Блочный. Этот вид поролона отличает жесткая непористая поверхность (до обработки). Помимо кубических, данный вид поролона заливают в формы различной конфигурации. После

остывания, корку удаляют, материал приобретает однородную структуру.

- Акустический. Поставляют в виде отдельных панелей двух типов: с рельефом и без рельефа. Панели имеют различную форму, расцветку, размеры. Помимо собственных свойств, значительное повышение коэффициента звукопоглощения обеспечивает фигурность поверхности.

Резка ППУ

Мягкий, эластичный материал с мелкими ячейками, поролон вызывает определенные затруднения при необходимости придать ему заданную форму. В промышленности, до недавнего времени, использовали отрезные прессы. Создание фигурной матрицы, необходимое при данном виде обработки, влияло на увеличение себестоимости конечного продукта.

В настоящее время большое распространение получили лазерные станки с ЧПУ. Новые устройства значительно расширяют применение пенополиуретана за счет возможности нарезки изделий сложной конфигурации без существенного увеличения трудоемкости. Лазерная резка производится бесшумно, быстро, твердые отходы в процессе нарезания не образуются.

Транспортировка

Пенополиуретан обладает высокой впитываемостью, он хорошо поглощает жидкости, пылевые, грязевые микрочастицы. Упаковка ППУ должна обеспечивать его качество при хранении и перевозке. Высокая пористость позволяет значительно уменьшать объем материала при транспортировке. Однако следует обратить внимание, что после распаковывания, поролон частично утрачивает заявленные свойства. Для сохранения своих характеристик, ППУ при упаковывании лучше не подвергать значительным сжатиям

Ткань

Свойства тканей

Все ткани различаются по свойствам, которые зависят от качества и характерных особенностей исходного сырья. Ниже представлены характеристики наиболее распространенных и часто используемых в швейном деле тканей [12].

Хлопчатобумажные ткани - это материал для изготовления одежды и аксессуаров домашнего обихода. Известность их определена высоким качеством и особыми свойствами, к числу которых можно отнести гигроскопичность, прочность и высокую степень гигиеничности [13].

Изделия хлопчатобумажных тканей отличаются привлекательным внешним видом. К тому же их легко стирать и гладить. Хлопчатобумажные ткани выпускают как с использованием чистого сырья (хлопка), так и с добавками (натуральным и искусственным волокном).

Льняные ткани, как и хлопчатобумажные, льняные ткани относятся к группе плательно-бельевых. В сравнении с первыми они несколько грубее по фактуре, однако не уступают им в гигиеничности, износостойкости и прочности, легко стираются. Известно, что ткани, изготовленные из чистого льна, сильно мнутся и их довольно трудно гладить. Добавление в процессе производства к исходному сырью искусственного или синтетического волокна позволяет придать льняным тканям значительные большие упругость и несминаемость. Для тканей, изготовленных из высококачественных сортов льна, характерны шелковистость, блеск, пластичность и упругость [14].

Ткани из натурального шелкового волокна имеют очень привлекательный внешний вид. Главные характеристики – гигиеничность, износостойкость и прочность. Шелк отличается характерным блеском, степень которого зависит от способа переплетения и вида крутки нитей основы и утка. Шелковое полотно легкое и нежное по фактуре. Оно пластично, что позволяет драпировать его при шитье одежды, его легко стирать и гладить. Шелковые ткани креповой группы устойчивы к сминанию [15].

Исходным сырьем для производства шерстяных тканей являются шерсть и пух животных. Ткани из шерсти характеризуются прочностью, гигиеничностью. Кроме того, они хорошо сохраняют тепло. В зависимости от толщины нитей шерстяные ткани бывают тонкими (креповые) и толстыми (драп, твид). Тонкое шерстяное полотно отличается легким шелковистым блеском [16].

Ткани из шерсти пластичны, мягки, прочны. Добавление в сырье волокон других видов позволяет сделать их более упругими, устойчивыми к свойлачиваемости (образованию катышков) и сминанию.

Вискозные ткани, по химическому составу вискозные ткани сходны с льняными и хлопчатобумажными. Равно как и последние, они отличаются гигиеничностью и имеют привлекательный внешний вид. Кроме того, их легко стирать. Особенно популярен в швейном производстве вискозный штапель, основными характеристиками которого являются легкий шелковистый или матовый блеск, мягкость, пластичность, текучесть, благодаря которым его можно драпировать [17].

Главным недостатком вискозного полотна является сравнительно низкая прочность (особенно при увлажнении). К тому же после стирки оно дает значительную усадку и легко сминается. Указанные выше негативные свойства вискозных тканей в процессе их производства уменьшают путем добавления в исходное сырье синтетического и иных видов волокна.

Ацетатные ткани - эти ткани относятся к группе искусственных, различаются по внешнему виду и фактуре. В большинстве случаев ацетатное полотно своей блестящей и гладкой поверхностью напоминает шелковое. Ацетатные ткани имеют ряд существенных недостатков, среди которых следует указать легкую сминаемость, невысокую гигиеничность, сравнительно низкую прочность. Глажению такое полотно подвергается лишь во влажном состоянии [18].

Полиамидные ткани. Главными свойствами полиамидных тканей являются привлекательный внешний вид, прочность, устойчивость к

сминанию, низкая гигроскопичность. Такие ткани отличаются шелковистой поверхностью. К главным преимуществам полиамидного полотна относятся высокие грязе- и водоотталкивающие свойства. Среди недостатков следует упомянуть снижение прочности и уменьшение яркости цвета при длительном воздействии солнечных лучей, а также быстрое впитывание жира [19].

Смесовыми называют ткани, при производстве которых было использовано волокно нескольких видов. Большинство таких тканей характеризуется повышенной устойчивостью к сминанию, гигиеничностью и прочностью. Как правило, их легко стирать и гладить [20].

Трикотажным называют полотно, изготовленное из одной или нескольких нитей. Его производят с использованием специальных вязальных машин. При пошиве и эксплуатации изделий из трикотажа учитывайте его основные свойства. Главной характеристикой трикотажного полотна является значительная в сравнении с другими тканями растяжимость. При этом растянуть его можно в разных направлениях. Одним из достоинств трикотажа является низкая сыпучесть. Благодаря этому края выкроенных деталей можно не обрабатывать, оставляя срезы открытыми. Однако к повреждению полотна может привести прорубание нитей, что впоследствии приводит к распусканию петель [21].

Нетканое полотно. Нетканые материалы – синтепон, флизелин, прокламелин, используют для укрепления основных деталей кроя [22].

Флизелин – современный материал, широко применяемый в швейном производстве для выполнения прокладочных деталей. На сегодняшний день этот материал заменил такие прокладочные ткани, как коленкор, бортовка и бязь. Прокладками, выкроенными из него, чаще всего укрепляют пояса, воротники и манжеты [23].

Свойствами флизелина являются устойчивость к сминанию, способность удерживать форму. Кроме того, он не линяет и не растягивается. Дополнительно о прокладочных материалах можно посмотреть в статье - Как правильно выбрать и использовать прокладочный материал в изделиях.

Синтепон, некогда заменивший такой популярный подкладочный материал, как ватин, изготавливают из синтетического волокна. Главными характеристиками синтепона являются упругость, способность сохранять тепло и удерживать форму. Помимо этого, он негигроскопичен, вследствие чего не промокает, также легко стирается и сушится [24].

1.8 Проблемы проектирования

Для дальнейшей работы были выбраны проблемы, которые являются наиболее важными и которые необходимо решить при проектировании реабилитационного тренажера:

- повышение качества обслуживания пациентов в реабилитационных центрах;
- сервисное обслуживание и замена отдельных запчастей реабилитационного тренажера кисти руки;
- безопасность пациентов;
- востребованность на российском рынке.

2 Разработка авторской концепции

Тренажер для реабилитации руки должен, в первую очередь, обеспечивать безопасное положение человека в период восстановления. При этом главной задачей такого тренажера является скорейшее и качественное восстановления физического, а так же эмоционального состояния пациента. Именно поэтому необходимо создание формы, не вызывающей негативной эмоциональной реакции, а наоборот, способствующей скорейшему восстановлению. В формообразовании учитываются не только основная задача и характер функционирования объекта, но и связь с человеком. Этот фактор также зависит от функции предмета, но главное в нем — обеспечение через соответствующую форму удобства и безопасности пользования изделием, т.е. учет эргономических требований к предмету. Необходимо учесть, в какой зоне и как будут расположены элементы механизма, поэтому нужно досконально изучать вопросы, связанные и с антропометрией, в частности рук, с визуальным восприятием, так как все это оказывает большое влияние на формообразование. Разработка концепции была начата с этапа эскизирования. Эскиз-идея — это фаза, на которой сочетаются исследовательский и собственно творческий процесс; на основе критической оценки собственных предложений. Завершение эскиза происходит путем разработки серии вариантов, из которых каждый последующий является модификацией предыдущего. Основной идеей для разработки данного концепта послужило создание корпуса тренажера для реабилитации руки после инсульта. Данная модификация позволит сделать объект более удобным в использовании, а также предоставлять возможность комфортной работы специалистов. Дизайн-концепция была сформирована на основе выбранных эскизных вариантах и рассмотренных аналогах реабилитационного тренажера руки кисти. Данный этап является одним из основных этапов определения ключевой идеи дизайн-проекта, который впоследствии переходит в стадийные и поэтапно проектируемые практические разработки.

Основной задачей дизайн-концепции является определение формальных качеств промышленного изделия. Главным здесь являются структурные взаимосвязи функционала объекта, которые формируют проектируемый продукт как единое целое. На данном этапе необходимо учитывать все важные функциональные особенности тренажера, для формирования полноценного объекта.

2.1 Составляющие компоненты проектного решения

В любом проектируемом объекте необходимо учитывать все компоненты, формирующие единый образ.

2.1.1 Эстетика тренажера для реабилитации руки

Пропорции линий, форма, а также цветовое решение объекта – все это должно соответствовать медицинским стандартам и общему облику реабилитационных центров. Тренажер для реабилитации должен быть эстетически приятным, не вызывать негативных реакций.

2.1.2 Фирменный стиль

Дизайн должен решать поставленные задачи, соответствовать общей философии и политике компании, в которой будет размещаться проектируемый объект (в данном случае, интерьеру медицинских учреждений). Необходимо предусмотреть несколько основных цветовых вариаций реабилитационного тренажера.

2.1.3 Материалы и технология производства

Материалы, отобранные для производства всех частей механизмов и корпуса должны соответствовать требованиями к объекту, учитывать всевозможные функциональные и технологические особенности реабилитационного тренажера. Также грамотный подбор материалов позволит снизить или увеличить стоимость тренажера, в зависимости от поставленных задач.

2.1.4 Эргономика

Эргономика - это наука, изучающая процессы труда с целью повышения эффективности трудовой деятельности человека без вреда для

здоровья [25]. Медицинская эргономика является одним из подразделов эргономики и изучает особенности трудовых процессов в медицине. Целью данной отрасли как науки является повышение эффективности труда медицинских работников и сохранение их здоровья.

Промышленная антропометрия является составной частью антропологии, изучает с определенных позиций взаимосвязи в системе «человек — машина — рабочее место», влияние размеров человеческого тела, отдельных индивидов и определенных групп населения эффективность труда и помогает проектировщикам в использовании данных, касающихся размеров человеческого тела. Антропометрия систематизирует размеры человеческой фигуры определенной группы населения [26].

Антропометрические свойства характеризуют соответствие размеров и формы изделия размеру и форме тела человека (рис.4-6). Конструкция изделия и его размеры (габариты) должны обеспечивать удобство пользования им и рациональное расходование энергии человека [27].

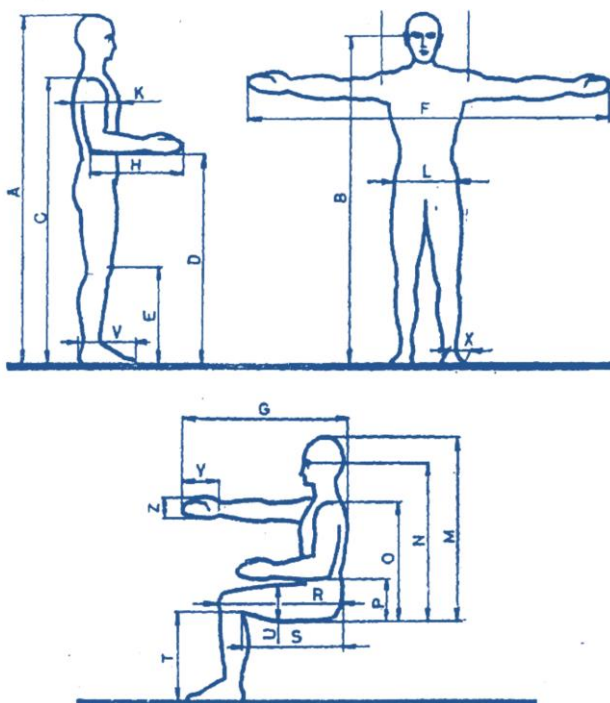


Рисунок 4. Основные размеры человеческого тела

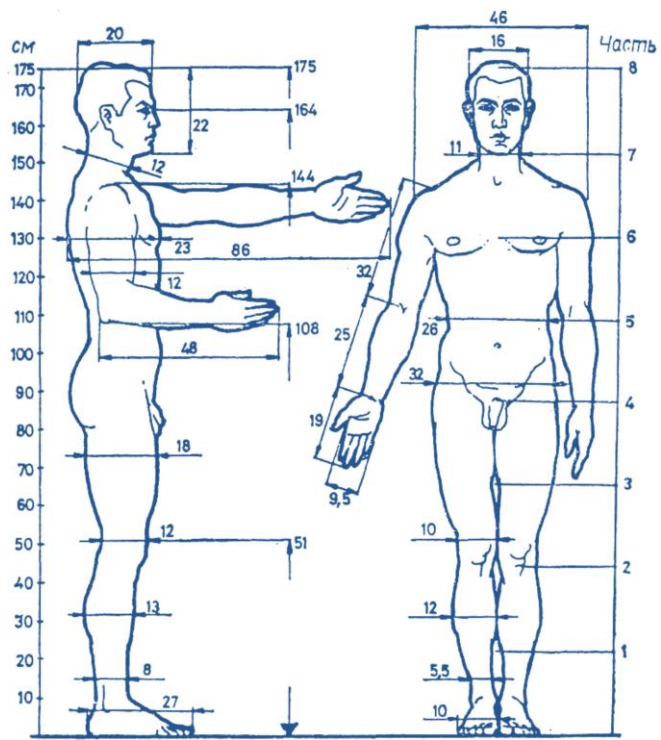


Рисунок 5. Средние размеры фигуры мужчины

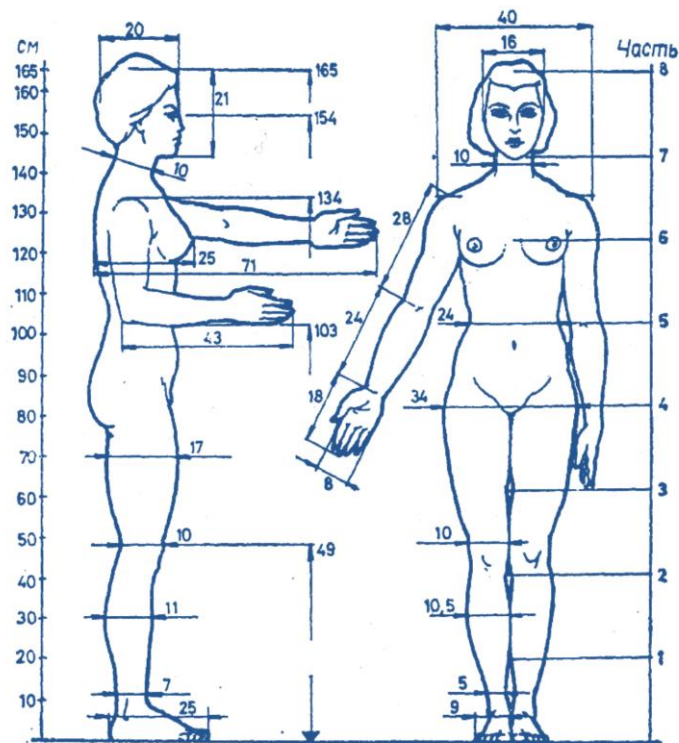


Рисунок 6. Средние размеры фигуры женщины.

Эргономика, используя основные антропометрические данные человеческого тела, способствует тому, чтобы размеры технического оборудования строго соответствовали антропометрическим параметрам, что создает условия для максимальной эффективности труда, повышения

качества, безопасности работы и снижения травматизма на производстве (рис.7-8).

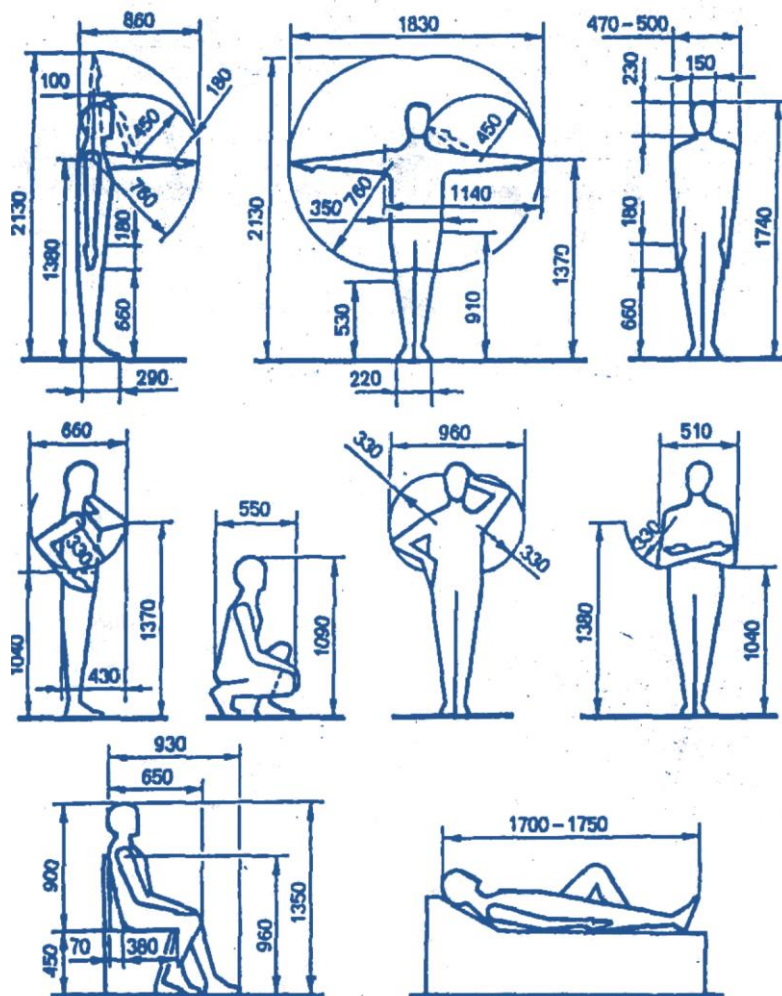
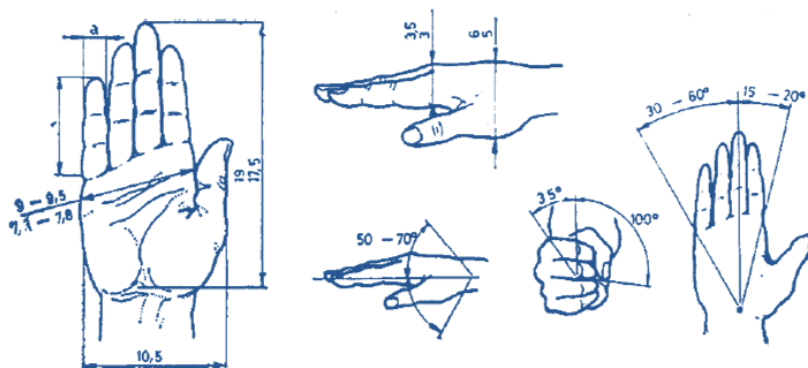


Рисунок 7. Основные размеры тела взрослого человека (усредненные значения)



| | <i>l- длина</i> | <i>a- толщина</i> |
|---------------|-----------------|-------------------|
| Большой палец | 73 | 2,4 |
| Средний палец | 9,6 | 2,1 |
| Мизинец | 7,4 | 1,8 |

Рисунок 8. Размеры (в см) и возможности движения кисти руки человека

2.2 Этап эскизирования и выбор варианта дизайн-решения

Эскизный проект должен быть разработан с целью установления базисных (схемных, конструктивных) решений объекта, которые дают общее представление о принципе работы и взаимодействии потребителя с изделием. Целесообразным будет сделать это до разработки технических составляющих проекта или рабочей документации. На данном этапе возможна оценка различных вариантов решений с учетом поставленных проблем. Создание эскиза является кропотливым творческим процессом, в течение которого происходит анализ и отсеивание неподходящих вариантов для дальнейшей работы. Выявляются все нюансы, совершенствуются детали и в итоге приводят к решению того, как будет выглядеть проект в завершённом варианте. При разработке проекта определяется перечень необходимых работ, в зависимости от характера изделия и его назначения. По завершению изучения аналогов и синтеза полученной информации определяются критерии к реабилитационному тренажеру нового образца [28].

В процессе работы над проектом были сделаны эскизы по разработке реабилитационного тренажёра. Концепция тренажера предполагает изменения в форме и разработке функций. Эскизы выполнялись вручную (рис.9 - 10) и в графических редакторах (рис.13-14).



Рисунок 9. Эскиз тренажер – образ скорпиона

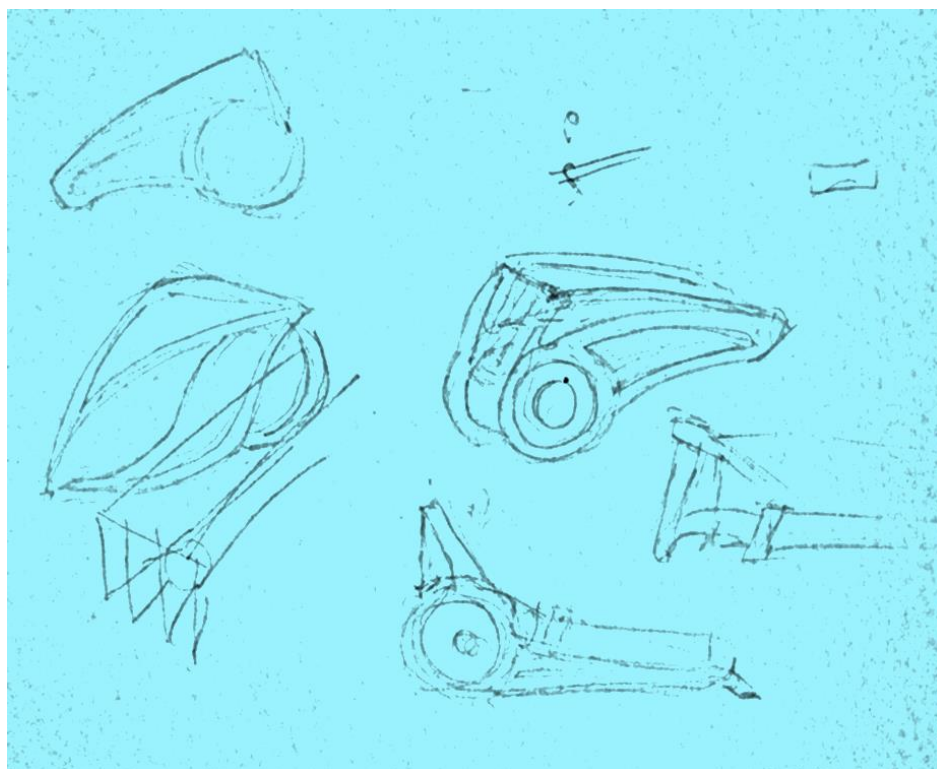


Рисунок 10. Эскиз тренажера – бионическая форма листа

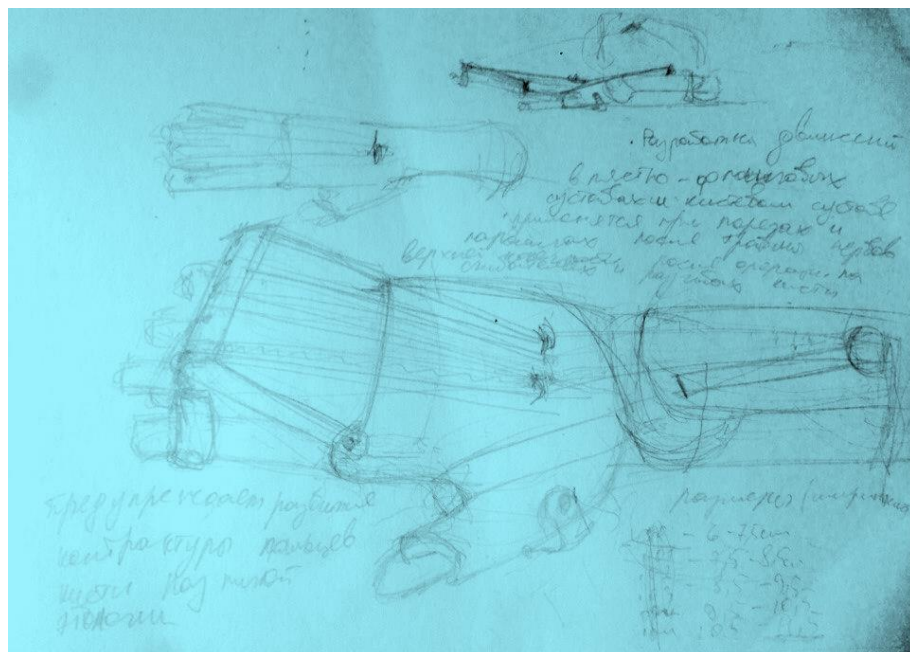


Рисунок 11. Эскиз тренажера

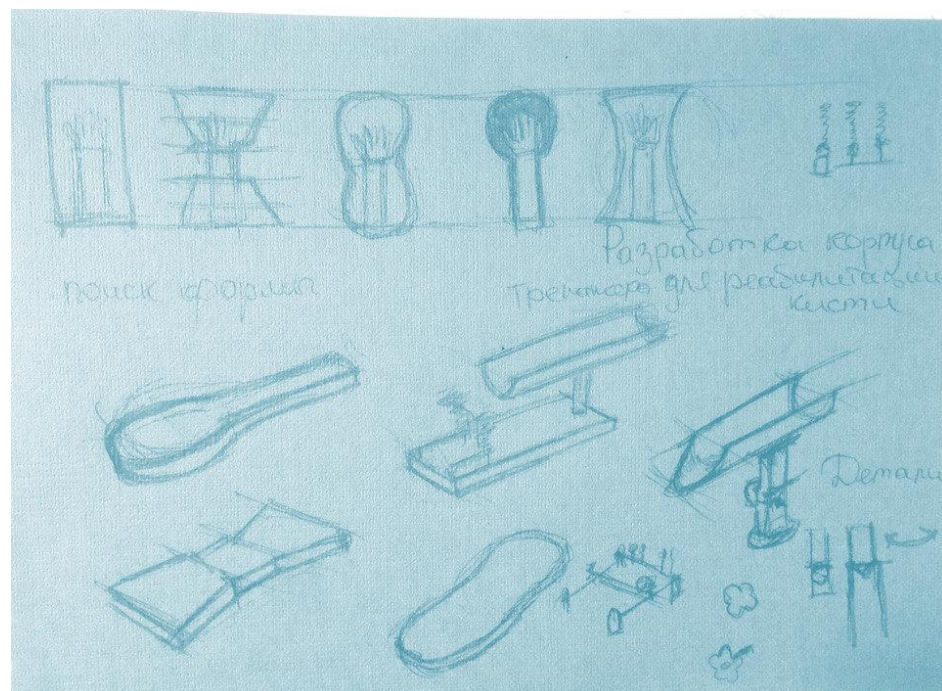


Рисунок 12. Эскиз тренажера. Этап проработки

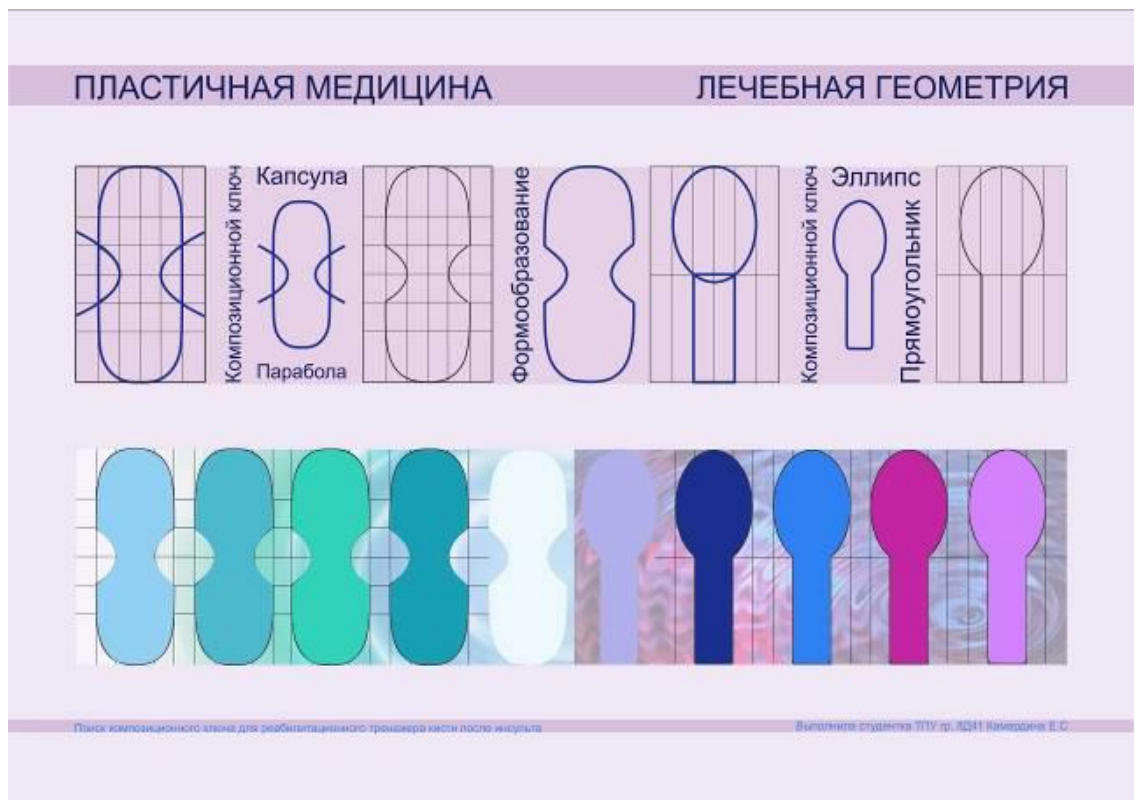


Рисунок 13. Этап проработки формы корпуса

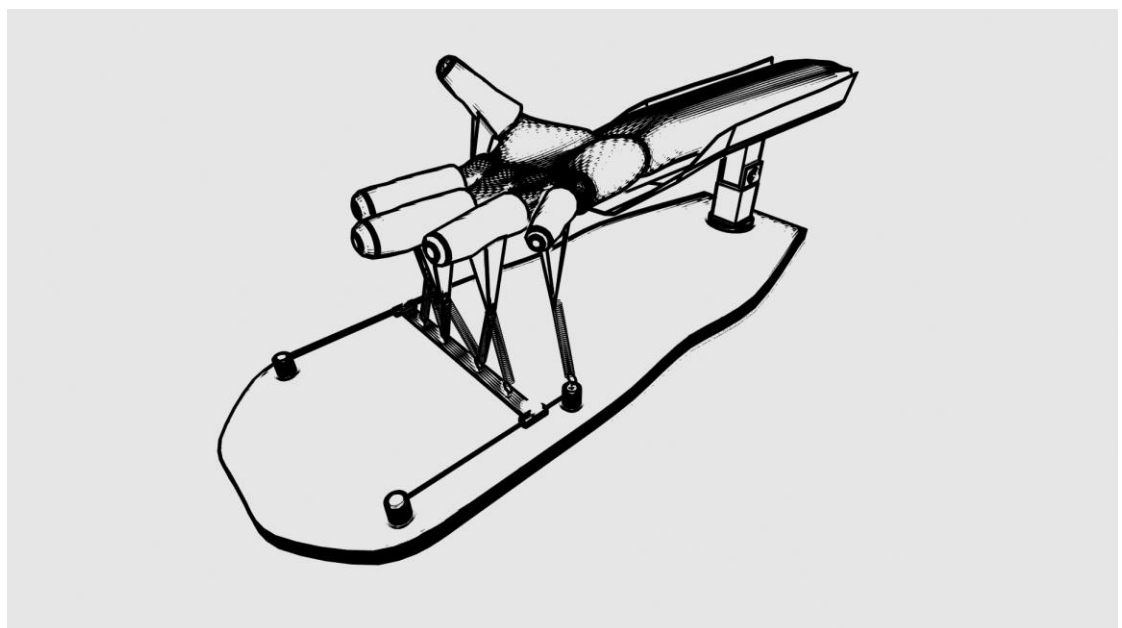


Рисунок 14. Эскиз тренажера.

Завершение эскиза происходит путем разработки серии вариантов, из которых каждый последующий является модификацией предыдущего. В процессе эскизирования новые идеи формируются путем оценки ситуации и состояния объекта, слабые решения отсеиваются, отдельные элементы исключаются, другие входят в новый эскиз, происходит постепенное

уточнение замысла, выбор финального варианта и окончание данного этапа.

На рисунке 9 предложен вариант эскиза, за образ был взят скорпион. За стилизацию был взят хвост и клешни скорпиона, они полностью повторяют пластику основания тренажера. Бионическая форма листа (рис.10) была взята за обоснование формы тренажера, благодаря такой текстуре получается оригинальная идея.

На этапе разработке был поиск идей, в ходе которого были сделаны эскизы. На рисунке 12 сделан анализ форм будущего тренажера в разных вариациях, а так же продуманы все соединяющие элементы и функции. Первая форма имеет прямоугольное основание, вторая форма напоминает форму кристалла, пятая форма похожа на график гиперболы – все эти варианты не подходят с точки зрения эргономики, так как они имеют острые края. Четвертая форма образуется из таких форм, как эллипс и прямоугольник, такой вариант не совсем удачный, так как здесь присутствуют острые края. Третья форма образует форму волны, имеет скругленные края. На рисунке 13 представлена поиск третья и четвертой формы, проанализировав все формы, была выбран образ волны, на основании анализа был сделан эскиз будущего тренажера (рис.14).

3 Разработка художественно-конструкторского решения

Художественно-конструкторское решение объекта, заявляемого в качестве промышленного образца, должно быть пригодным для реализации его промышленным способом при экономически целесообразных затратах.

3.1 Значение эргономики и эстетики реабилитационного тренажера для реабилитации кисти после инсульта для здоровья пациентов и медицинских работников

Исследование системы «человек–машина–производственная среда» позволяет создать здоровые и безопасные условия труда и при этом обеспечить гармоничное развитие личности человека. Производственная эстетика оказывает эмоциональное воздействие на человека, находящегося в этой среде [29]. Одним из основных направлений производственной эстетики является использование психологии цветовосприятия как фактора, формирующего эстетическое отношение к труду. Такое отношение достигается посредством грамотного подбора цвета для оборудования.

Реабилитационный тренажер должен быть понятен в применении для медицинских сотрудников и пациентов. Каждый отдельный элемент выполняет свою функцию, в системе все детали образуют цельный уникальный объект, выполняющий комплекс функций. Наружные элементы должны иметь плавный контур; острые углы, большие впадины и выступы должны отсутствовать, с целью обеспечения безопасной эксплуатации объекта.

Конструкционный анализ – это выполнение габаритно-компоновочных чертежей, с целью использования их для последующего производства объекта [30]. Эти чертежи были представлены как дополнительный материал для наглядной визуализации и конструкции объекта. Они были составлены в соответствии с техническими нормами и правилами и предназначены для использования на производстве. Габаритные чертежи реабилитационного тренажера представлены в приложение А.

Концепт тренажера был разработан с учетом эргономических параметров руки человек.

3.2 Свойства материалов изготовления при проектировании реабилитационного тренажера

Критерии принципов подбора материалов при проектировании реабилитационного тренажера кисти руки [31]:

- эксплуатационный – этот принцип трактуется характеристиками, определяющими работоспособность инструментов, приборов, а так же силовые и стойкостные свойства материала, которые влияют на качество изготовленных из него продукции;
- технологический – этот принцип учитывает параметры, воздействующие на степень пригодности материала для изготовления изделий, такого качества, при котором будут минимальные затраты;
- экономический – этот принцип основывается экономичности применения материала.

Все выше перечисленные определяют экономическую использования материала и техническую целесообразность.

Рассмотрим трехмерная модель тренажера для реабилитации кисти руки, для последующего анализа материалов (рис.15).

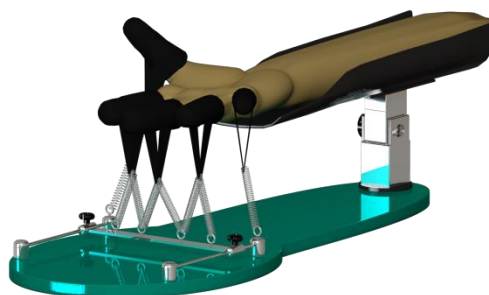


Рисунок 15. Тренажера для реабилитации кисти руки.

Детали проектируемого реабилитационного тренажера:

- основание – подставка. Предполагаемые материалы: древесина бука с покрытием на основе восков, нержавеющая сталь;

- подставки для предплечья, регулируемой по высоте. Предполагаемые материалы: нержавеющая сталь, поролонное покрытие для руки;
- основание для поддержки подставки для предплечья. Материал: нержавеющая сталь;
- ручка барашек фиксатор для стойки и пружин. Предполагаемые материалы: термопласт, резьбовая втулка из стали;
- системы напальчников для пальцев рук. Предполагаемые материалы: натуральная кожа, спец. ткань;
- пружины, прикреплённые к напальчникам для натяжения. Материалы: сталь, алюминий;
- крепление для пружин. Материал: нержавеющая сталь;
- нижняя поверхность подставки оснащена противоскользящими накладками.

Применение того или иного материала, срок службы, поведение при транспортировании и хранении зависят от его основных свойств. Основные свойства материалов и изделий — это объективные особенности, присущие им от природы и проявляющиеся при эксплуатации. Они делятся на химические, физические и биологические. Иногда свойства материалов зависят от того, какую из сторон материала они характеризуют. При этом они делятся на функциональные, эстетические, эргономические и гигиенические. Свойства, характеризующие поведение материала при его обработке, называются технологическими. Из принципов подбора материала было решено изучить основные характеристики материалов и применить сравнительный анализ.

Пластмасса

При проектировании медицинского оборудования производители довольно часто, как основной материал изготовления использует специализированную пластмассу. Хорошие физико-механические свойства, безвредность для кожи — все эти качества делают этот материал

незаменимым для восстановительной хирургии, протезирования, изготовления медицинской аппаратуры. Пластмассовые полимеры применяются для изготовления деталей медицинских приборов и инструментов, предметов ухода за больными, лабораторного оборудования [32].

Основные характеристики материала:

- высокая механическая прочность, которая может быть увеличена армированием;
- высокие электроизоляционные свойства;
- высокая химическая стойкость в агрессивных средах вплоть до щелочей и концентрированных кислот;
- прозрачность, бесцветность, лучепреломляемость;
- легкая окрашиваемость;
- высокая пластичность, что позволяет получать многие пластмассы в виде тончайших пленок или нитей;
- сравнительно низкий предел теплостойкости;
- плохая теплопроводность;
- малая твердость, боязнь надрезов;
- ползучесть, возрастающая с повышением температуры;
- относительно быстрое старение – постепенное разрушение и ухудшение качественных показателей.

Резина

Резина все большее находит применение в медицине. На основе достижений химии высокомолекулярных соединений можно получить материалы с заранее заданными свойствами, которыми не обладают природные соединения. Изготовления синтетических полимерных изделий из мономеров реализуется с применением поликонденсации и полимеризации [33].

Резину получают из натурального или синтетического каучука путем вулканизации. Также в этот материал, добавляют: ускорители, наполнители,

мягчители, противостарители, красители и другие компоненты резиновой смеси, от которых зависят свойства резиновых изделий.

Свойства:

- высокая эластичность;
- сравнительно мягкий, практически несжимаемый материал;
- срок службы данного материала определяется в зависимости от условий использования от нескольких дней до десятков лет.

Алюминий

Свойства [34]:

- не содержит примесей тяжелых металлов;
- легкий, обладает устойчивостью к воздействию окружающей среды;
- устойчивый к коррозии, вызываемой дождями, снегом, жарой и смогом;
- непосредственный или косвенный контакт алюминия с другими металлами, например, при попадании дождевой воды, может вызвать протекание электролитических реакций, что приводит к сильной электрокоррозии алюминия, вплоть до его разрушения;
- малая прочность, поэтому для сплавляют с небольшим количеством меди и магния (называется дюралюминий).

Алюминий считается токсичным элементом для людей, но этот материал использует при изготовлении медицинских оборудования.

Сталь

Особую роль в медицинской отрасли играет такой материал, как сталь. Все приборы, инструменты, принадлежности, которые связаны с медициной, изготавливаются из совершенных, стерильных материалов и сплавов. Нержавеющая сталь в медицине занимает важное место, поэтому при изготовлении к технологической обработке относятся со всей серьезностью.

Наиболее важными свойствами стали являются ее хорошая формаемкость – способность к обработке давлением, прочность, высокие пределы прочности и текучести, а также хорошая теплопроводность. К этим свойствам нержавеющие стали добавляют высокое сопротивление коррозии [35].

При выборе материала для конкретного изделия дизайнеры должны быть уверены, что он способен выдерживать эксплуатационные нагрузки на это изделие – механические и климатические. Механические свойства стали могут легко контролироваться путем выбора соответствующего химического состава, технологии изготовления и термической обработки, которые обеспечивают окончательную микроструктуру стали. Различное легирование и виды термической обработки, которые применяются при производстве стали, обеспечивают ей различные уровни прочности и других свойств. Это дает возможность добиваться удовлетворения требований соответствующих стандартов.

Механические свойства стали

Для описания и контроля свойств стали применяют различные системы их измерения. Например, предел прочности, предел текучести и пластичность определяют путем испытания образцов стали на растяжение. Вязкие свойства стали измеряют при ударных испытаниях специальных образцов стали. Твердость стали определяют через измерение сопротивления проникновения через ее поверхность твердого объекта, например, с алмазным наконечником.

Испытания на растяжение – это метод оценки конструкционных способности стали сопротивляться прилагаемым нагрузкам. Результат этих испытаний выражается в получении соотношения между напряжением и деформацией в образце в ходе испытания.

Физические свойства стали

Отношение между напряжением и деформацией в упругой области растяжения является мерой упругости материала. Это отношение называют

модулем упругости или модулем Юнга. Высокое значение модуля Юнга является одним из самых важных свойств сталей. Обычно его значение составляет 190-210 ГПа или $(19-21) \times 10^6$ кг/см², что примерно в три раза больше, чем у алюминия. К основным физическим свойствам стали относятся такие свойства материалов, как плотность, теплопроводность, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

Типичными физическими свойствами сталей являются:

- плотность: $\rho = 7,7-8,1$ кг/дм³;
- модуль упругости: $e = 190-210$ гпа;
- коэффициент пуассона: $\nu = 0,27-0,30$;
- теплопроводность: $k = 11,2-48,3$ Вт/мк;
- тепловое расширение: $\alpha = 9-27 \times 10^{-6}$ 1/к;

Поролон

Поролон – обиходное название пенополиуретана. Область применения этого материала, без преувеличения, охватывает все сферы деятельности человека [36].

Мировые исследования доказывают, что произведенный по всем правилам и с соблюдением технологии и требований поролон является безвредным и безопасен для здоровья людей. Поролон не содержит в опасных для здоровья объемах тяжелые токсичные металлы, а также вещества, которые вызывают аллергическую реакцию. Таким образом, из поролона можно изготавливать изделия, пригодные к эксплуатации людьми, склонными к аллергии.

Производство поролона

Пенополиуретан на 90% состоит из воздуха, процесс его производства состоит в смешивании определенных компонентов, химическая реакция между которыми приводит к вспениванию и отвердеванию материала.

Основные параметры ППУ:

- плотность. Важный показатель, во многом определяющий остальные характеристики готового продукта: жесткость,

износоустойчивость, способность восстанавливать первоначальную форму. Указывает количество материала (кг), которое содержится в одном кубическом метре;

— жесткость (напряжение сжатия). Это величина усилия, необходимого для сжатия поролона на 40%, измеряют в кПа;

— остаточная деформация. Характеризует способность изделия сохранять форму, размер. Сжатый на 50% образец выдерживают при установленных влажности, температуре и измеряют отклонение от первоначальной формы после прекращения внешнего воздействия. Повышение плотности снижает величину остаточной деформации.

Вышеперечисленные показатели, наряду с эластичностью, прочностью, коэффициентами опоры, комфорта определяют типы и марки пенополиуретана.

Марки ППУ

Пенополиуретан маркируют рядом латинских букв и цифр, буквы обозначают тип материала, цифры – показатели плотности (кг/м³) и жесткости (кПа).

1. «ST» – стандартный. Базовая марка, единственная, которую производят на основе одного базисного полиола. Показатель плотности материала определяет его жесткость.
2. «HL» — жесткий, «EL» — повышенной жесткости. Обладает высокой несущей способностью, его структура позволяет выдерживать более высокие нагрузки, чем стандартные марки.
3. «HS» — мягкий и ультрамягкий. Марка определяет самый пластичный из всех видов ППУ. Поверхностная мягкость обеспечивает наибольшее удобство изделиям, изготовленным на его основе.

4. HR» — высокоэластичный. Сочетает низкую начальную жесткость и высокое значение несущей способности, что делает его особо комфортным.
5. «LR» — мягкий, вязкоэластичный. Характеризуется повышенной вязкостью, эффектом «памяти». Способен распределять нагрузку по всей плоскости. Его еще называют термопластичный.
6. «RTC» — ретикулированный пенополиуретан. Специальная обработка разрушает тонкую мембрану, в результате закрытые ячейки преобразуются в открытые, пористость материала значительно возрастает.
7. Поролон вторичного вспенивания. Это случай, когда переработанные отходы преобразуются в новый вид, отличающийся высокими качественными показателями. Его характеризуют высокая плотность, отличная изоляционная способность, открытые поры и полости между крупными включениями поглощают звуковые волны почти без остатка.

Форма выпуска ППУ

Рынок предлагает большое разнообразие форм, видов, марок пенополиуретана:

- листовая поролон прямоугольной формы, толщиной от 5 до 1000 мм изготовители поставляют в стандартной нарезке, или согласно индивидуальных требований заказчика;
- рулонный поролон. Бобины различной ширины удобны в применении, толщина материала до 30 мм. Помимо обычного, производители предлагают рулонный поролон выполненный на подложке из ткани, синтетических материалов;
- блочный. Этот вид поролона отличает жесткая непористая поверхность (до обработки). Помимо кубических, данный вид поролона заливают в формы различной конфигурации. После

остывания, корку удаляют, материал приобретает однородную структуру;

—акустический. Поставляют в виде отдельных панелей двух типов: с рельефом и без рельефа. Панели имеют различную форму, расцветку, размеры. Помимо собственных свойств, значительное повышение коэффициента звукопоглощения обеспечивает фигурность поверхности.

Бук

Бук — древесина различных видов деревьев рода Бук [37].

Свойства

Буковая древесина очень тверда и имеет плотность 720 кг/м^3 при 12-15 % влажности, что относит её, как и схожую по плотности древесину дуба, к отечественным тяжёлым твердолиственным породам древесины. Этот материал однороден по плотности, вязок, малоэластичен. Эта порода древесины коробится и после сушки показывает слишком не хорошие устойчивости.

Бук предрасположен к впитыванию влаги, а также к плесневению. Пропаривание древесины наряду с изменением цвета приводит к некоторому смягчению древесины и снятию внутренних напряжений, что улучшает её обрабатываемость и сгибаемость. За счёт однородной структуры эту древесину можно фрезеровать, обрабатывать рубанком, сверлить и шлифовать, она также хорошо обрабатывается на токарном станке и подходит для резьбы по дереву. Соединения шурупами и гвоздями держатся хорошо, клееные соединения — очень хорошо. Поверхности можно полировать, морить и окрашивать.

Ткань

Свойства тканей

Все ткани различаются по свойствам, которые зависят от качества и характерных особенностей исходного сырья. Ниже предложены

характеристики наиболее распространенных и часто используемых в медицинских целях.

Спец. ткани – это преимущественно плотное хлопчатобумажное полотно, хорошо пропускающее воздух. Такая ткань долговечна, и способна выдерживать экстремальные условия использования благодаря применению специальной пропитки наружного слоя. Дополнительная обработка изделий дает им отличные характеристики: спецодежда становится износостойкой, огнестойкой, не продуваемой. Эти свойства делают спец. ткань лучшим материалом для пошива специальной формы или корпоративной одежды [38].

Нетканое полотно. Нетканые материалы – синтепон, флизелин, прокламелин – используют главным образом для укрепления основных деталей кроя [39].

Флизелин – современный материал, широко применяемый в швейном производстве для выполнения прокладочных деталей. Сегодня он заменил такие прокладочные ткани, как коленкор, бортовка и бязь. Прокладками, выкроенными из него, чаще всего укрепляют пояса, воротники и манжеты [40].

Натуральная кожа

Свойства:

Натуральная кожа - природный материал, представляющий собой шкуру животного. Особые методы выделки формируют определенные свойства натуральной кожи - прочность, износостойкость, эластичность, жесткость, влагопроницаемость и воздухопроницаемость [41].

Прочность и износостойкость такие критерии важны для изделий, подвергающихся постоянной нагрузке и трению. Для этих целей на кожу наносятся специальные покрывные пленки, защищающие от истирания, но эластичность, влагопроницаемость и воздухопроницаемость снижаются.

Вывод: в ходе анализа материалов было отдано предпочтение таким материалам как:

- сталь – это материал прочный, износостойкий, хорошо формируется, поддается сварке, подвержен коррозии, соответствует гигиеническим нормам. Период эксплуатации изделий может достигать 50 лет;
- поролон – этот материал эластичный, воздухопроницаемый, опорный, безопасный для здоровья и не вызывает аллергических реакций;
- натуральная кожа – этот материал очень прочный, износостойкий, эластичный, влагопроницаемый и воздухопроницаемый;
- спец. Ткань – этот материал долговечен и способен выдерживать экстремальные условия, а также хорошо пропускает воздух. Но при дополнительной обработке изделия, этот материал дает отличные характеристики: износостойкость, огнестойкость и не продуваемость.

Выбранные материалы отвечают требованиям потребителя, а именно – устойчивость к механическим повреждениям, комфортность. Все эти материалы предполагаются использоваться при дизайн-проектировании тренажера для реабилитации кисти руки.

3.3 Применение трубогибного станка в изготовления революционного тренажера

Способ гибки труб определяется способом работы трубогиба, трубогибного станка или станка для гибки труб. В практике гибки труб на трубогибе существует множество способов гибки труб [42].

Осуществляя поиск трубогибного станка, требуемого для выполнения задач по гибки трубы, целесообразно сосредоточить внимание на четырех основных способах, которыми осуществляется холодная гибка труб, на трубогибных станках. Трубогибы, работающие этими способами получили в промышленности самое широкое распространение:

- для гибки труб способом наматывания;
- для гибки труб способом обкатки;

- для гибки труб способом вальцовки;
- для гибки труб на двух опорах.

Выбор способа гибки труб и соответствующего трубогиба зависит от диаметра трубы, толщины стенки трубы, материала трубы, радиусагиба, требуемой точности, качествагиба, потребного количества изогнутых деталей, повторяемости изделий и ряда других факторов. Для гибки труб тренажера был выбран трубогибочный станок, работающий способом наматывания. Трубогибы и трубогибочные станки, работающие способом наматывания, наиболее часто используются для гибки труб в авиационной и космической промышленности, автомобилестроении, тракторостроении, во всех сферах машиностроения, а также в производстве мебели (трубогиб для гибки стульев, гибка дверных ручек). Такие трубогибы позволяют получить качественные гибы трубы на маленьких радиусахгибов (от 1,5 диаметров трубы), обеспечивают высокую и абсолютную повторяемость геометрии деталей при выполнении пространственной гибки труб на трубогибочном станке. Принцип действия трубогиба работающего способом наматывания состоит в том, что труба, одетая на дорн трубогибочного станка зажимом, прижимается к ручьюгибочного ролика трубогиба, который поворачиваясь вокруг своей оси тянет за собой трубу, наматывая её нагибочный ролик по радиусу ручкигибочного ролика до требуемого углагиба. При этом точка опоры для изгиба труб служит вставка скользящего башмака, а дорн, находящийся внутри трубы, не позволяет трубе изменять первоначальное сечение (форму) трубы.

3.4 Разработка и внесение корректировки в трёхмерную модель с учетом технологии производства

Тренажер для реабилитации руки должен, в первую очередь, обеспечивать безопасное положение человека в период восстановления. При этом главной задачей такого тренажера является скорейшее и качественное восстановления физического, а так же эмоционального состояния пациента. Именно поэтому необходимо создание формы, не вызывающей негативной

эмоциональной реакции, напротив способствующей скорейшему восстановлению. В формообразовании учитываются не только основная задача и характер функционирования объекта, но и связь с человеком. Этот фактор также зависит от функции предмета, но главное в нем — обеспечение через соответствующую форму удобства и безопасности пользования изделием, то есть учет эргономических требований к предмету. Необходимо учесть, в какой зоне и как будут расположены элементы механизма, поэтому нужно досконально изучать вопросы, связанные и с антропометрией, в частности рук, с визуальным восприятием, так как все это оказывает большое влияние на формообразование. Разработка концепции была начата с этапа эскизирования. Эскиз-идея — это фаза, на которой сочетаются исследовательский и собственно творческий процесс; на основе критической оценки собственных предложений [43]. Завершение эскиза происходит путем разработки серии вариантов, из которых каждый последующий является модификацией предыдущего. Основной идеей для разработки данного концепта послужило создание корпуса тренажера для суставов кисти руки. Данная модификация позволит сделать объект более удобным в использовании, а также предоставлять возможность комфортной работы специалистов. Дизайн-концепция была сформирована на основе выбранных эскизных вариантах и рассмотренных аналогах реабилитационных тренажеров. Данный этап является одним из основных этапов определения ключевой идеи дизайн-проекта, который впоследствии переходит в стадийные и поэтапно проектируемые практические разработки.

Основной задачей дизайн-концепции является определение формальных качеств промышленного изделия. Главным здесь являются структурные взаимосвязи функционала объекта, которые формируют проектируемый продукт как единое целое. На данном этапе необходимо учитывать все важные функциональные особенности тренажера, для формирования полноценного объекта.

3.5 Создание 3D модели

Модель тренажера была создана в программе Autodesk 3ds max Design (рис.13-19). Программа обладает огромным количеством инструментов, которые помогают реализовать задуманное.

Изначально была спроектирована данная модель с опорой в виде волны (рис.16).

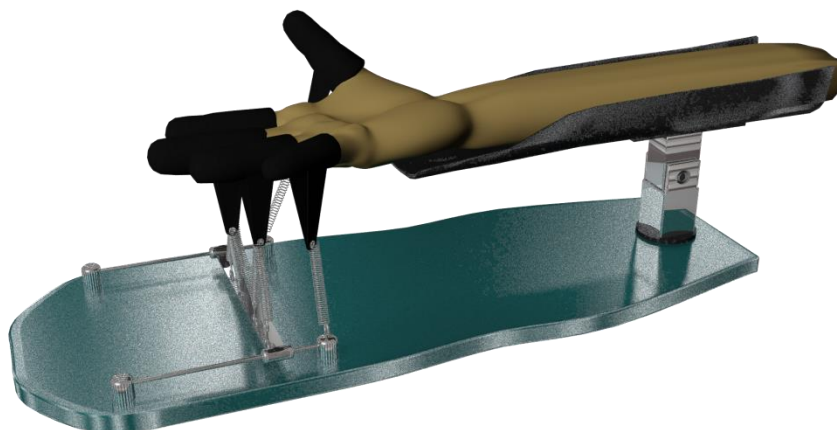


Рисунок 16. трехмерная модель

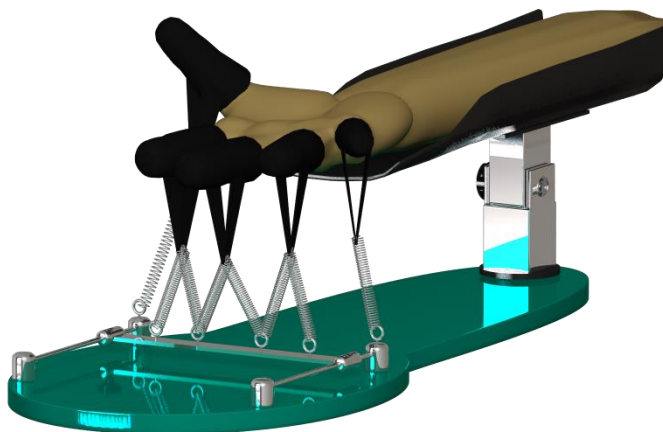


Рисунок 17. трехмерная модель

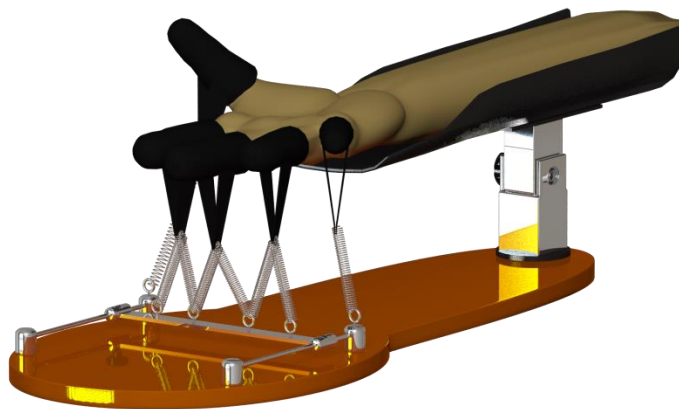


Рисунок 18. 3D модель

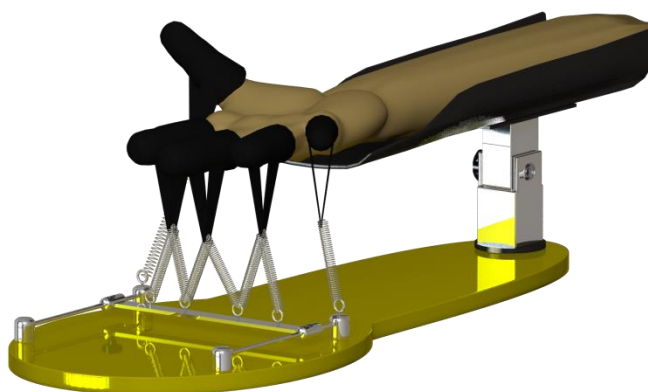


Рисунок 19. трехмерная модель

Но проанализировав эскизы, была изменена форма подставки. Форма представляет собой стилизованную руку в виде овалов. А также была рассмотрена цветовая гамма: бирюзовый, оранжевый и желтый (рис17-19).

Восприятия цветов человеком:

- оранжевый – уютный, теплый;
- желтый – лучезарный, контактирующий;
- сине-зеленый – изменчивый, подчеркивающий движение [44].

3.6 Внесение корректировки в трехмерная модель

В процессе разработки была поставлена еще одна задача: облегчение конструкции и экономия материалов. Для облегчения формы реабилитационного тренажера, было решено сделать каркас основания из труб. На рисунке 20-21 была проработаны различные варианты каркаса из

профильных труб. Также был сделан рендер выбранного варианта (рис.22 - 22).

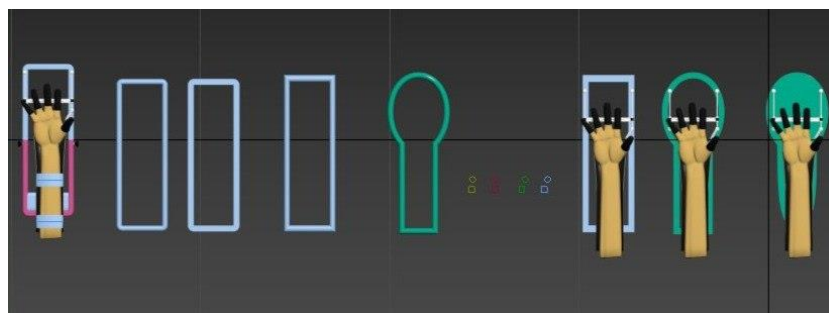


Рисунок 20. Варианты каркаса

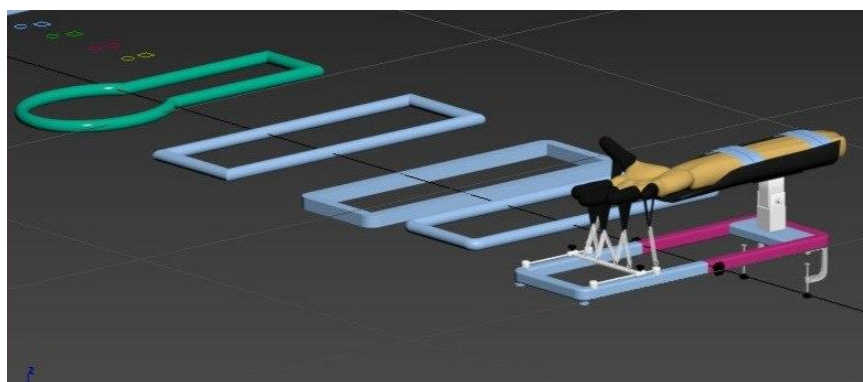


Рисунок 21. Варианты каркаса

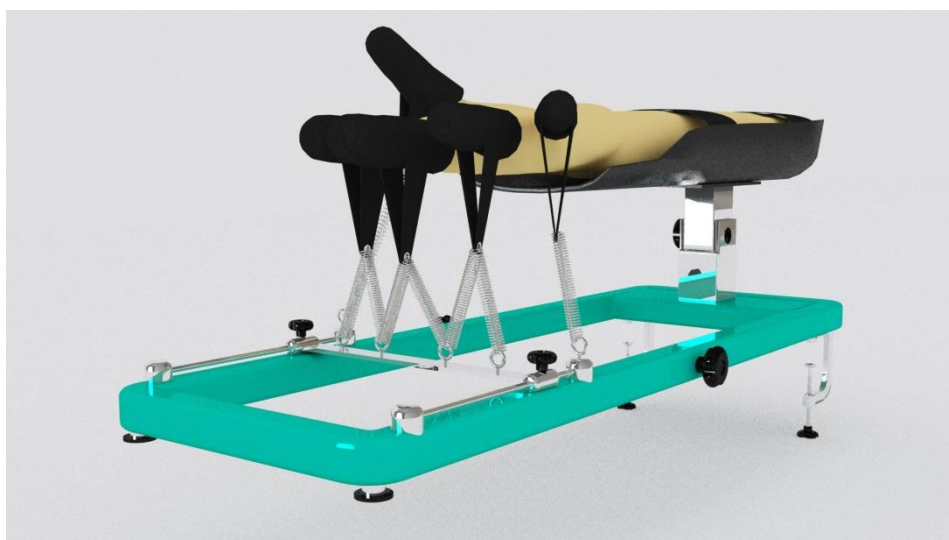


Рисунок 22. Трехмерная модель

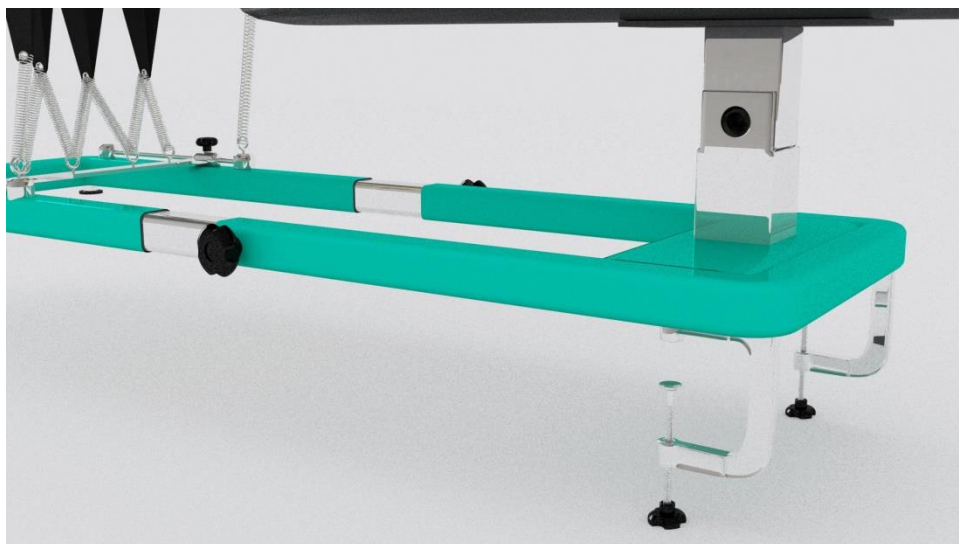


Рисунок 23. Трехмерная модель

После доработки этого варианта, было решено сделать перчатку, дополнительно сделать ремешки для закрепления руки, обшить тканью и поролоном подставку руки, а также изменить функциональность передвижение пальцев руки (рис.24).

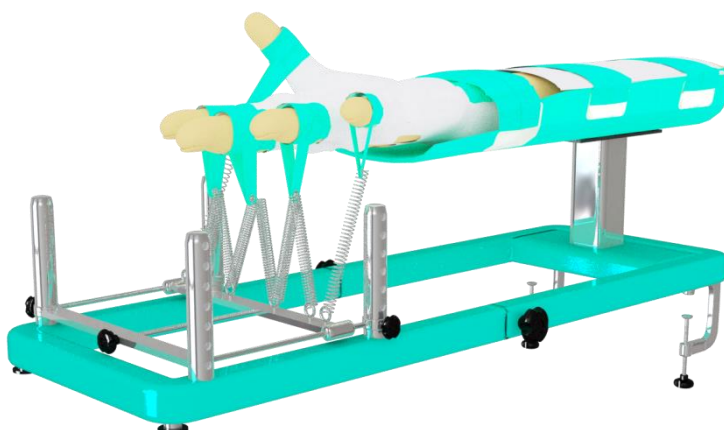


Рисунок 24. Трехмерная модель окончательного варианта

3.7 Основные конструктивные решения

Для определения способов крепления деталей корпуса тренажера, была рассмотрена трехмерная модель (рис.24). За основу рукоятки фиксации были взяты рукоятки – барашки. Основание каркаса была выбрана труба с круглым квадратным сечением. Измененная конструкция с передней части реабилитационного тренажера фиксации пальцев руки обусловлена рекомендацией предприятия ООО «Техномед», благодаря четырем цилиндрам с перфорациями, основание с петельками для пружин можно

передвигать в направлении вверх и в низ, а движение по направлению слева направо осуществляется за счёт постепенного закручивания длинного болта (принцип работы механического домкрата). Рука фиксируется за счет ремешков на липучках, которые закрепляются на основании подставки, обтянутой тканью. Перчатка будет изготавливаться из специальной ткани, также сделаны цветовые акценты для лучшего понимания функции работы, благодаря ремешку на запястьи кисти руки будет зафиксирована, также сделаны перфорации для большей проходимости воздуха (рис.25-26). Тренажер фиксируется к столу струбцинами, это обеспечивает хорошую устойчивость. На рисунке представлена система раздвижения труб для размера длины руки, фиксация происходит за счет передвижения рукоятки, вставляемая в отверстие.

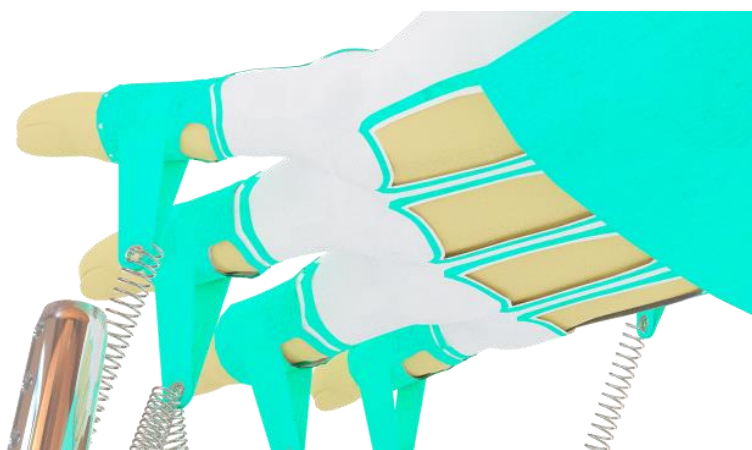


Рисунок 25. Трехмерная модель перчатки. Ракурс снизу

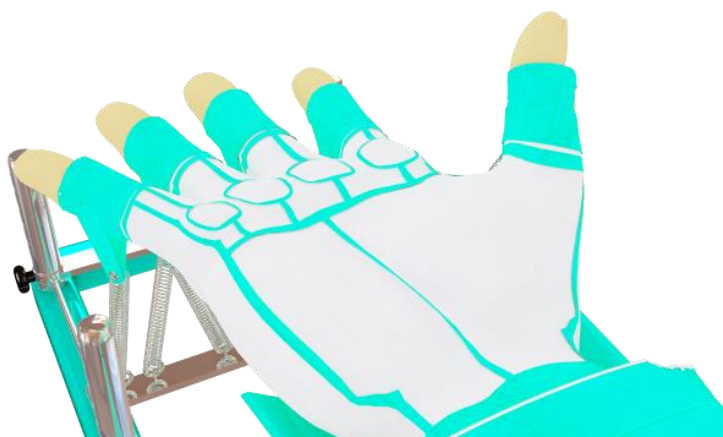


Рисунок 26. Трехмерная модель перчатки. Ракурс сверху

3.8 Графическое оформление презентационной части проекта

Шрифт – это графический рисунок букв и знаков, составляющий единую стилистическую и композиционную картину [45].

Форма основных деталей корпуса реабилитационного тренажера имеет скруглённые края, для более гармоничной композиции, шрифт нужно подобрать с округленными элементами.

Благодаря округленным краям у шрифта, человек будет лучше воспринимать, так как это требует меньшего когнитивного усилия для представления. Человеческое зрение лучше всего воспринимает округлость. Поэтому, можно сделать вывод, что фигуры со округленными углами обрабатываются эффективнее, потому что они точнее к округлости, так как они точнее к округлости, чем формы многоугольника.

Для оформления проектной части дипломной работы, необходимо подобрать шрифт, который соответствует для стилистики и оформления планшета. Было выбрано несколько вариантов шрифта. Для данного проекта нужно было подобрать шрифт так, чтобы он был простым и лаконичной, а также гармонировал с реабилитационным тренажером. Благодаря начертанию шрифту можно дополнить и подчеркнуть образ объекта.

Для оформления графической части ВКР, необходимо было подобрать группу шрифтов. В презентационную часть диплома входят: макет, два планшета формата А0 (приложения Б-В), презентация. В итоге работы демонстрационного материала у проекта должен быть общий стиль, вырабатываемый цветом, шрифтовой компоновкой, а также художественными элементами. Для создания планшетов, нужно продумать модульную сетку - это такие вспомогательные линии построения для идеальной композиции, лаконичности, гармонии.

3.9 Макетирование

Макет – это модель объекта в натуральную величину или уменьшенная в масштабе, которая лишена функциональности представляемого объекта. Макет представляет роль рекламного средства, а

также показывает функциональные и внешние признаки [46]. Основная задача макета реабилитационного тренажера – отразить эргономические и функциональные особенности, для этого нужно было выбрать материал изготовления, который будет отвечать поставленным задач. В ходе рассмотрения экономической части был выбран серый экструзионный пенополистерол для основной части объекта, для перчатки эластичная ткань, а для пружин металлическая проволока.

В ходе работы из техноплекса были вырезаны основные элементы тренажера, из ткани вырезаны выкройки и сшиты между собой, из проволоки были закручены спирали. Масштаб макета 1:1.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|-----------------------|---|
| Группа 8Д41 | ФИО Камардина Елена Сергеевна |
|-----------------------|---|

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------|
| Институт | ИШИТР | Кафедра | ОАР |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | Промышленный дизайн |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | <i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i> |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | <i>Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaDанализ, анализ конкурентных решений</i> |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | <i>Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета</i> |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | <i>Оценка сравнительной эффективности исследования</i> |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ |
|--|

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

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ШИП | Рахимов Тимур Рустамович | Канд. экон. наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна | | |

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Экономическое обоснование разрабатываемого проекта выполнено с учетом методических рекомендаций.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Прежде чем приступать к планированию предстоящей работы, определению ресурсного и экономического потенциала проектирования реабилитационного тренажера для разработки суставов кисти руки для реабилитационного центра, необходимо уделить особое внимание оценки коммерческого потенциала и перспективности новой разработки в целом, дать характеристику и определить сегмент рынка, на котором будет основная ориентировка при продаже разрабатываемой продукции.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

В процессе разработки реабилитационного тренажера, важную роль играет правильное проектирование конструкции тренажера и его элементов. Соответствие эргономических показателей элементов тренажера, являются одним из главных составляющих конструкции тренажера.

Целевой аудиторией могут являться:

- Люди с ограниченными возможностями;
- Люди, нуждающиеся в адаптации после травм или каких-либо заболеваний;
- Реабилитационные центры, физкультурно-оздоровительные центры.

Целевым рынком для данной разработки являются реабилитационные центры и физкультурно-оздоровительные центры [47].

Исходя из вышеизложенного сегментацию рынка можно произвести:

1. Сегментация целевого рынка для данной разработки по виду

заболевания или травмы:

- инсульт;
- парезы;
- травмы нервов верхней конечности;
- операции на сгибателях и разгибов кисти;
- предупреждение развитие контрактуры пальцев кисти различной этиологии.

2. Сегментация целевого рынка по возрасту:

- 16 – 20 лет;
- 21 – 45 лет;
- 46 – 70 лет и старше.

3. Сегментация потребителей по масштабу:

- реабилитационные центры, физкультурно-оздоровительные центры;
- физические лица.

Из приведенных сегментов наиболее значимыми сегментами рынка являются сегмент по виду заболевания или травмы и сегмент по возрасту.

Карта сегментации рынка на основании наиболее значимых критериев для рынка представлена в таблице 1.

Значимые критерии:

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Наиболее востребованная область применения | | Средне востребованная область применения | | Наименее востребованная область применения |
|--|--|--|--|--|--|

Таблица 1

| | | Возраст | | |
|----------------------------|---|-------------|-------------|----------------------|
| | | 16 – 20 лет | 21 – 45 лет | 46 – 70 лет и старше |
| Вид заболевания или травмы | Инсульт | | | |
| | Парезы | | | |
| | Травмы нервов верхней конечности | | | |
| | Операции на сгибателях и разгибов кисти | | | |
| | Предупреждение развитие контрактуры пальцев кисти различной этиологии | | | |

В результате сегментирования рынка можно выделить:

- основным сегментом рынка выбрана область разработки для людей с инсульт, парезы, травмы нервов верхней конечности, операции на сгибателях и разгибов кисти предупреждение развитие контрактуры пальцев кисти различной этиологии от 21 года до 70 лет и старше;
- сегментом рынка привлекательным для развития в будущем: является реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти руки для реабилитационных и физкультурно-оздоровительных центров [48].

4.3 Анализ конкурентных технических решений

Первым этапом любой разработки является анализ существующих аналогов. Цель данного этапа – выявить лучшие аспекты и применить их в собственной разработке. Было рассмотрено несколько существующих моделей тренажеров и выявлены преимущества и недостатки [49].

Первый рассматриваемый аналог «Бутона» имеет такие преимущества, как: стимулируются нервные окончания и это может привести к тому, что

возвратится чувствительности руки и полностью восстановится ее работоспособность, механическая разработка суставов и пальцев, подавая нужные импульсы в мозг. Недостатки: не имеет эстетичный внешний вид.

Следующим рассматриваемым аналогом стал тренажер «Тренажер пневматический для разработки кисти». Преимущества: спроектирован из крепких и безопасных для здоровья людей материалов, так же может подвергаться дезинфекции и стирке. Недостатки: не имеет эстетичный внешний вид.

Анализ конкурентных технических решений рассчитывается по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (приложение Г)

Проведя расчёт оценки конкурентоспособности разработки на рынке, можно сделать вывод, что разрабатываемый реабилитационный тренажер будет иметь ряд преимуществ перед конкурентами. Данная разработка отличается высокими оценками от устройств конкурентов по следующим параметрам: удобство в эксплуатации, функциональная мощность, простота эксплуатации, эргономичность и другие.

4.4 Технология QuaD

Данная технология представляет гибкий инструмент для измерения характеристик. Для анализа проекта с точки зрения перспективности следует использовать данную технологию, которая близка к методике оценки конкурентных технических решений. С помощью QuaD можно провести анализ качества новой разработки и ее перспективности на рынке, а так же принять решение целесообразности вложения денежных средств в проект [50].

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{cp}} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

P_{cp} позволяет узнать о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. При значении показателя P_{cp} от 100 до 80 разработка считается перспективной. При значении от 79 до 60 – перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) представлена в таблице 3

Таблица 3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (приложение Д)

Проведя оценку качества по технологии QuaD, можно сделать вывод, что дизайн-проект реабилитационного тренажера перспективный, поскольку средневзвешенное значение показателя качества и перспективности разработки равно 0,818.

4.5 SWOT-анализ

Для повышения перспективности в дальнейшем необходимо продумать и повысить уровень проникновения на рынок и сроки выхода на рынок. Для исследования внешней и внутренней среды проекта, после анализа конкурентно способности, была составлена таблица SWOT-анализа, где будут детально отображены сильные и слабые стороны проектируемого объекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4 [51].

Таблица 4. Матрица SWOT (приложение Е)

На втором этапе проведения SWOT-анализа проводится составление интерактивных матриц проекта, в которых производится анализ соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах.

Таблица 5. Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

| | | Сильные стороны проекта | | | | | |
|---------------------|----|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | B1 | + | + | + | 0 | + | - |
| | B2 | - | + | + | 0 | + | + |
| | B3 | + | - | + | - | - | - |

Таблица 6. Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

| | | Слабые стороны проекта | |
|---------------------|----|------------------------|--|
| Возможности проекта | | C1 | |
| | B1 | 0 | |
| | B2 | - | |
| | B3 | + | |

Таблица 7. Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

| | | Сильные стороны проекта | | | | | |
|---------------------|----|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | У1 | - | 0 | 0 | - | - | + |
| | У2 | + | - | + | + | 0 | - |

4.6 Планирование научно-исследовательских работ

4.6.1 Структура работ в рамках научного исследования

Основными этапами при дизайн-проектировании корпуса прибора для световой терапии были: разработка концепта и вариантов решения, создание 3D-визуализации, чертежей, макетирование. В рамках данной ВКР проведение исследований не нуждается в большом количестве участников. Рабочую группу составляют: входят: научный руководитель, консультант по технологической части и студент-исполнитель.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ (таблица 8):

Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей (приложение Ж)

4.7 Определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения проектной работы

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, поскольку зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая

формула:
$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ где}$$

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \text{ где}$$

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.7.1 Разработка графика проведения научного исследования

Для определения трудоемкости выполнения работ необходимо на основе экспертной ожидаемой трудоемкости выполнения каждой работы рассчитать длительность работ в рабочих и календарных днях для каждого из вариантов исполнения работ последующим формулам:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (3)$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

\mathcal{C}_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Над выполнением дипломного проекта на протяжении всего времени участвовало два студента.

Расчеты продолжительности работ представлены в таблице 11

4.7.2 Разработка графика проведения научного исследования

Ленточный график проведения научных работ строится в форме Диаграммы Ганта – горизонтального ленточного графика, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками и характеризуются датами начала и окончания выполнения данных работ [52].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переводятся в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой: $T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$, где

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (Таблица 9).

Коэффициент календарности 2018 года равен 2,22.

Таблица 9. Временные показатели проведения научного исследования
(приложение Й)

На основе полученных результатов, показанных в таблице 9, строится календарный план-график. Работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, которые несут ответственность за ту или иную работу.

Таблица 10. Календарный план-график проведения НИОКР по теме
(приложение К)

4.8 Разработка графика проведения научного исследования

4.8.1 Расчет материальных затрат

Данный раздел включает расходы на приобретение и доставку основных и вспомогательных материалов, необходимых для опытно-экспериментальной проработки решения. Сюда включается стоимость материалов необходимых для оформления требуемой документации и макета проекта (ватман, канцелярские товары и т.д.).

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч\ i}, \quad (7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расч\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Расходы приведены в таблице 13.

Таблица 11. Стоимость материалов для разработки проекта

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Зм), руб. |
|----------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------|
| Печать пояснительной | страниц | 120 | 3 | 360 |

| | | | | |
|-----------------------------|------|---|------|------|
| записки | | | | |
| Печать планшетов формата А0 | штук | 2 | 1800 | 3600 |
| Пеноплекс | лист | 1 | 159 | 159 |
| Клей | штук | 2 | 90 | 180 |
| Итого | | | | 3975 |

| Наименование | Единица измерения | Количество | | | Цена за ед., руб. | | | Затраты на материалы, (З _м), руб. | | |
|------------------------------|-------------------|------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|---|------------|------------|
| | | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 |
| Печать пояснительной записки | страниц | 120 | 120 | 120 | 3 | 3 | 3 | 360 | 360 | 360 |
| Печать планшетов формата А0 | штук | 2 | 2 | 2 | 180 | 180 | 180 | 360 | 360 | 360 |
| Пеноплекс | штук | 1 | | | 159 | | | 159 | | |
| Клей | штук | 2 | 1 | 2 | 90 | 90 | 90 | 180 | 90 | 180 |
| 3D печать | грамм | | 200 | | | 30 | | | 600 | 0 |
| Картон | штук | | | 4 | | | 190 | | | 760 |
| Итого | | | | | | | | 429 | 100 | 490 |
| | | | | | | | | 9 | 50 | 0 |

Таблица 12. Расчёт основной заработной платы

| Исполнители | Оклад | Трудоёмкость, чел.-дн. | Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб. | Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб. |
|------------------------|--------|------------------------|--|---|
| Научный руководитель | 16 000 | 56,6 | 635,5 | 35 967,1 |
| Дизайнер | 20 000 | 40,3 | 794,3 | 32 011,3 |
| Студент | 11 000 | 59,6 | 472,7 | 28 174,5 |
| Итого З _{осн} | | | | 96 153,0 |

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет дополнительной заработной платы дизайнера:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 28174,5 = 3380,9 \text{ руб.};$$

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 35967,1 = 4316,1 \text{ руб.};$$

Расчет дополнительной заработной платы студента:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 32011,3 = 3841,4 \text{ руб.};$$

Общая сумма затрат по дополнительной заработной плате составляет 11538,4 руб.

Таблица 13. Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---|---------------------------------------|
| Научный руководитель | 35 967,1 | 4316,1 |
| Дизайнер | 32 011,3 | 3841,4 |
| Студент | 28 174,5 | 3380,9 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | Научный руководитель - 27,1% Дизайнер – 30% Студент – 30% | |
| | | Итого 138959,0 |
| Исполнение 1 | | 10916,7 |
| Исполнение 2 | | 10755,8 |
| Исполнение 3 | | 9466,6 |

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 13.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 14.

Таблица 14. Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи | Испол. Сумма, руб. | | | Примечание |
|---|-----------------------|----------|----------|-----------------------|
| | Исп 1. | Исп 2. | Исп 3. | |
| 1. Материальные затраты НТИ | 10230 | 5820 | 8090 | Пункт 3.4.1 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 35 967,1 | 32 011,3 | 28 174,5 | Пункт 3.4.3 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 4316,1 | 3841,4 | 3380,9 | Пункт 3.4.4 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 9747 | 9603,4 | 8452,35 | Пункт 3.4.5 |
| 5. Накладные расходы | 9641,632 | 8204,2 | 8981,72 | 16 % от суммы ст. 1-7 |
| 6. Бюджет затрат НТИ | 69901,8 | 59480,3 | 57 079,5 | Сумма ст. 1- 8 |

4.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования и выбора оптимального варианта разработки был рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности:

$$69901,8/69901,8 = 1$$

$$59480,3/69901,8 = 0,85$$

$$57\ 079,5/69901,8 = 0,81$$

Таблица 15. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования Критерии | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Способствует росту производительности пользователя труда | 0,1 | 4 | 4 | 5 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,15 | 5 | 2 | 5 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,15 | 5 | 3 | 4 |
| 4. Энергосбережение | 0,20 | 3 | 5 | 5 |
| 5. Надежность | 0,25 | 4 | 3 | 5 |
| 6. Материалоемкость | 0,15 | 4 | 4 | 5 |
| ИТОГО | 1 | | | |

$$I_{p-ucn1} = 4,06;$$

$$I_{p-ucn2} = 3,5;$$

$$I_{p-ucn3} = 4,85.$$

На основании полученных интегрального финансового показателя и интегрального показателя ресурсоэффективности был рассчитан интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки I_{ucni} по формуле:

$$I_{финр.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (11)$$

где – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{ucn1} = 4,06/1 = 4,06$$

$$I_{ucn2} = 3,5/0,85 = 4,11$$

$$I_{ucn3} = 4,85/0,81 = 5,9$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта выполнения объекта сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта и выбора наиболее целесообразного варианта из рассмотренных (таблица).

Таблица 16. Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов

| /п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|----|---|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 0,85 | 0,81 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,06 | 3,5 | 4,85 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,06 | 4,11 | 5,9 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1 | 1,01 | 1,45 |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 3, т. к. показатель его сравнительной эффективности по отношению к каждому из сравниваемых вариантов больше 1.

Вывод

В ходе оценки перспективности и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения коммерческого потенциала для выпускной квалификационной работы были определены потенциальные потребители, также был произведен анализ конкурентных технических решений, результаты которого показали, что разрабатываемый тренажер имеет некоторые функциональные возможности, отличающие разработку от аналогов на рынке.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО |
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна |

| | | | |
|---------------------|----------|---------------------------|-----------------|
| Школа | ИШИТР | Отделение | ОАР |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 54.03.01 Дизайн |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|---|--|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | В рамках ВКР осуществлялось создание дизайн-проекта реабилитационного тренажера для разработки суставов кисти руки |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности | Выявление и анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации реабилитационного тренажера в реабилитационном центре. Вредные факторы: – отклонение показателей микроклимата; – недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные факторы: – механическое травмирование; – пожаробезопасность |
| 2. Экологическая безопасность: | Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы), образующиеся вследствие утилизации отходов производства и потребления. |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Выявление всех возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации реабилитационного тренажера. |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | Основные проводимые организационные и правовые мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся за рабочим местом. |

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

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент | Мезенцева Ирина Леонидовна | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|---------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 8Д41 | Камардина Елена Сергеевна | | |

5 Социальная ответственность

Введение

Одним из важнейших показателей социального благополучия человека является его здоровье и физическая форма. Именно для этого существуют реабилитационные тренажеры, которые дают людям возможность улучшить свою физическую форму и восстановиться после каких-либо травм. Дизайн-проект реабилитационного тренажера разрабатывается для реабилитационного центра (физкультурно-оздоровительного центра). Так как устройство будет эксплуатироваться в помещении для занятий спортом, необходимо определить и провести анализ вредных и опасных факторов при эксплуатации устройства, учесть микроклимат и систему освещения в помещении для тренировок на тренажере. Также следует создать оптимальные условия труда и эксплуатации, охраны окружающей среды, техники безопасности и пожарной профилактики.

В этом разделе приводятся вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Производственная безопасность - это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность (риск) воздействия на работающих людей, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Таким образом, в данном разделе будут рассмотрены и проанализированы в первую очередь возможные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при эксплуатации проектируемого тренажера. И в результате будет составлен список мероприятий, которые позволят избежать воздействия вредных и опасных факторов при эксплуатации устройства [53].

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень

опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) | | Нормативные документы |
|---|---|---|---|
| | Вредные | Опасные | |
| 1. Эксплуатация проектируемого реабилитационного тренажера в реабилитационном центре. | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Отсутствие или недостаток естественного света. | 1. Механическое травмирование; 2. Пожар. | 1. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; 2. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей среды; 3. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей среды; 4. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. |

5.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

5.1.1. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум – это беспорядочное сочетание различных по уровню и частоте звуков. Шум на производстве создают различные механизмы и машины. Шум также может возникать при работе электромагнитных устройств, при истечении воздуха и газов, а также при движении воды и жидкости.

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека. При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные явления: снижение остроты зрения и слуха, повышение кровяного давления, снижение внимания. Долгая продолжительность шума может послужить предпосылкой функциональных изменений нервной и сердечно-сосудистой систем человека.

Таблица 18 – Допустимые уровни звукового давления.

| Вид трудовой деятельности | Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА |
|---|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 400 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Предприятия, учебные учреждения, организации | | | | | | | | | | |
| Творческая деятельность, конструирование и проектирование, программирование | 6 | 1 | 1 | 4 | 9 | 5 | 2 | 0 | 8 | 50 |

Защита от шума

Как только уровень шума начинает превышать первый уровень предпринимаемых мер, по требованию работника работодателю необходимо снабдить его средством индивидуальной защиты органов слуха. Если же превышен второй уровень предпринимаемых мер, работодатель обязан обеспечить сотрудников средствами защиты вне зависимости от того, запрашивали ли их сотрудники или нет. Также, руководство должно удостовериться, правильно ли работники пользуются ими; если сотрудник отказывается пользоваться средством защиты, в его отношении можно применить дисциплинарное взыскание.

В настоящее время доступны различные виды средств защиты органов слуха, варьирующиеся в зависимости от области возникновения шума. Однако существует комплекс основных требований, который относится ко всем средствам, а именно:

1. Они должны быть эффективны в условиях, когда уровень шума оценивается ниже уровня предпринимаемых мер.

2. Они должны быть совместимы с любыми другими средствами индивидуальной защиты, используемыми сотрудниками.

5.1.2. Повышенная или пониженная температура воздуха на рабочем месте

Микроклимат производственных помещений определяется как:

1. температура помещения,
2. влажность,
3. подвижность воздуха
4. температура окружающих поверхностей
5. тепловое излучение поверхностей.

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

Температура в производственных помещениях является одним из ведущих факторов, определяющих метеорологические условия производственной среды.

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 (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, работа за компьютером, проектирование и т.п.).

Таблица 19 - Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

| Период года | Категория работы | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Теплый | Ia | 21-28 | 15-75 | 0,1 |
| Холодный | Ia | 20-25 | 15-75 | 0,1 |

Таблица 4 – Оптимальные значения показателей микроклимата

| Период года | Категория работы | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Теплый | Ia | 23-25 | 60-40 | 0,1 |
| Холодный | Ia | 22-24 | 60-40 | 0,1 |

В целях предотвращения негативного воздействия микроклимата необходимо использовать такие мероприятия как установка времени работы, установка систем кондиционирования.

Физкультурно-оздоровительные центры должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим требованиям. Объемно-планировочные решения, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и сама деятельность физкультурно-оздоровительных объектов должны соответствовать требованиям нормативным документам. Также ГОСТ Р 52024-2003 закрепляет, что спортивное оборудование, снаряжение и инвентарь должны соответствовать требованиям безопасности, установленным в нормативной документации на них, и использоваться в соответствии с правилами, изложенными в эксплуатационной документации предприятия-изготовителя. Система отопления спортивно-оздоровительного учреждения должна обеспечивать нормируемую температуру воздуха помещений. Это

важно для температурного гомеостаза организма. Расчетные нормы температуры в помещениях дифференцируют в зависимости от функционального назначения помещений и времени года. Проектирование механической приточно-вытяжной вентиляции помещений спортивно-оздоровительных учреждений должно учитывать особенности помещений, размещения тренажеров, число занимающихся, климатические особенности региона [53]. Спорт сам по себе предполагает активные движения людей, а значит, требует частого обновления воздуха в помещениях, где занимаются. Если этого не делать, люди будут быстрее уставать. СП 2.4.2.2821-10 рекомендует осуществлять подачу наружного воздуха в спортивные залы объемом 80 м³ /ч для одного спортсмена и 20 м³ /ч для каждого зрителя и поддерживать температуру воздуха в спортивных залах на уровне +15°C. В верхней зоне зала, где накапливается больше тепла и влаги, можно ставить вытяжные системы вентиляции. Влажность воздуха не должна быть ниже 45%, а его температура превышать +28°C. Охлаждение воздуха и поддержание необходимой температуры в летний период для небольших спортивных залов и секций фитнес-центров осуществляется при помощи настенных, кассетных или канальных кондиционеров. Они позволяют в максимально короткие сроки охладить помещение и создать благоприятные климатические условия для занятий спортом. Таким образом, при выборе центров для занятия физкультурой, спортом необходимо учитывать состояние микроклимата помещений. Нужно знать, что оптимальные условия помещений спортивно-оздоровительных учреждений по температуре, скорости движения воздуха, его влажности, химической и микробной чистоте способствуют сохранению и укреплению здоровья человека [53].

5.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Свет является одним из главных условий нормальной деятельности человека на рабочем месте.

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. В зависимости от длины волны, свет может оказывать возбуждающее (оранжево-красный) или успокаивающее (желто-зеленый) действие на вегетативную систему, систему иммунной защиты и развитие организма.

Свет в помещении должен быть комбинированным (естественное и искусственное освещение). Для искусственного освещения применяют люминесцентные лампы. В соответствии с СП 52.13330.2011 норма освещенности в кабинете должна быть $E_n = 200$ лк. Пульсация при работе с ноутбуком не должна превышать 5% СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [54]. Для выдерживания этого параметра в норме лучше использовать светильники, в которых лампы работают от переменного тока частотой 400 Гц и выше.

5.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

5.2.1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования

Острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхности заготовок, деталей оснастки и инструмента могут привести к появлению царапин, ссадин и порезов, которые могут стать причиной заражений, вызвав нетрудоспособность работников. Основными причинами травматизма, в первом и во втором случаях, являются несоблюдение требований техники безопасности.

Применяемый инструмент должен быть исправен, использоваться по назначению, соответствовать условиям труда, требованиям технических нормативных правовых актов на конкретный вид инструмента.

Переноска и перевозка инструмента должны осуществляться безопасным способом. Для переноски инструмента к месту работы необходимо иметь специальную сумку или ящик с несколькими отделениями. Не допускается переносить инструмент в карманах одежды. При переноске или перевозке инструмента его острые части следует защитить.

5.2.2. Механическое травмирование

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причиной такого рода травм являются, прежде всего, шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов [55]. При эксплуатации проектируемого тренажера возможно избежать механическое травмирование, если соблюдать инструкционные правила по эксплуатации. Если тренажером пользуется человек с ограниченными возможностями, то необходимо присутствие инструктора-тренера, который проследит за процессом тренировки. Пользуясь устройством необходимо использовать ремни фиксаторы, чтобы исключить падение с тренажера. Также для более безопасного использования для конструкции тренажера были выбраны трубы круглого сечения, поскольку трубы, с квадратным профилем повышают уровень травмоопасности. Ножки тренажера сделаны таким образом, что, пользуясь устройством невозможно его перевернуть или уронить.

5.2.3. Пожаровзрывобезопасность

Реабилитационный центр в обязательном порядке должен быть оснащен системой пожарной сигнализации и четко разработанным планом эвакуации в случае возникновения пожара. Помимо этого, любой сотрудник должен быть осведомлен о действиях, которые он должен предпринимать при возникновении пожарной ситуации. Он обязан знать инструкцию о правилах пожарной безопасности. Существуют несколько основных элементов пожарной безопасности реабилитационного центра. Это противопожарное техническое оборудование, водозапорная арматура, специальные средства пожаротушения [56].

Одним из основных элементов противопожарной безопасности реабилитационного центра является пожарная сигнализация. Основная задача пожарной сигнализации - своевременное обнаружение и подача сигнала пожарной тревоги в случае обнаружения задымления или пожара. Пожарная сигнализация и система автоматического пожаротушения может включать, как дымовые датчики, так и тепловые датчики. Помимо этого, следует предусмотреть, чтобы центр был оборудован и ручными пожарными извещателями - средством пожарной безопасности, которое применяется для ручного включения сигнала тревоги при обнаружении возгорания [57].

Обязательно, не реже одного раза в месяц, необходимо производить профилактическую проверку системы противопожарной безопасности.

Еще одним элементом противопожарной безопасности являются углекислотные или порошковые огнетушители. Огнетушители необходимо располагать таким образом, чтобы они были надежно защищены от различных вибраций, механических воздействий и прямого солнечного света [58].

Для обеспечения безопасности в реабилитационного центра необходимо составить поэтажный план помещений. В данном поэтажном плане должны быть выявлены места расположения ручных огнетушителей, а также пожарных кранов, пожарных лестниц и телефонов [59].

Персонал центра должен быть ознакомлен с правилами пожарной безопасности. Помимо этого, все сотрудники должны знать, где расположены аварийные и пожарные выходы. Руководитель или директор реабилитационного центра должен обязательно назначить лиц, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ должны выполнять правила пожарной безопасности и обеспечивать соблюдение правил пожарной безопасности. Только в этом случае, можно обеспечить надежную пожарную безопасность объектов, которая сможет предотвратить возникновение пожара и обеспечит надежную защиту от него [60].

5.2.4. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека. В частности, к аспектам негативного влияния относятся отходы и выбросы на этапе производства устройства, а также отходы, которые связаны с их неполной утилизацией [61].

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.

5.2.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее часто возникающая чрезвычайная ситуация — это возникновение пожара. Это может быть обусловлено такими факторами как:

1. короткое замыкание в электропроводке,
2. возгорание мебели и электрического оборудования,
3. возгорание систем освещения.

Основной причиной пожара в рассматриваемом помещении является неисправность электрооборудования, короткое замыкание, нагрев проводов и загорание изоляции, перезагрузка электрических сетей электропроводки, однако, пожар может возникнуть и при неосторожном обращении с огнем. Основы противопожарной защиты предприятий определены ГОСТ 12.1.004-91.

Мероприятия противопожарной профилактики:

1. Система вентиляции должны быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре.
2. Необходимо предусматривать подачу воздуха к лабораторной установке для охлаждения.
3. Система электропитания лабораторной установки должна иметь блокировку.
4. Необходимо производить регулярную очистку от пыли всех аппаратов и узлов лабораторной установки.
5. В помещении отдела должна предусматриваться автоматическая пожарная сигнализация.

5.3. Анализ возможного влияния материалов объекта исследования на окружающую среду

Проектируемый реабилитационный тренажер сделан из металлических труб. Поэтому большую роль играет утилизация устройства после того как он выйдет из строя. Утилизация разных материалов влияет на окружающую природную среду. Опасность отходов состоит в их повсеместном и постоянном образовании в огромных количествах. В своем составе они могут содержать токсичные компоненты в биологически опасных концентрациях, возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний, радиоактивные вещества. Во многих странах выявлен широкий спектр заболеваний, в том числе онкологических, у населения, проживающего около свалок промышленных отходов.

Металлолом — это категория твердых бытовых отходов из металла. Автомобили, бытовая и компьютерная техника, строительные конструкции, стружка, кабели и прочие металлические изделия непригодные для использования по назначению.

Утилизация лома является неотъемлемой частью металлургического производства. Ввиду колоссального количества подобных предметов в быту и производстве важно знать, как правильно избавляться от них [62].

Существует множество признаков деления изделий на категории и группы. Основным критерий — количественное содержание определенного металла. Черный лом сортируют на три категории: железный, чугунный, нержавеющий. Стружка, отходы металлообработки, окалина, вышедшие из строя изделия. Черный металл делится на два класса по содержанию углеродов, а также на 67 групп по содержанию легирующих присадок. Цветной лом распределяется на 7 категорий: медные сплавы, алюминий, магний, титан, свинец, редкометальный, полупроводниковый лом.

Для сортировки отходов используют различные методы. Например, для отделения черного металла применяют магнит. Практически все металлы целесообразно отправлять на переплавку.

Утилизация металлолома — сложный и комплексный процесс, который должно проводить профессионалам.

Соблюдение требований на всех стадиях обеспечивает сохранность экологии и безопасность последующей заводской переработки металлолома. Компании, специализирующиеся на утилизации металлосодержащих отходов, разработали системы и технологии, которые позволяют соблюсти все правила безвредной переплавки.

Этапы утилизации лома:

- Закупка лома. Прием изделий осуществляется как от частных лиц, так и от крупных промышленных предприятий. По договоренности, для удобства вывоза, специалисты проводят демонтаж габаритных металлоконструкций на территории заказчика.
- Радиационный контроль. Ключевой этап для обеспечения дальнейшей безопасности переработки. Предметы сортируют по содержанию радиации. Предметы с повышенным уровнем отправляются на захоронение.
- Проверка. Нерадиоактивные объекты дополнительно сканируются на наличие пожароопасных и взрывчатых компонентов.

- Сортировка. Утилизация металлолома осуществляется на разных заводах. Поэтому важно разделить общую массу на черные, цветные и драгметаллы. Ответственная сортировка во многом предопределяет качество последующей переплавки.
- Подготовка к транспортировке. Отсортированный металлолом подлежит распределению по размерам и прессовке. Это важно для сокращения затрат на доставку.
- Отправка на специализированные заводы. Предприятия, которые принимают груз на переплавку, обычно изготавливают определенные виды изделий из сплавов. Через некоторое время они снова попадают на переработку. Таким образом, обеспечивается непрерывный цикл.

Переработка лома имеет существенное экологическое и экономическое значение. Учитывая промышленную ориентированность России, особое внимание уделяется не только производству, но и утилизации лома. Однако этого недостаточно. Каждый человек должен осознать важность цикла переработки ненужных изделий. Во всех городах и поселках работают специализированные компании по закупке металлолома для дальнейшей переплавки [63].

Польза от переработки металлолома:

1. уменьшение нагрузки на истощенные месторождения;
2. сокращение расходов на добычу металла;
3. сокращение хаотичного распространения непригодного металла;
4. предотвращение пагубного влияния на экологию.

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из федерального закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ. Среди них можно выделить федеральный закон “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”.

Для реализации этих законов приняты Постановления Правительства РФ “О государственном надзоре и контроле о соблюдение законодательства РФ о труде и охране труда”, “О службе охраны труда”, “О Федеральной инспекции труда” [64].

Управление охраной труда осуществляет блок федеральных органов исполнительной власти, руководимый Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития). Оно осуществляет функции государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения и социального развития, социального страхования, условий и охраны труда.

5.5. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно, сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Также рабочее время зависит от условий труда: для работников, работающих на рабочих местах с вредными условиями для жизни - не больше 36 часов в неделю [65].

5.6. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочее место – это часть рабочей зоны. Оно представляет собой место постоянного или временного пребывания, работающего в процессе трудовой деятельности. Рабочее место должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать возможность удобного выполнения работ;
- учитывать физическую тяжесть работ;
- учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [66].

Также необходимо учитывать эргономические и антропометрические показатели, поскольку эти данные позволяют, создать наиболее благоприятные и эффективные условия труда, повышая тем самым производительность работы и снижая утомляемость рабочего.

Немало важным является то, что при организации рабочего места каждый сотрудник должен выполнять некоторые правила:

- соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте;
- не создавать шума;
- не нарушать инструкции по технике безопасности [67].

Санитарные правила и нормы содержат ряд комплексов упражнений физкультурных минуток, которые способствует снятию локального утомления. По содержанию физкультминутки различны и предназначаются для конкретного воздействия на ту или иную группу мышц или систему организма в зависимости от самочувствия и ощущения усталости.

Выбор типа производственного помещения определяется производственным процессом, и при анализе опасных и вредных факторов необходимо ориентироваться на конкретное рабочее место и конкретные условия труда [68].

Заключение

Таким образом, был спроектирован тренажер для реабилитации руки» для людей с ограниченными возможностями.

Итак, в ходе практики были выполнены следующие цели и задачи:

- Изучены особенности биомеханики человека
- Рассмотрены аналоги реабилитационных тренажеров
- Созданы эскизы новой концепции тренажера
- Визуализирована созданная оболочка при помощи Autodesk 3D max

Спроектированный продукт соответствует требованиям заказчика, выполнен в соответствии со всеми эргономическими нормами, сочетаясь с внешней эстетикой.

Список использованных источников

- 1 Реабилитационный центр [Электронный ресурс] режим доступа URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Реабилитационный_центр (дата обращения 10.07.2017 г.)
- 2 Техномед реабилитация и адаптивная физкультура [Электронный ресурс] режим доступа URL: http://technomed.pro/about_technomed (дата обращения 10.07.2017 г.)
- 3 Здоровье [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.grandars.ru/college/medicina/zdorove.html> (дата обращения 10.07.2017 г.)
- 4 Национальная Ассоциация по борьбе с инсультом [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.nabi.ru> (дата обращения 5.07.2017)
- 5 Тренажер «Бутон» [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.niasom.ru/buton.html> (дата обращения 1.07.2017)
- 6 Тренажер пневматический для разработки кисти рук [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://bazmed.ru/products/trenazher-dlja-razrabotki-kisti> (дата обращения 1.07.2017)
- 7 Материалы [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.newhorizons.ru/playgrounds/playgrounds-articles/about-lappset-playgrounds/playgrounds-materials.html> (дата обращения: 20.07.2017)
- 8 Свойства стали [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://steel-guide.ru/svojstva-stali> (дата обращения: 20.07.2017)
- 9 Современные методы физических исследований [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://studfiles.net/preview/1684522/> (дата обращения: 20.07.2017)
- 10 Свойства стали [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://steel-guide.ru/svojstva-stali> (дата обращения: 20.07.2017)

- 11 Поролон [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://stroyka-gid.ru/supplies/porolon-vidyi-svoystva-razmeryi-marki-primenenie.html> (дата обращения: 20.07.2017)
- 12 Свойства тканей [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://pokroyka.ru/podgotovka/vidy-tkanej/> (дата обращения: 20.07.2017)
- 13 Хлопчатобумажная ткань [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://womanwiki.ru/w/Хлопок> (дата обращения: 21.07.2017)
- 14 Льняная ткань [Электронный ресурс] режим доступа URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Льняная_ткань (дата обращения: 21.07.2017)
- 15 Виды шёлка [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://tkaner.com/tkan/shelk/vidy-shelka> (дата обращения: 21.07.2017)
- 16 Шерстяная ткань [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://textiletrend.ru/pro-tkani/naturalnyie/sherstyanaya-tkan.html> (дата обращения: 21.07.2017)
- 17 Вискоза [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/artificial-fibres/viskoza-cto-za-tkan-sostav-svoystva-i-oblasti-primeneniya.html> (дата обращения: 21.07.2017)
- 18 Ткань ацетат [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/artificial-fibres/tkan-atsetat-atsetatnyj-shelk-svoystva-sostav-dostoinstva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 21.07.2017)
- 19 Полиамид [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/mixed/smesovaya-tkan-cto-eto-takoe-i-dlya-chego-primenyaetsya.html> (дата обращения: 21.07.2017)
- 20 Смесовая ткань [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/synthetic-fibers/poliamid-cto-za-material-svoystva-i-oblasti-primeneniya.html> (дата обращения: 22.07.2017)

- 21 Трикотаж [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/types/trikotazh-opisanie-tkani-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 22.07.2017)
- 22 Нетканое полотно [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://strojdomsam.ru/dom-i-vse-cto-v-nem/byt/cto-takoe-netkanoe-polotno.html> (дата обращения: 22.07.2017)
- 23 Флизелин [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://textile.life/fabrics/types/flizelin-opisanie-materiala-sostav-harakteristiki-dostoinstva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 22.07.2017)
- 24 Синтепон [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://tkaner.com/tkan/sintepon/> (дата обращения: 22.07.2017)
- 25 Эргономические свойства [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://poznayka.org/s11093t1.html> (дата обращения: 20.01.2018)
- 26 Антропометрические характеристики [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://helpiks.org/8-33912.html> (дата обращения: 20.01.2018)
- 27 Антропометрия [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.medical-enc.ru/1/anthropometry.shtml> (дата обращения: 20.01.2018)
- 28 Творческий поиск, разработка эскизов [Электронный ресурс] режим доступа URL: https://vuzlit.ru/68813/tvorcheskiy_poisk_razrabotka_eskizov (дата обращения: 15.02.2018)
- 29 Промышленный дизайн [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org> (Дата обращения 15.04.2018 г.)
- 30 Конструкционный анализ [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/24385> (Дата обращения 16.04.2018 г.)
- 31 Основные критерии выбора материала. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/818505/page:18>(дата обращения: 3.04.2018)

- 32 Пластмасса [Электронный ресурс]. URL: http://economic-definition.com/Chemical_industry/Plastmassa_Plastic__eto.html (дата обращения: 3.04.2018)
- 33 Резины. Свойства и области применения [Электронный ресурс]. URL: <http://material.osngrad.info/node/31> (дата обращения: 3.04.2018)
- 34 Алюминий. [Электронный ресурс]. URL: <http://normis.com.ua/alum0> (дата обращения: 1.03.2018)
- 35 Свойства стали. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/5761142/page:3> (дата обращения: 1.3.2018)
- 36 Свойства поролонa. [Электронный ресурс]. URL: <http://stroyka-gid.ru/supplies/porolon-vidyi-svoystva-razmeryi-marki-primenenie.html> (дата обращения: 3.04.2018)
- 37 Бук. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бук> (дата обращения: 9.04.2018)
- 38 Спец. ткани. [Электронный ресурс]. URL: <http://ткани-каштан.рф/spets-tkani> (дата обращения: 7.04.2018)
- 39 Нетканое полотно. [Электронный ресурс]. URL: <http://текстиль-про.рф/netkanoe-polotno.html> (дата обращения: 15.03.2018)
- 40 Флизелин [Электронный ресурс]. URL: <https://textile.life/fabrics/types/flizelin-opisanie-materiala-sostav-harakteristiki-dostoinstva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 15.03.2018)
- 41 Свойства натуральной кожи [Электронный ресурс]. URL: <http://galantkozha.ru/10-Poleznoe/05-svojstva-naturalnoj-kozhi.htm> (дата обращения: 15.03.2018)
- 42 Способы гибки труб и профилей на трубогибочных и профилегибочных станках [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tubend.ru/theory/sposoby--giba-trub> (дата обращения: 20.04.2018)

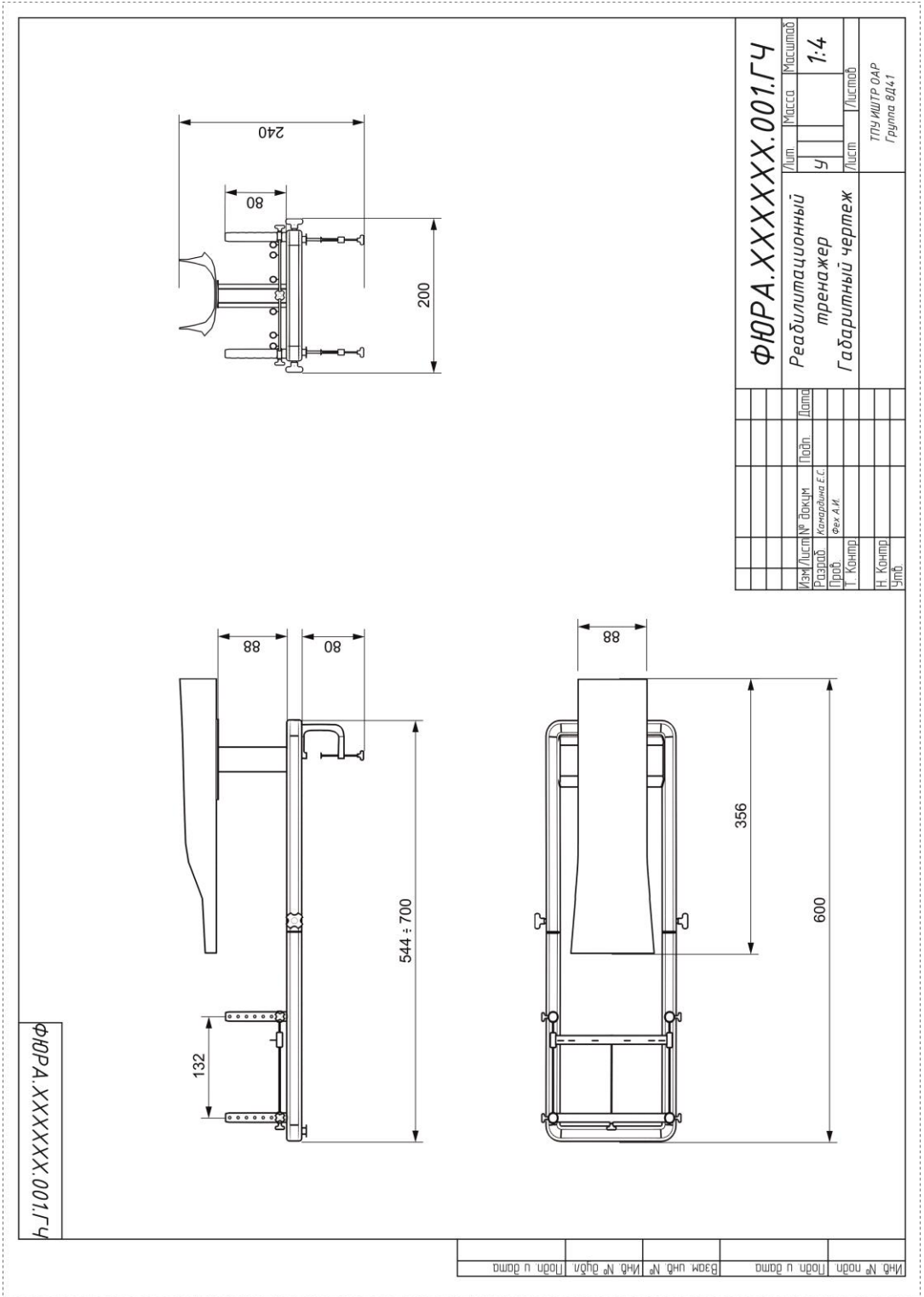
- 43 Эскизирование [Электронный ресурс] URL: <http://gardenweb.ru/eskizirovanie-tvorcheskii-poisk> (дата обращения: 20.04.2018)
- 44 Восприятия цвета [Электронный ресурс] режим доступа URL <http://fb.ru/article> (дата обращения 10.07.2017)
- 45 Шрифт [Электронный ресурс] URL: <https://www.fonts-online.ru/articles/terminy-opredelenija> (дата обращения: 15.05.2018)
- 46 Макет [Электронный ресурс] URL: <http://tolkslovar.ru/m607.html> (дата обращения: 15.05.2018)
- 47 Физкультурно-оздоровительные и спортивные направления реабилитации [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://studfiles.net/preview/3994334/page:9/> (дата обращения: 10.07.2017)
- 48 Inventech [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://www.inventech.ru/technologies/quad> (дата обращения: 15.05.2018)
- 49 Stplan [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.stplan.ru/articles/theory/swot.htm> (дата обращения: 15.05.2018)
- 50 Habrahabr [Электронный ресурс] режим доступа URL: <https://habrahabr.ru/post/193592> (дата обращения: 15.05.2018)
- 51 Know--how.narod, Определение экономической эффективности использования инноваций [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://know--how.narod.ru/ras.html> (дата обращения: 15.05.2018)
- 52 Ngpedia, Производственная безопасность [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://www.ngpedia.ru/id177586p1.htm> (дата обращения: 15.05.2018)
- 53 Vashdom [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vashdom.ru/sanpin/2212111278-03/> (дата обращения: 1.05.2018)

- 54 Fonts-online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fonts-online.ru/font/Clip--Condensed> (дата обращения: 2.05.2018)
- 55 Favorite-center [Электронный ресурс]. URL: http://favoritecenter.ru/?page_id=2998 (дата обращения: 2.05.2018)
- 56 Alarmtelecom, пожарная сигнализация [Электронный ресурс]. URL: <http://alarmtelecom.net/fire.htm> (дата обращения: 2.05.2018)
- 57 Blockstop, Огнетушители [Электронный ресурс]. URL: <http://www.blockstop.ru/ognetushitel.html> (дата обращения: 3.05.2018)
- 58 Poetazhny-plan, поэтажный план [Электронный ресурс]. URL: <http://bti18.ru/poetazhny-plan.html> (дата обращения: 3.05.2018)
- 59 Bstu [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bstu.ru/about/useful/pravila-pozarnoy-besopasnosti> (дата обращения: 3.05.2018)
- 60 Infoeco [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=58> (дата обращения: 3.05.2018)
- 61 Reallom, Утилизация металлолома [Электронный ресурс]. URL: <http://www.reallom.ru/util> (дата обращения: 3.05.2018).
- 62 Vtorchermet, Этапы переработки лома [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vtorchermet.biz/stati/22-etapy-pererabotki-loma.html> (дата обращения: 3.05.2018).
- 63 Uvina [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uvina.ru/services/pokupka-metallolom/add-znach-loma-chermet> (дата обращения: 3.05.2018)
- 64 Ohranatruda [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uvina.ru/services/pokupka-metallolom/add-znach-loma-chermet> (дата обращения: 3.05.2018)
- 65 Grandars, Нормы трудового права [Электронный ресурс]. URL: <http://www.grandars.ru/college/pravovedenie/normy-trudovogoprava.html> (дата обращения: 3.05.2018)

- 66 Ulstu [Электронный ресурс]. URL:
<http://www.ulstu.ru/main?cmd=file&object=7016> (дата
обращения:3.05.2018)
- 67 Happy-staff, Правила поведения сотрудников [Электронный ресурс].
URL: <http://happy-staff.ru/effektivnost/pravila-povedeniyasotrudnikov.html> (дата обращения:3.05.2018)
- 68 Dist-cons [Электронный ресурс]. URL:
<http://www.distcons.ru/modules/manageproduct/chap2.html> (дата
обращения:3.05.2018)

Приложение А

(Габаритный чертеж)



Приложение Б (Промежуточный планшет 2)

ДИЗАЙН – ПРОЕКТ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА



ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

Реабилитационный тренажер для разработки суставов кисти руки - это тренажер, который обладает особой конструкцией, основной целью которой является обеспечение разгибания кисти руки после инсульта, а также разработка движений в лястно-фланговых суставах и применение при парезах, параличах, после травмы нервов верхней конечности, после операции на сгибателях и разгибов кисти, предупреждает развитие контрактур пальцев кисти различной этиологии.


Такая конструкция медицинской тренажера облегчает процесс ухода за пациентом, при этом

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Основание - подставка, труба. Предполагаемые материал: , нержавеющая сталь;
2. Подставка для предплечья. Предполагаемые материалы: нержавеющая сталь, с поролоновой покрытием для руки;
3. Основание - труба, для подставки предплечья. Материал: нержавеющая сталь;
4. Ручка барашек фиксатор для стойки и пружин. Предполагаемые материалы: термопласт, резьбовая втулка из стали;
5. Перчатка. Предполагаемые материалы: спец. ткань, литучки;
6. Чехол для подставки предплечья. Предполагаемые материалы: спец. ткань, литучки;
7. Пружина, прикрепённые к перчатке для натяжения. Материалы: сталь;
7. Крепление для пружин. Материал: нержавеющая сталь;
8. Нижняя поверхность подставки оснащена противоскользящими накладками;
9. Струбцины. Материалы: сталь.

Приложение В (Промежуточный планшет 2)

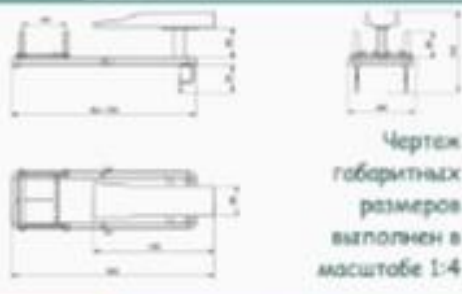

ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СУСТАВОВ КИСТИ РУКИ



Д

ВЗРЫВ СХЕМА И ЭКСПЛИКАЦИЯ

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ




Чертеж габаритных размеров выполнен в масштабе 1:4

ЦВЕТОВОЕ РЕШЕНИЕ

1. Перчатки;
2. Пружины;
3. Ручка -барашек;
4. Передвижное основание для натяжения пружин;
5. Трубки для передвижного основания;
6. Крепление для пружин;
7. Ножки тренажера;
8. Болт для фиксирования передвижного основания;
9. Подставка для предплечья;
10. Основание - труба, для подставки предплечья;
11. Труба основания для раздвижения по длине;
12. Струбцины;
13. Основание - подставка, труба

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛА СТУДЕНКА ТОВАРИЩА ОБРАЗОВАНИЯ ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА 2018 ГОД.



Приложение Г

(Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _ф | Б _{к1} | Б _{к2} | К _ф | К _{к1} | К _{к2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1. Повышение производительности труда пользователя | 0,03 | 5 | 3 | 4 | 0,15 | 0,09 | 0,12 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,09 | 5 | 3 | 3 | 0,45 | 0,27 | 0,27 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,02 | 4 | 3 | 5 | 0,08 | 0,06 | 0,1 |
| 4. Энергоэкономичность | 0,03 | 5 | 5 | 5 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 5. Надежность | 0,06 | 5 | 3 | 4 | 0,3 | 0,18 | 0,24 |
| 6. Уровень шума | 0,04 | 5 | 3 | 1 | 0,2 | 0,12 | 0,04 |
| 7. Безопасность | 0,09 | 5 | 3 | 5 | 0,45 | 0,27 | 0,45 |
| 8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,09 | 5 | 5 | 4 | 0,45 | 0,45 | 0,36 |
| 9. Простота эксплуатации | 0,09 | 5 | 4 | 5 | 0,45 | 0,36 | 0,45 |
| 10. Эргономичность | 0,08 | 5 | 3 | 4 | 0,4 | 0,24 | 0,32 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,09 | 5 | 4 | 3 | 0,45 | 0,36 | 0,27 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,05 | 4 | 4 | 4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 3. Цена | 0,06 | 4 | 3 | 1 | 0,24 | 0,18 | 0,06 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 4 | 4 | 3 | 0,2 | 0,2 | 0,15 |
| 5. Послепродажное обслуживание | 0,03 | 5 | 4 | 2 | 0,15 | 0,12 | 0,06 |
| 6. Финансирование научной разработки | 0,02 | 4 | 4 | 2 | 0,08 | 0,08 | 0,04 |
| 7. Срок выхода на рынок | 0,03 | 5 | 5 | 5 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 8. Наличие сертификации разработки | 0,05 | 5 | 5 | 5 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Итого | 1 | 85 | 71 | 65 | 4,8 | 3,73 | 3,68 |

Приложение Д

(Таблица 3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (3x2) |
|--|--------------|-------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Энергоэффективность | 0,08 | 80 | 100 | 0,8 | 0,064 |
| 2. Помехоустойчивость | 0,04 | 75 | 100 | 0,75 | 0,03 |
| 3. Надежность | 0,07 | 100 | 100 | 1 | 0,07 |
| 4. Унифицированность | 0,06 | 70 | 100 | 0,7 | 0,042 |
| 5. Уровень материалоемкости разработки | 0,06 | 60 | 100 | 0,6 | 0,036 |
| 6. Уровень шума | 0,03 | 100 | 100 | 1 | 0,03 |
| 7. Безопасность | 0,07 | 100 | 100 | 1 | 0,07 |
| 8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,08 | 85 | 100 | 0,85 | 0,068 |
| 9. Простота эксплуатации | 0,09 | 90 | 100 | 0,9 | 0,081 |
| 10. Ремонтопригодность | 0,08 | 75 | 100 | 0,75 | 0,06 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 11. Конкурентоспособность продукта | 0,07 | 90 | 100 | 0,9 | 0,063 |
| 12. Уровень проникновения на рынок | 0,03 | 100 | 100 | 1 | 0,03 |
| 13. Перспективность рынка | 0,05 | 100 | 100 | 1 | 0,05 |
| 14. Цена | 0,06 | 80 | 100 | 0,8 | 0,04 |
| 15. Послепродажное обслуживание | 0,03 | 100 | 100 | 1 | 0,03 |
| 16. Финансовая эффективность научной разработки | 0,02 | 100 | 100 | 1 | 0,02 |
| 17. Срок выхода на рынок | 0,03 | 80 | 100 | 0,8 | 0,024 |
| 18. Наличие сертификации разработки | 0,05 | 80 | 100 | 0,8 | 0,04 |
| Итого | 1 | 1565 | 100 | 15,64 | 0,818 |

Приложение Е

(Таблица 4. Матрица SWOT)

| | | |
|--|---|---|
| | <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Безопасность и надежность конструкции</p> <p>С2. Экологичность технологии</p> <p>С3. Интересный и современный дизайн</p> <p>С4. Возможность эксплуатации устройства без посторонней помощи</p> <p>С5. Универсальность настроек параметров для людей с различными габаритами</p> <p>С6. Более комфортное использование устройства по сравнению с другими производителями</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Устройство рассчитано на определенную категорию групп лиц.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Сравнительно с аналогами использование современных материалов</p> <p>В2. Увеличение групп лиц, заинтересованных в продукте за счет привлекательной формы</p> <p>В3. Улучшение эргономических показателей</p> | <p>Направления развития:</p> <p>В1С1С2: Использование современных материалов позволяет сделать разработанную конструкцию более безопасной, надежной и экологичной.</p> <p>В2С3: Интересный дизайн привлекает потребителя, делает конструкцию тренажера уникальной и неповторимой.</p> <p>В3С4С5С6: Улучшение эргономических параметров обеспечивает комфортное использование устройства, а также позволяет настроить параметры тренажера под любые габариты пользователя, что делает устройство универсальным.</p> | <p>Сдерживающие факторы:</p> <p>В1Сл1: Традиционный взгляд, что использование современных материалов является, чем-то вроде вызова обществу.</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Недоверие новым технологиям производства</p> <p>У2. Развитие конкуренция</p> | <p>Угрозы развития:</p> <p>У1С2С3: Использование современным материалов и технологий может потерять</p> | |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| технологий производства и материалы | преимущество, если потенциальные потребители не оценят новшества. У2С5С6: Если производитель конкурент найдет более дешевую и простую технологию производства и сделает новую форму более эргономичней и комфортней, то данная разработка может потерять преимущество. | |
|-------------------------------------|---|--|

Приложение Ж

(Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей)

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|-------|---|-----------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель ВКР |
| Выбор направления исследований | 2 | Изучение материалов по теме | Студент |
| | 3 | Анализ аналогов | Студент |
| | 4 | Выбор направления | Руководитель, студент |
| | 5 | Календарное планирование работ по теме | Руководитель, студент |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 6 | Эскизирование, формообразование | Студент |
| | 7 | Бионический и эргономический анализ | Руководитель, студент |
| | 8 | Анализ колористики | Студент |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель, студент |
| | 10 | Определение целесообразности проведения ОКР | Руководитель, студент |
| <i>Проведение ОКР</i> | | | |
| Разработка технической документации и проектирование | 11 | Разработка графического материала по эргономическому и бионическому анализу | Студент |
| | 12 | 3D-визуализация (видовые точки, видео-ролик) | Студент |
| | 13 | Оформление чертежей | Студент |
| | 14 | Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле | Студент, руководитель |

| | | | |
|--|----|--|---------|
| Изготовление и испытание макета (опытного образца) | 15 | Конструирование и изготовление макета (опытного образца) | Студент |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 16 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Студент |
| | 17 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Студент |
| | 18 | Социальная ответственность | Студент |

Приложение Й

(Таблица 9. Временные показатели проведения научного исследования)

| Название работы | Трудоёмкость работ | | | Исполнители | Длительность работ в рабочих днях T_{pi} | Длительность работ в календарных днях T_{ki} |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--|--|
| | t_{min} , чел-дни | t_{max} , чел-дни | $t_{ожг}$, чел-дни | | | |
| 1. Составление технического задания | 2 | 5 | 3,1 | Руководитель | 3,1 | 6,8 |
| 2. Подбор и изучение материалов по теме | 4 | 7 | 5 | Студент | 5 | 11 |
| 3. Анализ существующих аналогов | 2 | 5 | 3,1 | Дизайнер | 3,1 | 6,8 |
| 4. Выбор вариантов дизайн-решений | 6 | 10 | 14,6 | Руководитель Студент | 7,3 | 16 |
| 5. Календарное планирование работ по теме | 2 | 3 | 4,4 | Руководитель Студент | 2,2 | 4,8 |
| 6. Бионический, эргономический и тектонический анализ | 4 | 5 | 4 | Студент | 4 | 8,8 |
| 7. 3D моделирование | 10 | 15 | 11,3 | Студент | 11,3 | 24,8 |
| 8. Разработка графического материала по бионическому, эргономическому и тектоническому анализу | 6 | 8 | 6,3 | Студент | 6,3 | 13,8 |
| 9. Оформление чертежей | 8 | 10 | 8,1 | Студент | 8,1 | 17,8 |
| 10. Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле | 4 | 5 | 4 | Студент | 4 | 8,8 |
| 11. Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | 10 | 12 | 10 | Студент | 10 | 22 |
| 12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 6 | 8 | 12,6 | Руководитель, Студент | 6,3 | 13,8 |
| 13. Социальная ответственность | 5 | 8 | 11,8 | Руководитель, Студент | 5,9 | 12,9 |
| Итого | 21 | 34 | 25 | Руководитель | 25 | 55 |
| | 67 | 96 | 74,4 | Студент | 74,4 | 273,1 |

Приложение К

(Таблица 10. Календарный план-график проведения НИОКР по теме)

| № работ | Вид работ | Исполнители | T _{кi} кал. дн. | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|--|--|--|--|
| | | | | февр. | | март | | | апрель | | | май | | | июнь | | | | |
| | | | | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | | | | |
| 1 | Составление ТЗ | Руководитель | 6,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Студент | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Анализ существующих аналогов | Студент | 6,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Выбор вариантов дизайн-решений | Руководитель Студент | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Календарное планирование работ по теме | Руководитель Студент | 4,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Бионический, эргономический и тектонический анализ | Дизайнер Студент | 8,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 3D моделирование | Дизайнер Студент | 24,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Разработка графического материала по бионическому, эргономическому и тектоническому анализу | Дизайнер Студент | 13,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Оформление чертежей | Дизайнер Студент | 17,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле | Дизайнер Студент | 8,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Студент | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Студент | 13,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Социальная ответственность | Студент | 12,9 | | | | | | | | | | | | | | | | |

 – дизайнер (дипломник)

 – руководитель